

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA



**“DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA EL AHORRO DE ENERGIA
ELECTRICA EN LAS VIVIENDAS RESIDENCIALES DEL GRUPO 10 EN VILLA EL
SALVADOR 2019”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR EL BACHILLER

VILLANUEVA CUBAS, KEVIN UDEMAR

ASESOR

MARGARITA MURILLO MANRIQUE

Villa El Salvador

2019

Dedicatoria

Dedico este trabajo a Dios, a mis Madres Rosa y Aide, que me han apoyado con todo su amor para culminar cada una de mis metas.

A mi abuelo Felipe por sus enseñanzas orientadoras para consolidar mi personalidad y que me enseñó que en la vida hay que saber observar para aprender cualquier labor. A mi tío Ever que siempre me enseñó a perseverar en lo que me proponga y que hoy es mi guía desde el cielo.

A mí hijo Tiago Kevin quien es el motor para seguirme superando día a día para alcanzar nuevos logros por medio de mi profesión, superando las problemáticas de la sociedad

Todos ellos contribuyeron con principios y enseñanzas que son pilares fundamentales en mi

formación personal y profesional y que siempre serán parte de mi vida.

Agradecimiento

Me es grato reconocer públicamente mi más sincero agradecimiento a la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, a la Carrera Profesional de Ingeniería Mecánica y Eléctrica por apoyarme e incentivarme a culminar mis estudios superiores, de la misma manera a los docentes por haber compartido sus conocimientos durante estos cinco años de estudio; a mi asesora Ing. Margarita Murillo y a mis revisores que de manera desinteresada aportaron en el desarrollo del presente trabajo.

ÍNDICE

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Introducción	1
CAPITULO I.....	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1 Descripción de la Realidad Problemática.....	2
1.2 Justificación del Problema.....	2
1.3 Delimitación del Problema.....	3
1.3.1 Teórica.....	3
1.3.2 Temporal.....	3
1.3.3 Espacial	3
1.4 Formulación del Problema.....	4
1.4.1. Problema General.....	4
1.4.2. Problemas Específicos	4
1.5 Objetivos de la Investigación.....	4
1.5.1. Objetivo General.....	4
1.5.2. Objetivos Específicos.....	4
CAPITULO II	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 Antecedentes del Problema	6
2.2 Bases Teóricas.....	7
2.2.1. Sistema Fotovoltaico (SF).....	7

2.2.2 Ahorro de energía.....	21
2.3 Definición de términos.....	23
CAPITULO III.....	25
DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL.....	25
3.1. Desarrollo del trabajo.....	25
3.1.1 Cálculo de máxima demanda en vivienda.....	25
3.1.2 Método del mes peor.....	26
3.2 Resultados.....	41
3.3 Conclusiones.....	42
3.4 Recomendaciones.....	43
Bibliografía.....	44
Anexos.....	46

Índice de tablas

Tabla 1:Eficiencia de las diferentes celdas fotovoltaicas	13
Tabla 2: Características de la Tarifa BT5-B Residencial.....	22
Tabla 3: cuadro de cargas de una vivienda tipo	25
Tabla 4: Cuadro de cargas que se alimentara con nuestro sistema	26
Tabla 5: Consumo de energía en un día.....	28
Tabla 6: Rendimientos de los componentes del sistema FV.	29
Tabla 7: Inclinación en función de la latitud	31
Tabla 8: Características del panel solar seleccionado	32
Tabla 9: Simultaneidad de las cargas	37
Tabla 10: Datos más importantes del inversor.....	37
Tabla 11: Datos para el cálculo de sección de cables.	39

Índice de figuras

Figura 1: Atlas Solar Departamento de Lima	9
Figura 2:Diagrama del sistema fotovoltaico con respaldo aislado	10
Figura 3:Diagrama de Sistema Fotovoltaico son respaldo aislado	11
Figura 4:Funcionamiento de la Celda Fotovoltaica	12
Figura 5:Celdas Monocristalinas.....	13
Figura 6:Celda Policristalina	14
Figura 7:Celda de Película Delgada	14
Figura 8:Bateria Tubular OPz	17
Figura 9: Batería Plomo - Acido.....	18
Figura10:Baterías de Ion – Litio para Sistemas Fotovoltaicos	19
Ilustración 11: Irradiación solar durante un año	30
Ilustración 12: Recibo de luz de vivienda tipo	40

Introducción

En el presente trabajo de suficiencia profesional, se presenta el fundamento de los sistemas fotovoltaicos como fuente de generación de energía renovable, que funcionan aprovechando la irradiación solar que es una energía ilimitada en todo el planeta. La energía obtenida de este sistema se utilizará para electrificar viviendas tipo del grupo 10 ubicadas en VES que no cuentan con este servicio; además se aprovechara en colocar los paneles a otras las viviendas que ya tienen servicio eléctrico de la red con la finalidad de reducir los costos de energía eléctrica.

En el Capítulo I se enfoca el problema, los objetivos, la justificación, detalles importantes para plantear la metodología del trabajo.

En el Capítulo II, se desarrolla el marco teórico basado en los conceptos generales, el funcionamiento, características y componentes de los paneles fotovoltaicos.

En el Capítulo III, se determinará la máxima demanda en una vivienda tipo, que se alimentará con este sistema, para elegir el tipo de panel que se utilizará, además de las características técnicas de cada uno de los componentes que intervienen en el sistema de paneles fotovoltaicos buscando el mayor beneficio, para el ahorro de energía en estas viviendas.

Finalmente, se presenta los resultados y la bibliografía que son parte importante de este trabajo.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la Realidad Problemática

En la actualidad contamos con recursos energéticos que a su vez hay mucha diversidad de estos, es así que es uno de los factores que, aportado para el desarrollo tecnológico de la población, estos son utilizados con fines de satisfacer las necesidades de la población de diversas maneras.

Los combustibles fósiles hasta hace algunos años se consideraban ilimitados y el impacto ambiental era despreciable, sin embargo, la excesiva explotación de estos combustibles ha ocasionado de a pocos vaya agotándose esta energía por consiguiente alterando la atmosfera produciéndose las lluvias acididad y el efecto invernadero lo que podría causar catástrofes poniendo en peligro la vida humana. De ahí que nuestra realidad de hoy en día a obligado a tomar acciones con el fin de reducir la emisión de compuestos que contaminen al ambiente.

Otro problema, se observa en las altas tarifas eléctricas (Kw/h) que se ve reflejado en el recibo, así como también con el avance de la tecnología aparecen dispositivos de utilización que aumentan la demanda de energía eléctrica en las viviendas. De igual forma la falta de conocimiento de los pobladores en este grupo sobre el uso de energías renovables y su contribución con el cuidado del medio ambiente.

Ante esta situación actual se desarrollará el estudio y la propuesta de diseñar el sistema fotovoltaico para el suministro del sistema eléctrico de las viviendas multifamiliares del grupo residencial 10 de villa el salvador, todo esto tomando en cuenta las especificaciones técnicas, los requerimientos y criterios profesionales que nos permitan lograr satisfacer la máxima demanda existentes.

1.2 Justificación del Problema

Hay muchas maneras de utilizar la energía solar para nuestros fines y de formas controlada como para sistemas de transformación, almacenamiento y distribución según el uso de esta.

En general el plano energético y principalmente el eléctrico, se pueden realizar diversas acciones para el ahorro de esta energía y se puede lograr generando energía eléctrica a través fuentes de generación como las renovables, en las que su proceso de generación no generan compuestos que contaminen el medio ambiente., es así que en la actualidad es más rentable realizar sistemas de generación con este tipo de energías. En particular se busca el ahorro de energía eléctrica en el grupo residencial 10 en Villa el Salvador aprovechando que la energía solar en el departamento de Lima según SENAMHI llega a 6.5 Kwh/m² en el mes de noviembre por lo tanto este es un recurso energético con mucha disponibilidad en algunas épocas y de fácil aprovechamiento a través del diseño de paneles fotovoltaicos, fomentando el avance tecnológico en este grupo residencial utilizando energías limpias no contaminantes contribuyendo con el cuidado del medio ambiente.

1.3 Delimitación del Problema

1.3.1 Teórica

El fundamento teórico se referirá a la tecnología de paneles solares en la cual se planteará conceptos y criterios para satisfacer las cargas de una vivienda multifamiliar con el fin de ahorrar de energía convencional a través de energías limpias en particular se utilizará la energía solar fotovoltaico.

1.3.2 Temporal

Este trabajo se realiza en los meses de octubre y noviembre durante el periodo del programa de titulación 2019.

1.3.3 Espacial

Se desarrollará en el ámbito de estudio de las viviendas residenciales del grupo 10 de Villa el Salvador, sin embargo, este sistema se puede utilizar en distintos lugares donde la incidencia del sol sea abundante, en nuestro proyecto tendrá una mayor eficiencia entre los meses de noviembre a febrero ya que en estos meses hay mayor incidencia de sol en lima según SENAMHI.

1.4 Formulación del Problema

1.4.1. Problema General

¿Cómo diseñar un sistema fotovoltaico para lograr el ahorro de energía eléctrica en las viviendas residenciales del grupo 10 en villa el salvador 2019?

1.4.2. Problemas Específicos

1. ¿Cómo determinar la máxima demanda energética de las viviendas residenciales del grupo 10 en Villa el Salvador 2019?
2. ¿Cómo seleccionar os paneles solares para satisfacer la demanda eléctrica en las viviendas residenciales del grupo 10 en Villa el Salvador 2109?
3. ¿Qué características se debe considerar en los elementos fotovoltaicos para el ahorro de energía eléctrica en las viviendas residenciales del grupo 10 en Villa el Salvador 2019?
4. ¿Cuáles serán los niveles de ahorro de energía eléctrica reflejados en la facturación de las viviendas residenciales del grupo 10 de Villa el Salvador?

1.5 Objetivos de la Investigación

1.5.1. Objetivo General

Diseñar un sistema fotovoltaico para el ahorro energía eléctrica en las viviendas residenciales del grupo 10 en Villa el salvador

1.5.2. Objetivos Específicos

1. Determinar la máxima demanda de energía eléctrica en este grupo residencial 10 de Villa el Salvador
2. Seleccionar el tipo de panel que se utilizara para satisfacer la demanda eléctrica en las viviendas residenciales del grupo 10 en Villa el Salvador 2109.

3. Determinar qué características se debe considerar en los elementos fotovoltaicos en esta instalación, para el ahorro de energía eléctrica en las viviendas residenciales del grupo 10 en Villa el Salvador 2019.
4. Determinar cuáles serán los niveles de ahorro de energía eléctrica reflejados en la facturación de las viviendas residenciales del grupo 10 de Villa el Salvador.

CAPITULO II MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del Problema

(Lagos, 2015), en su proyecto de investigación denominado *Sistema fotovoltaico para el ahorro de energía eléctrica en el servicio de alumbrado general de condominios*. Facultad ingeniería mecánica, Universidad del centro del Perú, Perú. en sus conclusiones manifiesta que el sistema solar instalado en el condominio produce 330 kWh/año, con esta cantidad se logra cubrir los requerimientos en la iluminación en los pasadizos del condominio, que representa un ahorro de 230 nuevos soles según la tarifa eléctrica de Electrocentro.

También llego a la conclusión que en la instalación del sistema fotovoltaico se logró un ahorro considerable llegando a cubrir las necesidades del condominio como la iluminación de los pasadizos.

(Cardozo, 2014). En su proyecto de investigación *Calculo y diseño de Sistema solar fotovoltaico para uso doméstico*. Universidad nacional autónoma de México facultad de ingeniería civil. México. Llego a la conclusión que si bien es verdad que los sistemas fotovoltaicos no son una cura cuando se trata de un sistema de pocos paneles en bajo consumo domiciliario, pero cuando se trata de instalaciones donde los consumos son mayores representan una solución, así como también en lugares remotos. A través de la generación de energía eléctrica se logra mejorar las condiciones de vida de una población, permitiendo el bombeo de agua potable y el uso de refrigeradores para proteger alimentos perecederos y medicinas que necesitan ser refrigerados para no descomponerse.

(Ramos & Luna, 2014), y su proyecto titulado *Diseño de un Sistema fotovoltaico integrado a la red para el área de estacionamiento de la universidad de salamanca*. Universidad técnica de Salamanca, México. en sus conclusiones manifiesta que para poder la demanda de consumo por parte del edificio de docencia con una totalidad de 83,661.65 Kw por año, se colocará paneles solares conectados a la red de suministro

local. También concluyo que el consumo promedio diario es superior 229.210 Kw aproximadamente, tomándose en cuenta que los sábados se laborara hasta el medio día y los domingos no se labora, se planea conectar este sistema a la red para lograr retribuir más a la compañía de luz en los días que no se usa esta anergia.

(Rivas, 2015), en su proyecto *Análisis de la factibilidad de un sistema de generación fotovoltaica para el sector residencial de la ciudad de Loja*. Universidad Nacional de Loja Facultad de Electromecánica. Ecuador. en sus conclusiones manifiesta que los fabricantes de este tipo de sistemas sugieren una limpieza mensual o en su defecto cuando el panel este sucio, significando que el mantenimiento será muy básico, y por ende los gastos son mínimos. Por otro lado, también llego a la conclusión que, a mayor cantidad de energía captada, mayores serán las ganancias por la venta de energía, por tanto, la inversión se recuperará en un periodo menor, en la presente investigación se pudo estimar que son necesarios 7.150kWh/año para recuperar la inversión en un tiempo menor a los 25 años, frente a los 1.168 kWh/año que se propuso para esta vivienda tipo.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1. Sistema Fotovoltaico (SF)

(Cardozo, 2014, pág. 15) nos dice que se llama sistema solar fotovoltaico al sistema integrado por distintos elementos que interactúan entre ellos para la conversión de la energía solar en eléctrica, sus componentes de este sistema son los paneles, controlador, baterías e inversor. Todos estos elementos están conectados entre si para lograr la conversión.

1. La energía solar

(Rivas, 2015, pág. 5), sostiene que el sol es una fuente de energía formidable. Como todas las estrellas, el Sol es un gigantesco reactor nuclear con una masa es del orden de 330.000 veces la de la tierra. Está formada por diversos elementos en estado gaseoso como el hidrogeno, principalmente. Tiene un diámetro de 1,4 millones de kilómetros aproximadamente. En su interior

existen elevadas presiones, y temperaturas de varios millones de grados, que hacen que en el seno del Sol se produzcan, de manera continua, reacciones nucleares mediante las cuales dos átomos de hidrogeno se fusionan (dando lugar a un átomo de helio) liberando una gran cantidad de potencia. Este es el origen de la energía solar.

(Buitron & Burbano, 2010, pág. 5) aseveran que es una de las principales fuentes de energía en todo el mundo. y se puede aprovechar la energía transmitida a la tierra, que proviene de la radiación electromagnética del sol y que llegan en forma de calor y luminosidad a la tierra y puede tener muchas aplicaciones entre las que se puede obtener electricidad, entre otras.

2. Energía solar en el Perú

(Horn, 2006, pág. 10) afirma que la energía solar es el recurso energético con mayor disponibilidad en casi todo el territorio peruano. En la gran mayoría de localidades del Perú, la disponibilidad de la energía solar es bastante grande y bastante uniforme durante todo el año, comparado con otros países, lo que hace atractivo su uso. En términos generales, se dispone, en promedio anual, de 4-5 kWh/m² día en la costa y selva y de 5-6 kWh/m²día, aumentando de norte a sur. Como podemos ver nuestro país es muy rico en energía solar lo que a provocado que esta energía sea utilizada de diferentes maneras a conveniencia del usuario ayudando a la población en el avance tecnológico.

Atlas solar del Perú

(SENAMHI, 2003) a través de mapas nos permite evaluar el rendimiento de sistemas solares según el lugar de su instalación.

En este caso utilizaremos el atlas solar del departamento de lima ya que este trabajo se desarrollará en este departamento.

Atlas solar lima

Nos permite evaluar el rendimiento de nuestro sistema durante todo el año podemos ver que durante los meses de noviembre y febrero es la época que hay mayor incidencia en lima llegando a 7Kwh/ m²

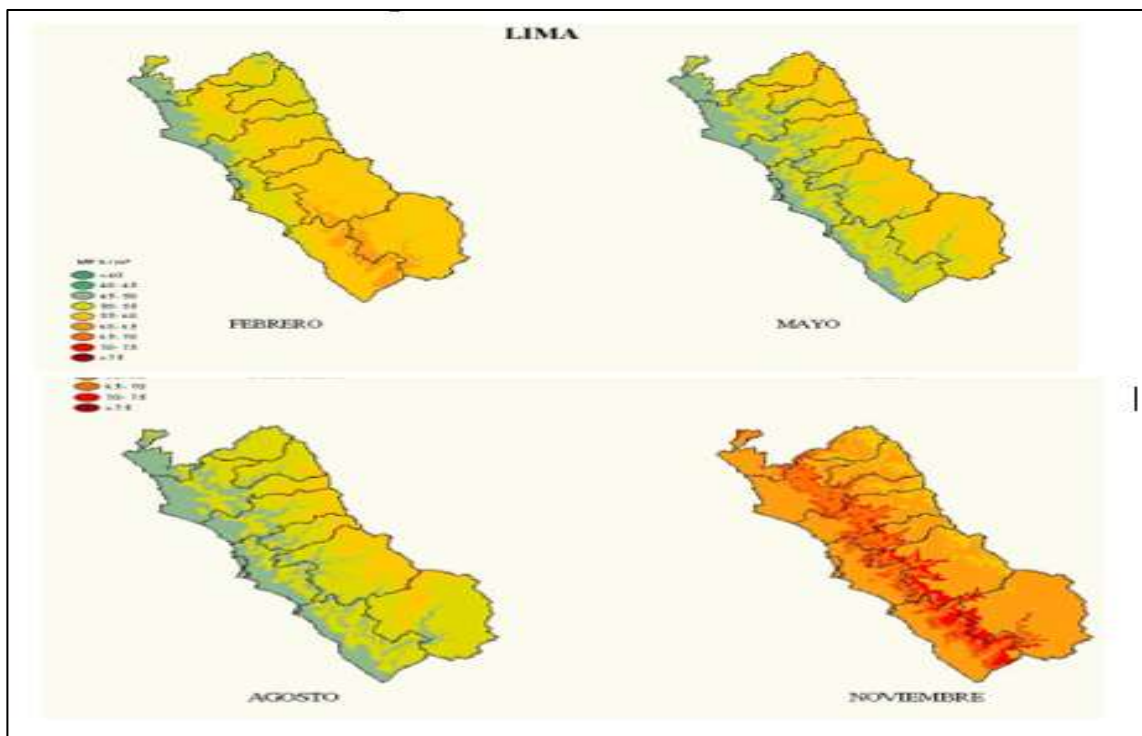


Figura 1: Atlas Solar Departamento de Lima

Fuente: (SENAMHI, 2003)

3. Clasificación de los sistemas fotovoltaicos

Clasifica a los sistemas solares en:

Sistema solar fotovoltaico aislado.

Establece que los módulos de los paneles fotovoltaicos este compuesto por un arreglo de baterías de ciclo profundo, un controlador, un inversor y el consumo. Este sistema se le conoce así porque no recibirá energía eléctrica de ningún otro tipo de generación que no sean de los paneles fotovoltaicos, es por eso que es necesario la implementación un arreglo de baterías para abastecer de energía cuando los paneles no esté recibiendo energía eléctrica. La cantidad de baterías se designará en función al consumo total. A través de este sistema se puede alimentar consumos donde no llega la energía eléctrica convencional.

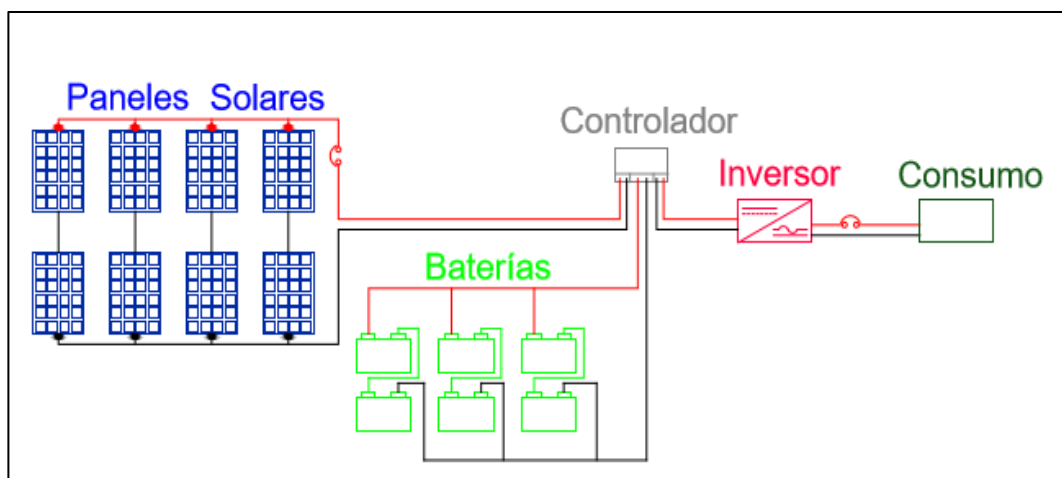


Figura 2: Diagrama del sistema fotovoltaico con respaldo aislado

Fuente: (Cardozo, 2014)

Sistema solar fotovoltaico interconectado.

El sistema, se trata de módulos fotovoltaicos y un inversor por medio de este se puede conectar a una red pública, de esta manera, si el sistema fotovoltaico logra generar una mayor energía de la que se está consumiendo, toda la energía sobrante que no es consumida por el hogar es inyectado a la red de distribución. Esta operación mide utilizando un medidor bidireccional, es así que toda esta energía tanto la entregada al a red pública y al hogar puede ser medida y la red eléctrica publica factura la diferencia. Si utilizamos este sistema pues no es necesario el uso de baterías lo que hace que su costo es menos que el sistema aislado pero para lograrlo se necesita un punto de interconexión con la red eléctrica pública. (Cardozo, 2014, págs. 15,16,17).

Cuando hablamos de sistema conectado a la red en pocas palabras viene a se cuando se entrega la energía de exceso de una vivienda, que nos genera nuestro sistema fotovoltaico a la red de distribución pública.

2.2.1.1 La celda solar

(Montes, y otros, 2002, pág. 11). conceptualizan que es el dispositivo en el que se produce la conversión de luz en electricidad gracias a las propiedades de los semiconductores por una parte por una parte y las estructuras (unión p n,

hetero unión, interfaz solido – electrolito, etc.) que permiten extraer los electrones excitados de la célula antes que vuelvan a su estado de equilibrio térmica, hacia un circuito exterior para que realicen un trabajo.

La celda solar es la encargada de la conversión de la radiación solar en energía eléctrica este dispositivo es el mas importante en todo el sistema fotovoltaico ya que gracias a el proceso y componentes que esta posee se realiza la conversión.

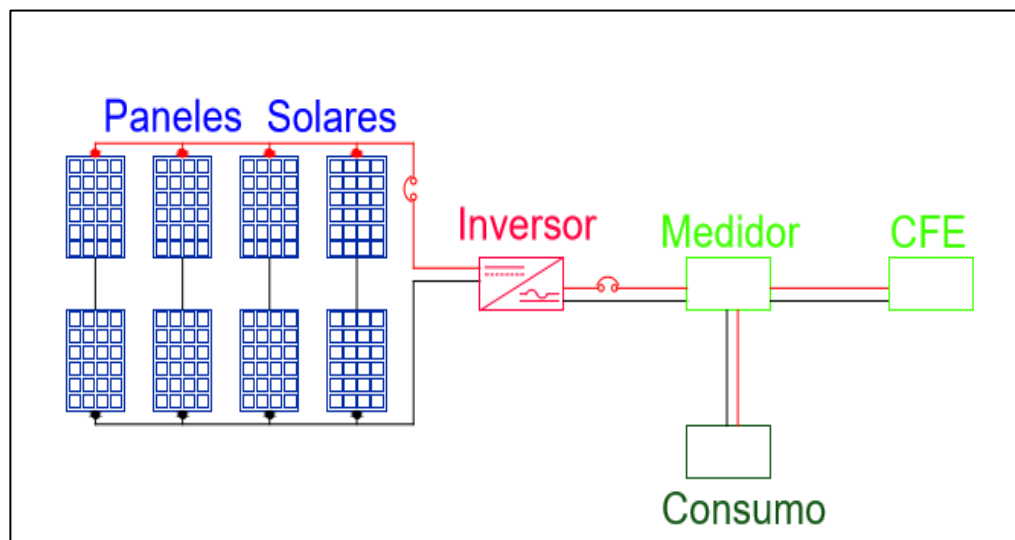


Figura 3:Diagrama de Sistema Fotovoltaico con respaldo aislado

Fuente (Cardozo, 2014).

(Buitron & Burbano, 2010, pág. 30) Nos informan que la celda fotovoltaica es la parte principal de los sistemas fotovoltaicos, estas son las encargadas de convertir la energía del sol en electricidad y que todo este proceso solo necesita la luz del sol y no de otras fuentes de energía.

Las células fotovoltaicas están formadas por materiales semiconductores capaces de producir, mediante una unión P-N, una barrera de potencial que hace posible el efecto fotovoltaico.

Su principio de funcionamiento se da cuando al incidir la luz sobre la celda fotovoltaica, los fotones que la integran chocan con los electrones de la estructura del silicio, dándole energía y transformándolos en conductores. Debido al campo

eléctrico generado en la unión P-N, los electrones son orientados, fluyendo de la capa "P" a la capa "N". El tamaño del campo de captación va depende de la cantidad de energía que se quiera obtener y de la radiación solar existente en el lugar donde se instalaran los módulos fotovoltaicos y puede varían desde unos cuantos centímetros cuadrados hasta la cantidad que sea necesario para abastecer nuestro sistema y pueden tener diferentes formas como cuadrado circular o alguna derivada de estas dos.

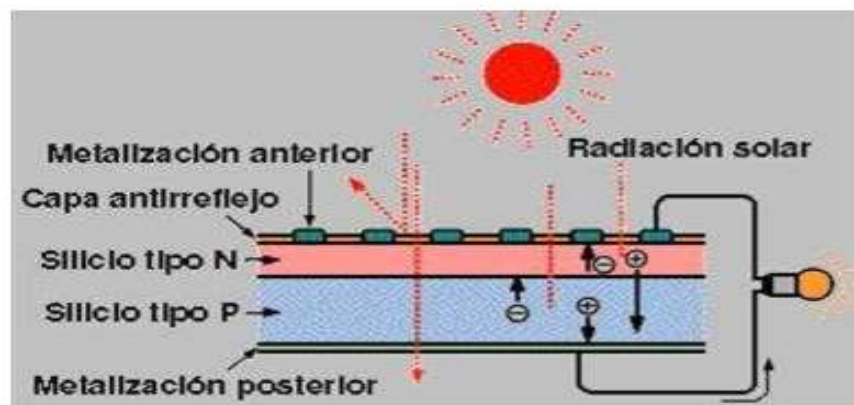


Figura 4:Funcionamiento de la Celda Fotovoltaica

Fuente: (Buitron & Burbano, 2010)

Tipos de Celdas Solares

(Buitron & Burbano, 2010, pág. 32) nos dicen que en actualidad existen varios tipos de celdas solares que han sido estudiadas y desarrolladas con diferentes materiales. A continuación, se muestra una tabla los diferentes tipos de celdas fotovoltaicas y la eficiencia alcanzada por cada una de ellas.

Como podemos ver en la tabla No 1, el material que más eficiencia tiene al momento de la conversión es el silicio amorfo con un 16% lo que hace atractivo su uso, pero su costo es un poco más elevado con respecto a las demás. También tenemos los diferentes tipos de materiales que se puede utilizar y su utilización dependerá de la economía del usuario y el lugar donde se utilizará la instalación.

Tabla 1: Eficiencia de las diferentes celdas fotovoltaicas

Tipo de Material	Eficiencia		
	Máximo Teórico	Laboratorio	En Módulos
Silicio Monocristalino	27%	24,70%	16%
Silicio Policristalino	27%	19,80%	14%
Arseniuro de Galio	29%	25,70%	20%
Silicio Amorfo (TFS)	25%	13%	8%
Teluro de Cadmio	28,50%	16%	8%
Película de Silicio	27%	16%	11%

Fuente: (Buitron & Burbano, 2010)

1. Celda monocristalina

(Buitron & Burbano, 2010, pág. 33) nos dicen que las celdas monocristalinas (cSi), son una de las primeras en ser creadas. Se usa la misma tecnología que en la fabricación de diodos y transistores. Está formada de un solo cristal y esta en forma de bloque. Luego de formar el cristal de silicio es cortado en forma de rodajas delgadas de 250 a 350 μm . Se diferencian porque tienen un color uniforme y generalmente son circulares o cortadas en sus bordes.

Esta es una de las primeras celdas en ser creadas y tiene una forma particular ya es circular o también cortado en sus bordes, y está formada por un solo bloque, su precio es un poco elevado por lo que su utilización no es muy común en las instalaciones



Figura 5: Celdas Monocristalinas

Fuente: (Buitron & Burbano, 2010)

2. Celda policristalina

(Buitron & Burbano, 2010, pág. 33) establecen que la celda policristalina

(pSi) se obtiene al fundir el silicio a grado industrial, y el que se pone en moldes rectangulares. El costo del material y de todo el proceso de fabricación es más simple que el del monocristalino es por eso que su costo de fabricación es menor, pero su eficiencia también es menor. Se la reconoce porque su color es irregular y más claro que la monocristalina y tiene una forma rectangular sin cortes en los bordes.

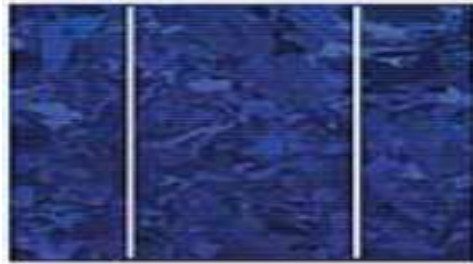


Figura 6:Celda Policristalina
Fuente: (Buitron & Burbano, 2010)

3. Celda de película delgada

(Buitron & Burbano, 2010, págs. 34,36) precisan que las celdas no poseen una estructura cristalina. Justamente esa reducción en la estructura hace que el costo disminuya notablemente.

También establecen que las celdas del cristal amorfo se obtienen mediante el depósito de capas muy delgadas de silicio sobre superficies de vidrio o metal. su eficiencia en conversión de luz solar en electricidad, varía entre un 5% y un 8%. Por lo tanto, son más económicas, pero con menor eficiencia por lo que no son muy utilizados.

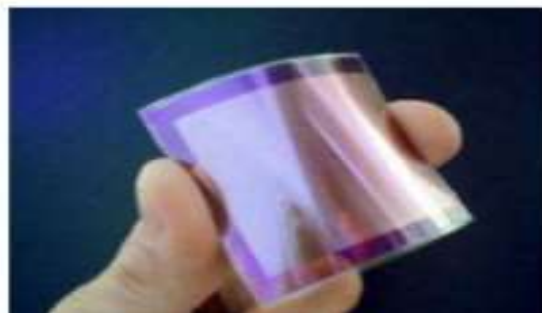


Figura 7:Celda de Película Delgada
Fuente: (Buitron & Burbano, 2010)

4. Otros tipos de celdas

Por otro lado, tenemos otros tipos de celdas que se han investigado, existen otras como son las celdas multifunción y las celdas Tándem.

Las celdas multifunción tienen una alta eficiencia y han sido desarrolladas para aplicaciones espaciales, las células multifunción están compuestas de varias capas delgadas. Una celda de triple unión. El más utilizado el arseniuro de galio, donde se ha llegado a obtener la mayor eficiencia casi del 42%. Este tipo de celdas tiene una eficiencia superior a los demás por su composición de varias capas.

Por otra parte, las celdas Tándem se da a través de la combinación de dos celdas que son una capa delgada de silicio amorfo que esta sobre silicio cristalino. Con la que obtiene una eficiencia mayor que las células que están separadas, sean amorfas, cristalinas o monocristalinas. Este es un tipo de celda con una combinación de dos tipos de celdas lo que hace que tenga una eficiencia mayor pero su costo es mucho mas elevado por su composición y diseño.

2.2.1.2 Sistema de almacenamiento

El sistema de almacenamiento de un sistema fotovoltaico está formado por un conjunto de baterías, por lo general de plomo- acido, que se encargan de almacenar toda la energía eléctrica que es generada durante las horas de luz solar, para luego ser utilizadas en los momentos cuando haya insolación. También una de las instalaciones más importante es la fotovoltaica es el ciclado. El ciclado diario se refiere a que la batería se carga en el día y en la noche se descarga. Superpuesto a este ciclo diario está el ciclo estacional que se asocia a periodos donde haya reducida incidencia de radiación. Estos ciclos conjuntamente con otros parámetros de operación como temperatura ambiente, corriente, etc.; como también inciden sobre la vida útil de la batería y sus requisitos de mantenimiento.

Para alargar la vida de las baterías deben evitarse las siguientes situaciones:

- a) Altos voltajes de carga, que elevan la corrosión y pérdida de agua.
- b) Bajos voltajes en descarga.
- c) Descargas profundas
- d) Largos periodos sin recarga total.
- e) Elevadas temperaturas, que aceleran los procesos de envejecimiento.
- f) Estratificación del electrolito.
- g) Bajas corrientes de carga.

Todas estas situaciones son las que no se debería practicar en el uso baterías para prolongar su vida útil y un mejor desempeño durante todo su periodo de trabajo

Después de observar todas las recomendaciones especificaremos el dimensionamiento de baterías, del generador fotovoltaico y regulador de carga. Las principales características que definen el funcionamiento de una batería en un sistema fotovoltaico son:

- a) El máximo valor de corriente que puede entregar a una carga fija, en forma continua, durante un número específico de horas de descarga.
- b) Capacidad de almacenamiento de energía.
- c) Profundidad de descarga máxima
- d) La vida útil. (Buitron & Burbano, 2010, pág. 53).

Tipos de acumuladores

(Buitron & Burbano, 2010, pág. 54) precisan que se debe considerar ciertos parámetros dentro del análisis de una batería uno de los parámetros más importantes es la temperatura. Todas las temperaturas por encima de la temperatura de referencia 20 °C acortaran la vida útil de las baterías, mientras que temperaturas inferiores al 20° aumentaran la vida útil. Por otro lado, las temperaturas cuando son demasiado bajas pueden llegar a congelar el electrolito, debido a que es un compuesto de agua y ácido.

1. Baterías OPzS

(Buitron & Burbano, 2010, pág. 54) establecen que esta compuesta por celdas de 2 voltios de eficiente capacidad, son de tipo abiertas y requieren por lo

general la posición del electrolito o la adición del agua destilada, aunque también se fabrican con electrolito gel. Estas baterías están diseñadas para varias aplicaciones como:

Instalaciones de telecomunicaciones, luces de emergencia, estaciones de distribución instalaciones fotovoltaicas, entre otros. Estas baterías no son muy utilizadas en los paneles fotovoltaicos debido a su bajo nivel de autodescarga y a su bajo mantenimiento ya que solo se requiere revisar los niveles de electrolitos.



Figura 8: Batería Tubular OPz

Fuente: (Buitron & Burbano, 2010)

2. Baterías plomo - ácidos

(Buitron & Burbano, 2010, pág. 55), Exponen que estas baterías obtienen a través del electrolito líquido y Son recargables, de fácil mantenimiento, relativamente económico, y se obtienen en una variedad de tamaños para escoger. Debido a que el plomo es un metal blando, casi siempre se agregan otros metales como antimonio o calcio, para ayudar en el reforzamiento de las placas y así cambiar las características de la batería.

También nos dicen que la batería de plomo y antimonio se usa más frecuentemente en sistemas fotovoltaicos independientes, es de tipo abierto, ya que requiere un alto consumo de agua. Las baterías de plomo calcio se pueden usar cuando no se anticipan descargas profundas. Su costo inicial es menor, pero cuenta con una vida útil corta y menor a la de plomo - cadmio.

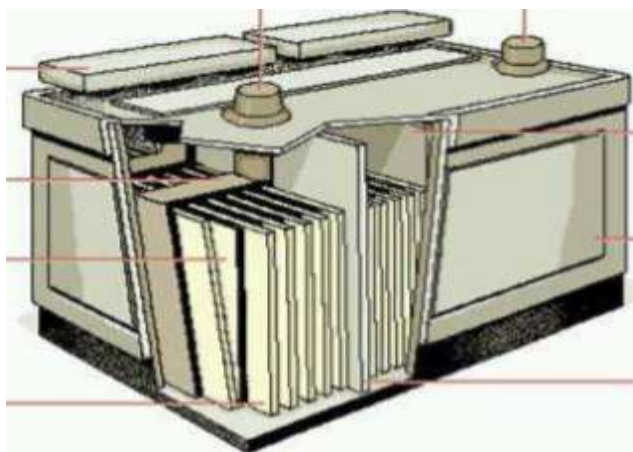


Figura 9: Batería Plomo - Acido
Fuente: (Buitron & Burbano, 2010)

3. Batería Níquel – cadmio

(Buitron & Burbano, 2010, pág. 56) precisan que las baterías de níquel-cadmio son baterías de electrolito alcalino y permiten descargas profundas de hasta el 90% de su capacidad nominal. Su coeficiente de autodescarga es relativamente bajo, pero de alto requerimiento ante variaciones de temperatura y también de alto rendimiento de absorción de carga. Se las puede utilizar en aplicaciones en sistemas fotovoltaicos. Su costo inicial es más que el de plomo – ácido, pero solo para algunas aplicaciones. Sus ventajas de este tipo de baterías incluyen una prolongada vida, pero con algunas consideraciones de mantenimiento, así también tienen durabilidad y capacidad de soportar condiciones extremas.

4. Baterías de Ion – Litio

(Buitron & Burbano, 2010, pág. 57) Define como un dispositivo que su diseño está enfocado para almacenamiento de energía eléctrica que utiliza como electrolito sal de litio. Pero tiene obstáculos con este tipo de baterías ya que presentan degradación y sensibilidad a elevadas temperaturas, que pueden llegar a destruirlas e incluso provocar una explosión, por lo cual requieren otros

sistemas de seguridad, otros dispositivos que aumentan el precio de estas baterías.



Figura 10: Baterías de Ion – Litio para Sistemas Fotovoltaicos
Fuente: (Buitron & Burbano, 2010).

Asimismo, determinan que las baterías más utilizadas en las instalaciones solares son las de plomo-acido, por las características que presentan. Dentro de este tipo de baterías nos podemos encontrar diferentes modelos.

2.2.1.3 Regulador de carga

(Rivas, 2015, pág. 27) Define a los reguladores de carga como los dispositivos que nos permiten cargar las baterías adecuadamente y también evitar sobrecargas y descargas excesivas de las baterías. Siempre que se use baterías en algún sistema fotovoltaico debe haber también algún tipo de regulador que soporte las necesidades de la batería.

Además, también los reguladores de la actualidad vienen incluidos algunos tipos de protección como:

Protección contra corto circuito; se refiere a que desconecta la salida de la carga, el regulador, está constantemente intentando restaurar la salida cada segundo. Cuando la falla desaparece, la salida del circuito de carga, vuelve a restaurarse.

Protección contra sobre tensiones; estas en la mayoría de los casos es causada por fenómenos naturales tales como las descargas eléctricas, en este tipo de casos la protección está dada por varistores conectados en la entrada

como a la salida de las líneas de alimentación. También debemos tener en cuenta que algunos reguladores permiten la inversión de su polaridad en los bornes de la batería y de la celda.

Tipos de reguladores

En la actualidad existen 2 tipos de reguladores de carga, el PWM conocido también como convencional, y el MPPT también conocido como maximizado. La elección de uno de ellos va depender del tipo de placa solar que se utilice en la instalación. Si se tratan de placas solares de 36 o 72 células (paneles de hasta 200W) será suficiente usar un regulador PWM debido a que estas placas presentan un voltaje alto voltaje en el punto de máxima potencia. Por otro lado, si usamos placas de 60 células (paneles de potencia superior a 200W) será obligatorio el uso del regulador de tipo MPPT, ya que este tipo de regulador tiene un voltaje menor, su prioridad es el amperaje antes que el voltaje. (Damia Solar, s.f.)

2.2.1.4 Inversor

(Grupo de Nuevas Actividades Profesionales, 2002, pág. 40) Puntualizan que este elemento del sistema fotovoltaico que está encargada de convertir la corriente continua en corriente alterna. Los inversores comercializados hoy en día utilizan diversas tecnologías que deben funcionar en forma automática el punto de potencia máxima que actúa como controlador permanente de aislamiento para la conexión- desconexión automática de la instalación. Por otro la los sistemas que está conectado a la red, será de vital importancia su capacidad para adaptarse a la red eléctrica evitando modificar sus características.

2.2.1.5 Consumo

(Buitron & Burbano, 2010, pág. 63) sostienen que, al analizar el mercado de consumos, nos vamos a encontrar con cargas que utilizan corriente alterna como también corriente continua. Las cargas que trabajan con corriente continua se pueden conectar directamente del regulador sin utilizar inversor la ventaja que presenta es que la potencia de consumo es menor, pero con por otro lado

tiene el inconveniente que el costo de los equipos que trabajan a corriente continua es mucho mayor que los de corriente alterna y por lo general la mayoría de equipos que existen en el mercado son de corriente alterna por eso es necesario un inversor. En las viviendas la mayoría de las cargas son de corriente alterna.

2.2.1.6 Dimensionamiento el cableado

Bayod como se citó en (Rivas, 2015, pág. 39) nos manifiesta la importancia de la sección de los cables empleados sea la adecuada. En la parte de corriente continua de la instalación se suele trabajar con muy baja tensión, pero con intensidades de corriente relativamente altas por lo que se debe tener en cuenta las corrientes para seleccionar debidamente el conductor evitando calentamiento de los conductores o puede llegar a causar incendios.

2.2.2 Ahorro de energía

Cálculo del costo mensual del servicio eléctrico

El costo de la energía consumida es calculado viendo la diferencia de lecturas entre el mes actual y el mes anterior, multiplicado por el factor del medidor y la tarifa a la cual está sometido el servicio (Factor de medidor: constante de reducción de la corriente para permitir el registro en el medidor).

También se considera en el recibo otros costos como cargo fijo, alícuota de alumbrado público, también cargo por mantenimiento y reposición aparte el IGV de cada uno de los conceptos. Donde cargo fijo son los costos asociados al usuario independientes de su demanda de potencia y energía).

Sólo en el caso de tarifas diferentes NO BT5 se facturará potencia y energía reactiva.

Definición del factor de medidor

Es la constante de reducción de la corriente que nos permite adaptar la carga a medir a la capacidad del equipo de medida.

Por otro lado, si la medición no puede darse en forma directa se utilizarán reductores aplicándose este factor con el fin que el equipo de medida pueda

soportar las tensiones y corrientes para efectuar el registro del consumo. Al momento de facturar deberá multiplicarse la diferencia de lecturas por el factor del medidor para obtener el consumo real. (Luz del Sur, 2019)

En el grupo residencial 10 de villa el salvador, los consumos son elevados ya que la mayoría de las viviendas son de uso multifamiliar con una tarifa residencial BT5 a continuación se muestra el cuadro.

Tabla 2: Características de la Tarifa BT5-B Residencial.

		Unidad	Tarifa Sin IGV
TARIFA BT5B	TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA 1E		
Residencial	a) Para usuarios con consumos menores o iguales a 100 kW.h por mes		
	0 - 30 kW.h		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	2.62
	Cargo por Energía Activa	ctm. S./kW.h	37.79
	31 - 100 kW.h		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	2.62
	Cargo por Energía Activa - Primeros 30 kW.h	S./mes	11.34
	Cargo por Energía Activa - Exceso de 30 kW.h	ctm. S./kW.h	50.39
	b) Para usuarios con consumos mayores a 100 kW.h por mes		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	2.72
	Cargo por Energía Activa	ctm. S./kW.h	52.30

Fuente: (osinergmin, 2019)

La generación de energía eléctrica a través del sistema fotovoltaico disminuirá los costos eléctrica de energía convencional ya que el precio de esta energía es elevado, así como también fomentara la tecnología mediante el uso

de energías renovables ayudando considerablemente en el avance tecnológico y progreso de este grupo residencial.

2.3 Definición de términos

1. **Alícuota de Alumbrado.** Se refiere a la parte que paga cada usuario del alumbrado publico
2. **Conductividad.** Es la propiedad física de transmitir la electricidad que disponen algunos objetos.
3. **Conversores.** Es el que convierte de corriente directa ya sea a corriente continua o corriente directa a un diferente nivel de tensión.
4. **Ciclado.** Es cuando la batería se carga en las horas de insolación solar y se descarga en la noche.
5. **Encapsulante.** Es un componente que se encarga de proteger a las celdas solares dentro de un panel.
6. **Elementos de protección.** Son los elementos que se encargan de proteger a los equipos y a las instalaciones eléctricas, estas son interruptores automáticos magneto térmico, fusibles y los sistemas de puesta a tierra.
7. **Electricidad.** es el conjunto de fenómenos que es producto del movimiento de los electrones que interactúan entre las cargas positivas y negativas de los elementos intervinientes.
8. **Energías Renovables.** Se trata de la energía obtenida de fuentes que son inagotables y que son abundantes en el planeta tierra estos son la energía del aire, la energía solar, entre otras.
9. **Fusible.** Se trata de un instrumento, y su función es proteger una instalación eléctrica con todos sus elementos contra sobre corrientes que puedan darse en una instalación.
10. **Insolación.** es la cantidad de energía que llega a un determinado lugar en forma de radiación solar en un día completo.
11. **La celda solar.** Es el principal elemento del sistema fotovoltaico ya que a través de ellas se puede convertir la energía solar en energía eléctrica.

- 12. Reguladores de carga.** Son los encargados de mantener un voltaje estable que alimenta a una batería.
- 13. Sistema de Almacenamiento.** Está formado por un arreglo de baterías y se encargan de acumular la energía captada durante la insolación para abastecer el consumo cuando no haya insolación y está compuesto mayormente de plomo y ácido.
- 14. Sistema fotovoltaico.** Es una de las principales energías renovables y es el sistema encargado de convertir la energía solar en energía eléctrica a través de todos los dispositivos que lo componen.

CAPITULO III

DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

3.1. Desarrollo del trabajo

La muestra es una vivienda multifamiliar ubicado en Mz H Lt 5 Sector 2 Grupo 10 con una facturación mensual de 700 Kw.h. promedio y a través de este sistema se desea cubrir la mayor parte de la demanda.

3.1.1 Cálculo de máxima demanda en vivienda

Se tendrá en cuenta todas las cargas existentes en una vivienda multifamiliar

Tabla 3: cuadro de cargas de una vivienda tipo

DESCRIPCION	POTENCIA (KW)	CANTIDAD	CARGA INSTALADA (kw)	F.P.	MAXIMA DEMANDA (kw)
Lámpara Fluorescente de 32 W (Escaleras)	0,032	5	0,16	0,8	0,13
Lámpara Fluorescente circular de 32 W	0,032	10	0,32	0,8	0,26
Foco ahorrador 20W	0,02	22	0,44	0,8	0,35
Lámpara Tipo Spot100	0,1	11	1,1	0,8	0,88
Terma 1500 W	1,5	2	3	1	3
Equipo de sonido 300	0,3	3	0,9	0,8	0,72
TV 180 W	0,18	8	1,44	0,8	1,2
DVD 35 W	0,035	8	0,28	0,8	0,23
Refrigeradora 350W	0,35	5	1,75	0,8	1,4
Lavadora 2KW	2	1	2	0,8	1,6
Licuadaora 300 W	0,3	4	1,2	0,8	0,96
Microondas 2Kw	2	3	6	0,8	4,8
Olla Arrocera 1 Kw	1	3	3	0,8	2,4
Plancha 1 Kw	1	5	5	1	5,0
Ventilador 50 W	0,05	1	0,05	0,8	0,04
Secadora de pelo 250	0,25	3	0,75	1	0,75
Aspiradora 300 W	0,3	1	0,3	0,8	0,2
PC completa 600 W	0,6	3	1,8	0,8	1,44
Laptop 150 W	0,15	2	0,3	0,8	0,24
TOTAL	11.1		29.79		25.6

Fuente: elaboración propia

Se seleccionará las cargas a ser alimentadas por los paneles fotovoltaicos teniendo en cuenta las cargas de mayor uso durante el día.

Tabla 4: Cuadro de cargas que se alimentara con nuestro sistema

DESCRIPCION	POTENCIA (KW)	CANTIDAD	CARGA INSTALADA (kw)	F.P.	MAXIMA DEMANDA (kw)
Lámpara Fluorescente de 32 W (Escaleras)	0,032	5	0,16	0,8	0,13
Lámpara Fluorescente circular de 32 W	0,032	10	0,32	0,8	0,26
Foco ahorrador 20W	0,02	22	0,44	0,8	0,35
Lámpara Tipo Spot 100 W	0,1	11	1,1	0,8	0,88
Equipo de sonido 300 W	0,3	3	0,9	0,8	0,72
TV 180 W	0,18	8	1,44	0,8	1,2
DVD 35 W	0,035	8	0,28	0,8	0,23
Laptop 150 W	0,15	2	0,3	0,8	0,24
TOTAL	1.4		5.99		4.01

Fuente: Elaboración propia

Potencia Nominal= 4.01 Kw = 4010watts

Voltaje Nominal= 220 volt

$$P = V * I \quad (1)$$

$$In = \frac{P}{V}$$

$$In = 18.23 \text{ Amperios}$$

Donde:

P = Potencia Nominal

V = Voltaje Nominal

In = Corriente Nominal

3.1.2 Método del mes peor

Con este método se realiza una evaluación entre la demanda de energía que vendría a ser los consumos y la energía eléctrica generada a través de los

paneles. Este método nos dice que debemos hacer todos los cálculos con el mes donde hay menos insolación solar o sea más crítica y así no se tendrá problemas en el resto de año. (Rivas, 2015)

En particular en nuestro caso se ubica en lima metropolitana y la época o el mes donde menos radiación solar existe es en julio con una incidencia de 4.08 kwh/m².

1. Evaluación de energía necesaria

Para estimar el consumo de energía que va utilizar nuestra instalación fotovoltaica es necesario tener en cuenta variaciones estacionales, hábitos, etc. Por lo que se debería hacerse un cálculo para todos los meses, en nuestro caso aremos una sola estimación anual, Además debemos incluir las pérdidas diarias por autoconsumo de los equipos que componen el sistema fotovoltaico.

La energía que necesita consumir el sistema fotovoltaico mensualmente va depender de los tipos de cargas, así como el tiempo que se utilicen.

Las características que se debe tener en cuenta de cada equipo deben ser:

- a) La potencia, tomada como nominal de los equipos, y que aparece en las características de estos.
- b) El número de horas de funcionamiento diario de los equipos de consumo.

De ahí que se concluye que la energía diaria de consumo será el producto de la potencia nominal por el número de equipos y por las horas diarias que se utilizan. (Rivas, 2015).

$$\text{Consumo} = P * N * H \quad (2)$$

Dónde:

Consumo = Watios/hora/día (Wh/día)

P = Potencia en Watios (W)

N = Número de equipos

H = Horas/día de funcionamiento

Tabla 5: Consumo de energía en un día

Descripción	Numero	P(W)	Horas/día	Días de uso/Semana	Energía (Wh/Día)	Energía (Wh/Mes)
Foco ahorrador	20	20	4	7	1600	44800
Lampara fluorescente(escalera)	4	32	3	7	384	10752
Lampara fluorescente circular	10	32	4	7	1280	35840
Lampara tipo Spot Light	6	100	3	7	1800	50400
Equipo de sonido	2	300	3	7	1800	50400
TV	7	180	3	7	3780	105840
DVD	7	35	3	7	735	20580
Laptop	3	150	1	6	450	10800
Energía total					11829	329410

Fuente: Elaboración propia

Como podemos ver la máxima demanda que se va alimentar con este sistema fotovoltaico será de 11.829 Kw.h./día, lo que en un mes vendría ser 329.410 Kw.h./mes. lo que representa el 47.05 % del consumo total de la vivienda tipo.

2. Rendimiento global de la instalación

El rendimiento global esta está referida al rendimiento de cada uno de los componentes de la instalación y se calcula con la formula siguiente:

$$R = (1 - Kb - Kc - Kr - Kv) * \left(\frac{1 - Ka * N}{Pd}\right) \quad (2)$$

Kb = Rendimiento global.

Kb = Coeficiente de perdidas por rendimiento en el acumulador.

Ka = Fracción de energía que se pierde por auto descarga.

Kc = Perdidas por el rendimiento del inversor.

Kr = Perdidas en el controlador de carga.

Kv = Otras perdidas no consideradas anteriormente.

N = Número de días de autonomía para asegurar un servicio sin carga.

Pd =Profundidad máxima de descarga admisible.

Tabla 6: Rendimientos de los componentes del sistema FV.

Kb	Pérdidas en el proceso de acumulación
0.05	Acumulados nuevos, sin descargas intensas
0.1	Acumulados viejos, descargas intensas, temperaturas bajas
Ka	Autodescarga de la batería
0.002	Baterías de baja autodescarga, sin mantenimiento
0.005	Baterías estacionarias de energía solar
0.012	Baterías de alta autodescarga
Kc	Pérdidas por el rendimiento del inversor
0	No hay inversor en la instalación
0.05	Rendimiento inversor 95%
0.1	Rendimiento inversor 90%
0.15	Rendimiento inversor 85%
0.2	Rendimiento inversor < 85%
Kv	Otras pérdidas no consideradas
0.15	Si no se tiene en cuenta pérdidas en cableado y equipos
0.05	Si se ha realizado un estudio detallado de pérdidas en equipos
Kv	Pérdidas en el controlador de carga
0.1	Controlador de carga eficiente
0.15	Controlador de carga antiguo, poco eficiente
Pd	Profundidad de descarga máxima admisible
0.9	Batería descargada hasta el 90%
0.8	Batería descargada hasta el 80%
0.7	Batería descargada hasta el 70%
0.6	Batería descargada hasta el 60%
0.5	Batería descargada hasta el 50%
0.4	Batería descargada hasta el 40%
0.3	Batería descargada hasta el 30%
N	Número de días de autonomía
3	Vivienda fines de semana
5	Vivienda habitual
15	Instalaciones especiales con servicio prioritario
20	Instalaciones especiales alta fiabilidad

Fuente: Elaboración propia

Las pérdidas en el sistema en cada uno de sus componentes en nuestro caso serán: en el proceso de acumulación (kb) un 0.05, auto descarga de la batería (ka) un 0.005, perdidas por el rendimiento del inversor (kc) un 0.15, perdidas en el controlador de carga (kr) de 0.1 y otras perdidas (kv) de 0.05.

Calculando el rendimiento global de la instalación

$$R = (1 - 0.05 - 0.15 - 0.1 - 0.05) * \left(\frac{1 - 0.005 * 3}{0.7} \right)$$

$$R = 0.6361$$

Como podemos ver el sistema tendrá un rendimiento de 63.6%

3. Consumo total de la instalación

Entonces el consumo total a producir por los paneles será:

$$C_{tp} = \frac{\text{consumo}}{R} \quad (3)$$

$$C_{tp} = \frac{11.829 \text{ Wh. dia}}{0.6361}$$

$$C_{tp} = 18596.1 \text{ Wh. dia}$$

Donde:

C_{tp} = Consumo total a producir por los paneles en un día

R = Rendimiento global de la instalación

4. Evaluación de la radiación solar disponible

La energía que se captara va depender exclusivamente de la climatología del lugar donde va ser instalado el sistema como también el ángulo de inclinación del panel con respecto del sol.

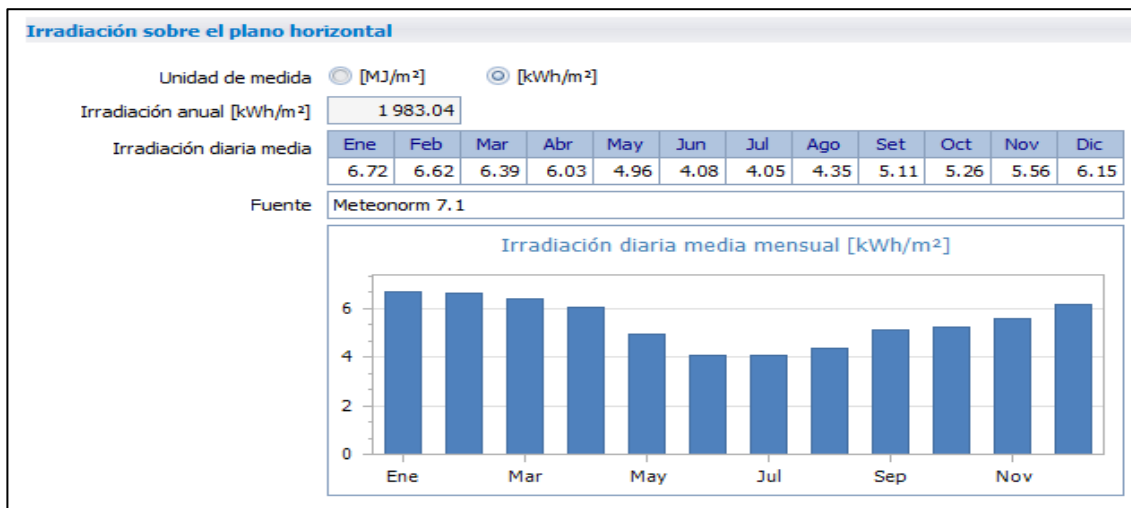


Ilustración 11: Irradiación solar durante un año

Fuente: (Solarius PV)

Como podemos observar en la tabla de irradiación media el mes donde la irradiación solar es menor es el mes de julio con 4.05 horas de sol y este será el

número de horas solar pico con la que trabajaremos y la denominaremos como h.

Se realizará una instalación fija, por lo consiguiente sin seguimiento solar, por otro lado el ángulo de inclinación óptimo del generador fotovoltaico está relacionado con la latitud del lugar donde va instalar el sistema, en nuestro caso la latitud de lima es de 12° según (geodatos, 2019), el ángulo de inclinación está dada por la siguiente ecuación donde ambos ángulos se expresan en grados y φ es la latitud del lugar:

$$\beta_{opt} = 3.7 + 0.67\varphi \quad (4)$$

$$\beta_{opt} = 3.7 + 0.67 * (12)$$

$$\beta_{opt} = 11.74^\circ$$

Dónde:

β_{opt} = Angulo óptimo de inclinación.

φ = Latitud del Lugar (grados).

La inclinación óptima va a variar durante todo el año, (máxima en verano, mínima en invierno) por lo tanto, cuando se trata de una instalación fija se suele escoger un valor de inclinación para la máxima potencia media recibida anualmente.

Tabla 7: Inclinación en función de la latitud

Latitud del Lugar	Angulo de Inclinación	Angulo de Inclinación
Instalación (en grados)	Invierno	Verano
0 a 15°	15°	15°
15 a 25°	Igual que la latitud	Igual que la latitud
25 a 30°	Latitud + 5°	Latitud - 5°
30 a 35°	Latitud + 10°	Latitud - 10°
35 a 40°	Latitud + 15°	Latitud - 15°
> 40°	Latitud + 20°	Latitud - 20°

Fuente: parejo 2009, (Rivas, 2015)

Cuando se trata de unos anual casi siempre se escoge un valor aproximado a la latitud para que así tenga una mejor captación en invierno respecto a verano.

Se debe tomar en cuenta que según en el hemisferio que nos encontremos debemos orientar hacia el hemisferio contrario nuestros paneles.

En nuestro caso estamos en hemisferio sur lo que nuestro panel estará orientado hacia el norte con una inclinación de 15° según la tabla 5. (Rivas, 2015).

5. Cálculo del número de paneles fotovoltaicos

Se usará paneles de 325 W a 24 V Telesun con celdas policristalinas de 72 células ya que es de menor costo y también por las características del lugar donde va ser instalado.

Tabla 8: Características del panel solar seleccionado

Denominación	Modulo solar	
Pmax	325	W
Vnom	24	V
Vpm	37.4	V
Ipm	8.7	A
Voc	45.7	V
Isc	9.22	A

Fuente: Elaboración propia.

Pmax= potencia máxima

Vnom= voltaje nominal del panel

Vpm=voltaje en el punto de potencia máxima

Ipm= intensidad en el punto de potencia máxima

Voc= voltaje a circuito abierto

Isc= corriente de cortocircuito

Calculamos la energía diaria producida por un panel fotovoltaico

$$E_{diaria} = I_{pm} * h \quad (5)$$

$$E_{diaria} = 8.7 * 4.05$$

$$E_{diaria} = 35.24 \text{ A.h/ diario}$$

Donde

E_{diaria}= Energía diaria producida por un panel (A.h/ diario)

I_{pm} =intensidad en el punto de máxima potencia (A)
 h = horas solar pico.

Se calculará como la potencia total a producir por los paneles en un día dividido con la potencia diaria que produce un solo panel.

$$Np = \frac{C_{total}}{C_{diario}} \quad (6)$$

$$Np = \frac{18596.1}{V_{nom} * E_{diaria}}$$

$$Np = \frac{18596.1}{24 * 35.24}$$

$$Np = 21.98 \cong 22$$

Donde:

Np =Numero de paneles en la instalación

C_{total} = Consumo total de la instalación (w.h/dia)

C_{diario} = Consumo diario de la instalación (w.h/dia)

V_{nom} = Voltaje nominal del panel (v)

E_{diaria} = la energía producida en un día por un solo panel en amperios
(A.h/día)

Como podemos ver el número de paneles será de 32 módulos conectados de 2 en serie y 16 grupos en paralelo ya el voltaje de la instalación será de 48 voltios y nuestro panel es de 24 voltios.

6. Intensidad de corriente del campo fotovoltaico

Se calculará mediante la intensidad en el punto de potencia máxima multiplicado por el número de paneles de la instalación.

$$I_{cf} = I_{pm} * N \quad (7)$$

$$I_{cf} = 8.7 * 11$$

$$I_{cf} = 95.7 A$$

Donde

I_{cf} = intensidad en el campo fotovoltaico

I_{pm} = intensidad en el punto de potencia máxima.

N = numero de paneles conectados en paralelo

El regulador de carga tiene que funcionar al mismo voltaje del sistema y además ser capaz de trabajar con una intensidad de corriente mínimo un 10% superior a la intensidad máxima de los paneles fotovoltaicos

7. Elección del regulador de carga

Para la elección del regulador lo principal es que tiene que funcionar al mismo voltaje del sistema en nuestro caso a 24V y además que tiene que ser capaz de soportar corrientes que gestionara. Los parámetros en este sistema son la tensión y corriente y lo recomendado es que la corriente nominal del regulador sea un 10% mayor a la intensidad de corriente proveniente de los paneles.

$$I_{reg} = I_{cf} * 1.1 \quad (8)$$

$$I_{reg} = 105.2$$

Dónde:

I_{reg} = Corriente del regulador (A).

I_{cf} = intensidad del campo fotovoltaico.

El factor 1.1 es porque el regulador debe ser 10% mayor que la corriente proveniente del campo fotovoltaico.

Se debe tener un regulador de 48 voltios con una corriente de 105.2 Amperios como mínimo. En nuestra instalación utilizaremos un regulador Steca Power Tarom 4110 de 48 voltios y 110 amperios el cual es suficiente para la corriente que se genera en nuestro sistema.

Dimensionamiento del sistema de acumulación

Para dimensionar el sistema de almacenamiento se definen algunos factores que se tendrán en cuenta para la evaluación del tamaño del sistema de almacenamiento:

Días de autonomía (D): Se referirá a los días que la instalación va funcionar sin recibir energía de los paneles. Este parámetro está fuertemente condicionado por las características climáticas del lugar y por las necesidades de confiabilidad del suministro. Por lo general para electrificaciones autónomas el factor varía entre 4 y 6 días, pero para otras aplicaciones profesionales pueden llegar a superar los 10. Para nuestra instalación se recomienda que el sistema debe tener 3 días como mínimo.

Descarga (*Mpd*): se trata del límite de descarga que puede llegar a tener la batería sin perjudicar sus presentaciones. (Rivas, 2015)

La capacidad de acumulación, que se calcula en amperios hora a través de la formula siguiente:

$$Q = \frac{C_{total} * N}{Mpd * V_{nom}} \quad (8)$$

$$Q = \frac{18596.1 * 3}{0.7 * 48}$$

$$Q = 1660.37 Ah$$

Dónde:

Q = Capacidad de acumulación (*Ah*).

Mpd = Máxima Profundidad de descarga (*Días*).

V = voltaje nominal en corriente continua de (*V*).

C_{total} = Consumo total de instalación (*Wh/día*).

Se utilizará baterías con 600 Ah a 6V de la marca Upower, con la que se tiene los siguientes datos

Denominación	Batería	
Capacidad nominal	600	Ah
Voltaje nominal	6	V

Para calcular el número de baterías primero debemos hacer un arreglo de baterías para llegar al voltaje del sistema entonces conectaremos 8 baterías en serie con la llegamos a el voltaje del sistema que es 48V y 600Ah ahora ya podemos calcular el número de baterías con la siguiente formula:

$$N_{baterias\ paralelo} = \frac{q}{C_{nominal\ bateria}} \quad (9)$$

$$N_{baterias\ paralelo} = \frac{1660.37}{600}$$

$$N_{baterias\ Paralelo} = 2.76 \cong 3$$

Ahora multiplicaremos a este número de baterías por 8 que están conectadas en serie que vendría a ser un total de 24 baterías

$$N_{total} = N_{baterias\ serie} * N_{baterias\ paralelo} \quad (10)$$

$$N_{total} = 8 * 3$$

$$N_{total} = 24\ baterias$$

Se utilizaran 24 baterías de 6 voltios de las que estarán 8 conectadas en serie y 3 grupos de 8 conectadas en paralelo como se puede apreciar en el anexo numero

8. Elección del inversor

En la selección del inversor se debe tener en cuenta la potencia de todas las cargas que van a ser alimentadas al mismo tiempo. También se debe tener en cuenta que la tensión de entrada que va ser en corriente continua sea la misma con los paneles y la batería, y la salida que será en corriente alterna que coincidirán con el voltaje de las cargas que se van alimentar.

También hay que ver, si son varias cargas en corriente alterna si estas se utilizaran simultáneamente. Así se establece cual es la verdadera potencia que debe entregar el inversor en un determinado instante. Pero si se cuenta con varios equipos es poco probable que todos estos funcionen a la misma vez. (Ramos & Luna, 2014)

Tabla 9: Simultaneidad de las cargas

Descripción	Numero	P(W)	Horas/día	Días de uso/Semana	Energía (Wh/Mes)	%de simultaneidad	potencia simultanea
Foco ahorrador	20	20	4	7	44800	100%	400
Lampara fluorescente(escalera)	4	32	3	7	10752	100%	128
Lampara fluorescente circular	10	32	4	7	35840	100%	320
Lampara tipo Spot Light	6	100	3	7	50400	60%	360
Equipo de sonido	2	300	3	7	50400	70%	420
TV	7	180	3	7	105840	80%	1008
DVD	7	35	3	7	20580	80%	196
Laptop	3	150	1	6	10800	50%	225

Fuente: elaboración propia

Potencia demandada simultáneamente será igual a 3057W con un margen de seguridad de un 10%; de ahí que la potencia que tendría que generar el inversor será de 3057×1.1 que sería de 3362.7 W con voltaje de 48V con lo que la intensidad será de 70.05.A.

Se utilizará un inversor de 5000 W a 48V de la marca Must Solar

Tabla 10: Datos más importantes del inversor

Denominación	Inversor	
Pico de Potencia del Inversor	10000	W
Voltaje de Trabajo del Inversor	48	V
Potencia de Salida continuada	5000	W
Eficiencia del Inversor	Onda Senoidal Pura	
Salida voltaje nominal	220,230	V
Frecuencia de salida	50,60	Hz
Eficiencia inversora (pico)	>88%	

Fuente: Elaboración propia

9. Dimensionamiento del cableado

Se debe tener en cuenta la sección de los cables ya que deben ser los adecuados. En la primera parte de la instalación donde la corriente es continua la intensidad es elevada y su voltaje es relativamente bajo. Es así que si la sección del conductor no es la adecuada las pérdidas serán elevadas por el calentamiento de los conductores y hasta llegar a provocar incendios.

También se debe tratar en lo posible minimizar la longitud de los cables y para lograr esto los módulos deben estar simultáneamente cerca con el regulador y las baterías. (Rivas, 2015).

Para el cálculo de la sección de cable, en los distintos tramos de nuestra instalación fotovoltaica, se utiliza la siguiente ecuación:

$$S = \left(\frac{2 * L * I}{K * \Delta V} \right) \quad (11)$$

Donde:

S =sección del cable (mm²)

L = longitud del cable (m)

I = Intensidad de corriente que soportara el conductor

K = Constante del material del conductor

ΔV = caída de tensión en el conductor

Tabla 11: Datos para el cálculo de sección de cables.

Regulador – Regulador –Baterías				
Longitud	1	m		
Material	Cobre		56	m / Ω mm ²
Intensidad	95.7	A		
% caída tensión	1	%		0.48 V
Tensión	48			
Sección	50	mm²		
Baterías - Inversor				
Longitud	2	m		
Material	Cobre		56	m / Ω mm ²
Intensidad	70.05	A		
% caída tensión	1	%		0.48 V
Tensión	48			
Sección	25	mm²		

Fuente: Elaboración propia

11. niveles de ahorro de energía en un mes

Como podemos apreciar en el recibo de consumo de energía eléctrica es en promedio 700 kw.h/ mes de los cuales 478.512 Kw.h./mes. Sera cubierto por el sistema fotovoltaico.



LUZ DEL SUR
LUZ DEL SUR S.A.
AV. CONQUIA 3100, SAN JOSE - LIMA
TEL. 0022388888

N° DE SUMINISTRO **1026154**

MAYTA GALVEZ BENIGNO
MZ.H LT.5 A.H. V.E.S. SECT.2 GR. 10
VILLA EL SALVADOR - LIMA
000558

Recibo Nro. 231993974 N - BV-31625

Ruta 05-551-1300 Medidor Nro. 002676240 S - 0145

DATOS DEL SUMINISTRO

Tarifa	BT5B Residencial
Conexión	Subterránea C1.1
Sector Típico	1 (SE0133)
Potencia Contratada	0.80 KW
Nivel Tensión	220 V
Medidor	MONOFÁSICO Mecánico 3 Hilos

DETALLE DEL CONSUMO

Lectura Actual	75829.20 (09/10/19)
Lectura Anterior	75122.70 (07/09/19)
Diferencia lecturas	706.50
Factor del medidor	1
Consumo a facturar	706.50 KW.h

HISTORIA DE CONSUMO



Importe 2 Últimos Meses Facturados
Ago-19 S/ 440.91 Sep-19 S/ 428.39

DETALLE DE LOS IMPORTES FACTURADOS

Descripción	Precio Unit.	Importe
Cargo Fijo		2.72
Mant. y Reparación de Conexión		1.29
Consumo de Energía	0.5108	360.88
Alumbrado Público		32.20
Interés Compensatorio I.G.V.		71.97
Electrificación Rural (Ley N° 28749)	0.0084	5.93
Interés Moratorio		0.28
SUBTOTAL DEL MES		477.97
Deuda Vencida (1)		428.40
Ajuste sencillo mes anterior		0.03
Ajuste sencillo mes actual		0.00
TOTAL IMPORTES FACTURADOS		906.40

MENSAJES AL CLIENTE

Las conexiones clandestinas ponen en riesgo su integridad física y sobrecargan las redes, lo que puede afectar sus electrodomésticos y causar graves accidentes. Denuncie el hurto de energía llamando a Fonoluz, se mantendrá absoluta discreción.

- ✓ Evite el corte por deuda de su servicio, pagando antes de la fecha programada de corte: 04-NOV-2019
- ✓ El total a pagar incluye: Recargo por FOSE (Ley 27510) S/ 13.31

ENCARGOS DE COBRANZA

TOTAL A PAGAR S/ *******906.40**



10261546 10000000090640

FECHA DE EMISIÓN

10-OCT-2019

FECHA DE VENCIMIENTO

25-OCT-2019



www.luzdelsur.com.pe

Impreso por Energía S.A. R.U.C. 20100117926

Ilustración 12: Recibo de luz de vivienda tipo
Fuente: (Luz del Sur, 2019)

Como podemos ver en el recibo el precio por Kw.h será de 0.5108 a lo que le multiplicamos por los 329.410 Kw.h generado por los paneles en un mes lo que nos da 168.26 soles de ahorro del total de 357.56 lo que representa el 47.05% del consumo total de la vivienda.

3.2 Resultados

1. Se logro determinar la máxima demanda de la vivienda tipo como se observa en la tabla 12 cuadro de cargas de una vivienda tipo y es de 25.5 Kw.
2. Se selecciono las cargas a ser alimentadas por el Sistema fotovoltaico como se observa en la tabla 4 siendo un total de 4.01 Kw.
3. Se utilizo el método del mes peor y a través de la ilustración número 11 se concluyó que el mes donde menos radiación solar hay es en julio con 4.05 kw.h/día.
4. Como podemos ver en la tabla 5 la máxima demanda que se va alimentar con este sistema fotovoltaico será de 11.829 Kw.h./día, lo que en un mes vendría ser 329.410 Kw.h./mes. lo que representa el 47.05 % del consumo total de la vivienda tipo que tienes un consumo de 700 Kw.h/mes.
5. Se determino el rendimiento global de la instalación atravesó de los elementos intervinientes en la instalación y su eficiencia de trabajo como se muestra en la tabla número 6 y se concluyó que va tener un rendimiento global de 63.6 %. Y a través de este rendimiento se determinó que la potencia total de la instalación fotovoltaica debe tener una generación de 18596.1 Wh/dia.
6. Se logro determinar que es necesario que nuestro sistema fotovoltaico debe generar una potencia diaria de 18596.1 Wh/dia por lo que seleccionamos el panel de 325 W a 24 V de la marca Telesun con celdas policristalinas de 72 células por su eficiencia y también por las características del lugar donde va ser instalado generalmente hay poca lluvia, abundante radiación solar. Donde se utilizaron 22 panales de este tipo.
7. Se concluyo a través de los cálculos que se debe tener un regulador de 48 voltios con una corriente de 105.2 Amperios como mínimo. Por lo que selecciono un regulador de la marca Steca Power Tarom 4110 de 48 voltios y 110 amperios el cual es suficiente para la corriente que se genera en nuestro sistema.

8. Se llegó a concluir con los cálculos hechos que la capacidad del sistema de acumulación será de $1660.37Ah$. Por lo que se utilizó baterías con 600 Ah a 6V de la marca Upower con la que se utilizarán 24 baterías de este tipo 8 conectados en serie y 3 bloques de 8 conectados en paralelo.
9. Para la elección del inversor se tuvo en cuenta la potencia demandada simultáneamente como se ve en la tabla 9 y será igual a 3057W con un margen de seguridad de un 10% por las corrientes pico de los equipos; de ahí que la potencia que tendría que generar el inversor será de 3362.7 W con voltaje de 48V con lo que la intensidad será de 70.05.A. Se utilizará un inversor de 5000 W a 48V de la marca Must Solar ya se adapta a las características de la instalación.
10. En la elección de los conductores se debe tener en cuenta la corriente que debe soportar en cada parte de la instalación para evitar el calentamiento de los mismos.
11. Los niveles de ahorro de energía que se tendrán serán de 168.26 soles de ahorro del total de 357.56 lo que representa el 47.05 % del consumo total de la vivienda gracias a la instalación de este sistema fotovoltaico.

3.3 Conclusiones

1. Se diseñó un sistema fotovoltaico con el que se tiene un ahorro de 47.1% del total de potencia consumida en esta vivienda tipo.
2. Se determinó que la máxima demanda energética de las viviendas es de 25.5 Kw de los cuales 4.01 Kw se cubrirá con nuestro sistema.
3. Se seleccionaron los paneles de acuerdo al precio y al lugar donde se instalarán nuestros paneles la cual se seleccionó paneles de 325 W a 24 V Telesun con celdas policristalinas de 72 células las cuales fueron instaladas 2 en serie y 11 grupos de 2 en paralelo como se muestra en el anexo.
4. Se debe tener en cuenta para la selección de los elementos como inversor, controlador de carga; una de sus características es que la corriente, no debe superar su intensidad nominal de cada elemento seleccionado, tomando en cuenta un margen de protección para cada elemento logrando así el perfecto

funcionamiento de los equipos por ende también el perfecto funcionamiento del sistema fotovoltaico. También debemos considerar para seleccionar de los cables la intensidad que esta va soportar y que sea de una sección de cable adecuada evitando calentamiento de los cables que puede llegar si es demasiado este calentamiento hasta provocar incendios. Otra de sus características que tenemos que tener en cuenta es que todo el sistema debe estar trabajando en el mismo voltaje asegurando así el perfecto funcionamiento del sistema. s sus elementos deben trabajar al mismo voltaje para lograr el perfecto funcionamiento de sistema.

5. Los niveles de ahorro que se logran a través de este sistema serán de 47.1% del total de la potencia consumida en la vivienda tipo en un mes con lo que disminuirá 168.26 soles del recibo mensual de la vivienda tipo.

3.4 Recomendaciones

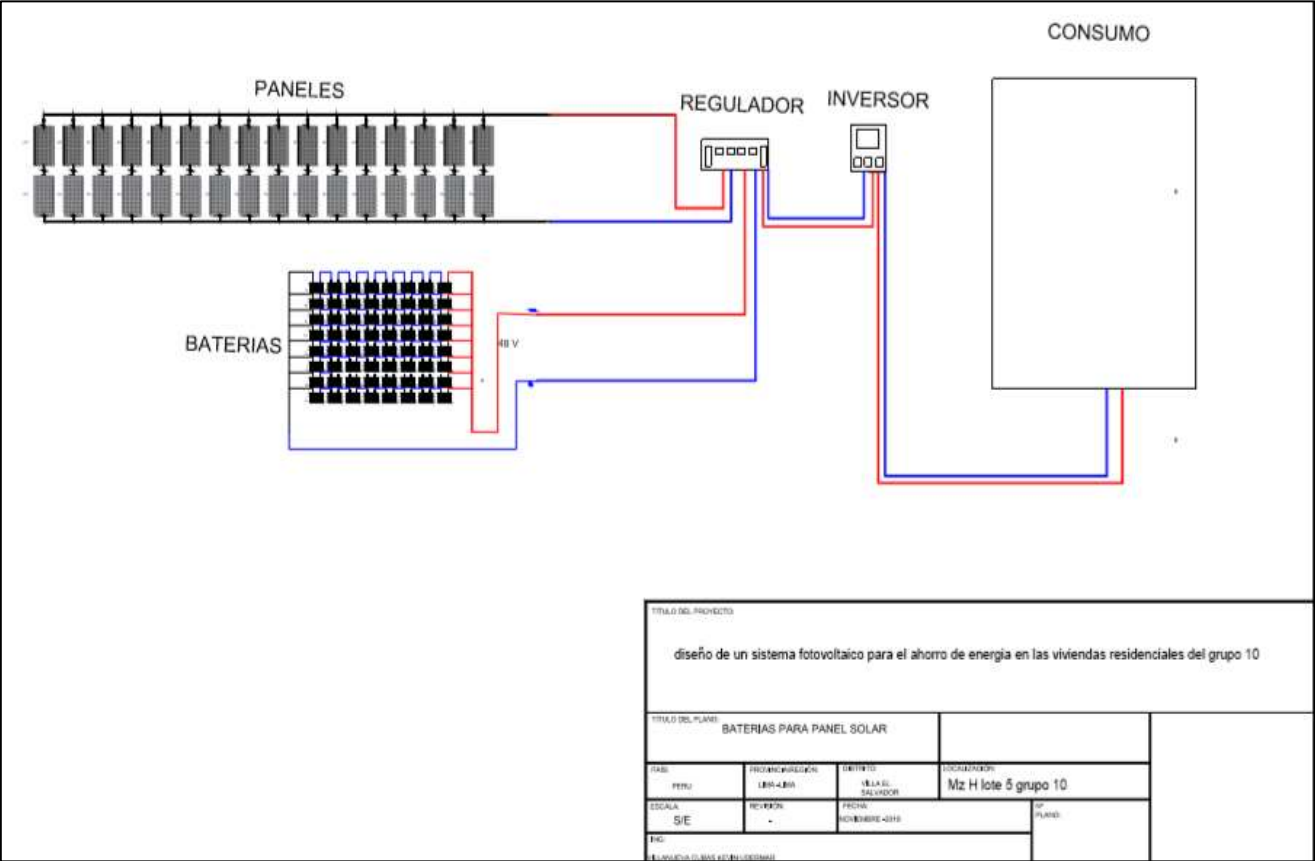
1. Se recomienda a futuro instalar un sistema fotovoltaico con mayor capacidad para cubrir el 100% de la potencia consumida en la vivienda tipo logrando así una vivienda energéticamente autosostenible.
2. También se recomienda instalar este tipo de sistema en todo el grupo residencial ya que a través de estos sistemas se logra un avance tecnológico de esta población ayudando al medio ambiente no contaminando, ya que es una energía limpia que no contamina y servir de modelo para otros grupos residenciales de villa el salvador.
3. Se recomienda instalar un sistema de protección de puesta a tierra ya que es de vital importancia para la protección de nuestros equipos ya que nuestra vivienda tipo no cuenta con sistema de puesta a tierra.

Bibliografía

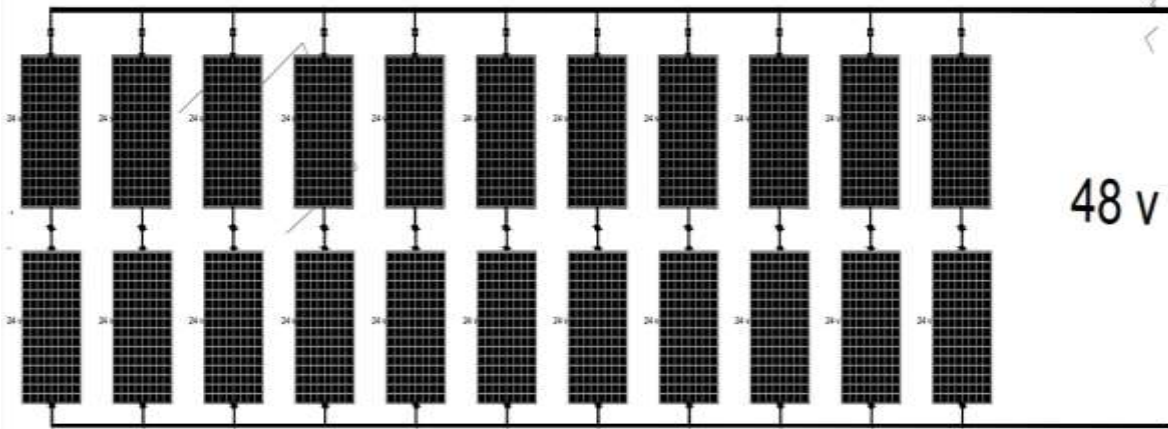
- Buitron, P. R., & Burbano, G. G. (2010). *Elaboracion de una normativa para el diseño y diagnostico de sistemas fotovoltaicos residenciales autonomos para el Ecuador*. Quito, Ecuador: Escuela Politecnica Nacional Facultad Electrica y Electronica.
- Cardozo, P. A. (2014). *Calculo y Diseño de Sistema Solar Fotovoltaico para Uso Domestico*. Mexico: Universidad Nacional Autonoma de Mexico.
- Damia Solar. (s.f.). Obtenido de regulador de caraga: https://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articulos-sobre-la-energia-solar-y-sus-componentes/que-regulador-solar-necesito_1#com
- geodatos. (2019). *geodatos.net*. Obtenido de <https://www.geodatos.net/coordenadas/peru/lima>
- Grupo de Nuevas Actividades Profesionales. (2002). *Energia Solar Fotovoltaica*. Madrid: Colegio Oficial de ingenieros de telecomunicacion.
- Horn, M. (2006). El estado actual del uso de la energía solar en el Perú. *Perueconomico*, 10,11.
- Lagos, G. F. (2015). *Sistema Fotovoltaico para el ahorro de energía eléctrica en el servicio de alumbrado general de Condominios*. Huancayo, Peru: Universidad Nacional del Centro del Peru Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería Mecánica.
- Luz del Sur. (2019). *LUZ DEL SUR*. Obtenido de <https://www.luzdelsur.com.pe/preguntas-frecuentes/tarifas.html>
- Montes, I., Fernandez, A., Jimenez, C., Lecuona, A., Mellado, F., Plaza, J., . . . Sala, G. (2002). *Energia Solar Fotovoltaica*. Madrid: grupo de nuevas actividades profesionales.

- osinergmin. (2019). *Pliego Tarifario Máximo del Servicio Público de Electricidad*.
Obtenido de <https://www.osinergmin.gob.pe/Tarifas/Electricidad/PliegosTarifariosUsuarioFinal.aspx?Id=150000>
- Ramos, H. L., & Luna, P. R. (octubre de 2014). *Diseño de un sistema fotovoltaico integrado a la red para el área de estacionamiento de la universidad tecnologica de Salamanca*. Chihuahua: Universidades Tecnologicas y Politecnicas.
- Rivas, C. E. (2015). *Analisis de Factibilidad de un Sistema de Generacion Fotovoltaica para el Sector Residencial de la ciudad de Loja*. Ecuador: Universidad Nacional de Loja.
- SENAMHI. (2003). *mapas de radiacion solar del peru*. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.
- Solaris PV. (s.f.). *Meteonorm 7.1*.

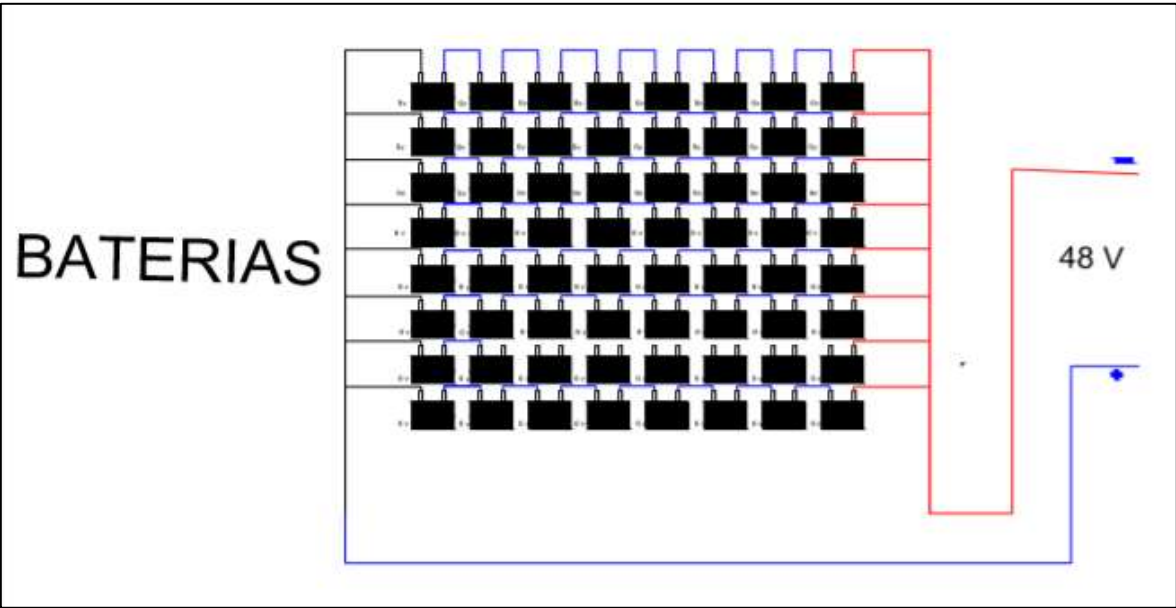
Anexos



Plano de instalación del sistema fotovoltaico



Arreglo de paneles de 24 voltios que se utilizaron conectados en serie y paralelo



Arreglo de baterías de 6 voltios que se utilizaron conectadas en serie y paralelo

ELECTRICAL PARAMETERS

Performance at STC (Power Tolerance 0 - +3%)				
Maximum Power (P _{max} /W)	315	320	325	330
Operating Voltage (V _{mpp} /V)	36.8	37.1	37.4	37.7
Operating Current (I _{mpp} /A)	8.56	8.63	8.70	8.76
Open-Circuit Voltage (V _{oc} /V)	45.2	45.5	45.7	45.9
Short-Circuit Current (I _{sc} /A)	9.11	9.16	9.22	9.27
Module Efficiency η _m (%)	16.2	16.5	16.7	17.0
Performance at NOCT				
Maximum Power (P _{max} /W)	232	236	240	243
Operating Voltage (V _{mpp} /V)	33.8	34.1	34.4	34.6
Operating Current (I _{mpp} /A)	6.88	6.92	6.98	7.04
Open-Circuit Voltage (V _{oc} /V)	41.7	42.0	42.2	42.3
Short-Circuit Current (I _{sc} /A)	7.38	7.42	7.46	7.51

*STC: 1000W/m², 25°C, AM 1.5 *NOCT: 800W/m², 20°C, AM 1.5, Wind Speed: 1m/s

Características técnicas de paneles policristalinos Telesur

	2070	2140	4055	4110	4140
Funcionamiento					
Tensión del sistema	12 V (24 V)		48 V		
Consumo propio	14 mA				
Datos de entrada CC					
Tensión de circuito abierto del módulo solar	< 50 V		< 100 V		
Corriente del módulo	70 A	140 A	55 A	110 A	140 A
Datos de salida CC					
Corriente de consumo	70 A	70 A	55 A	55 A	70 A
Tensión final de carga	13,7 V (27,4 V)		54,8 V		
Tensión de carga reforzada	14,4 V (28,8 V)		57,6 V		
Carga de compensación	14,7 V (29,4 V)		58,8 V		
Tensión de reconexión (SOC / LVR)	> 50 % / 12,6 V (25,2 V)		> 50 % / 50,4 V		
Protección contra descarga profunda (SOC / LVD)	< 30 % / 11,1 V (22,2 V)		< 30 % / 44,4 V		
Condiciones de uso					
Temperatura ambiente	-10 °C ... +60 °C				
Equipamiento y diseño					
Ajuste del tipo de batería	líquido (ajustable a través menú)				
Terminal (cable fino / único)	50 mm ² - AWG 1	95 mm ² - AWG 000	50 mm ² - AWG 1	70 mm ² - AWG 00	95 mm ² - AWG 000
Grado de protección	IP 65				
Dimensiones (X x Y x Z)	330 x 330 x 190 mm	360 x 330 x 190 mm	330 x 330 x 190 mm	360 x 330 x 190 mm	
Peso	10 kg				

Características técnicas del regulador de carga Steca Power Tarom 4110

Specifications			
	Nominal Voltage	6V	
	Nominal Capacity (120HR)	600AH	
Terminal Type	Standard Terminal	F22	
Container Material	Standard Option	ABS	
Rated Capacity	120hr, 1.80V/cell, 25°C	600.0 AH/ 5.00A	
	100hr, 1.80V/cell, 25°C	550.0 AH/ 5.50A	
	10hr, 1.80V/cell, 25°C	360.0 AH/ 36.0A	
	5hr, 1.75V/cell, 25°C	324.0 AH/ 64.8A	
	1hr, 1.80V/cell, 25°C	202.0 AH/ 202A	
Max Discharge Current	1300A (5s)		
Internal Resistance	Approx 2.5m Ω		
Discharge Characteristics	Operating Temp. Range	Discharge: -15°C-50°C(5°F-122°F) Charge: -10°C-50°C(14°F-122°F) Storage: -20°C-50°C(-4°F-122°F)	
	Nominal Operating Temp. Range	25±3°C	
	Float Charging Voltage (25°C)	6.60 - 6.72V at 25°C Temp. Coefficient -18mV/°C	
	Cycle Charging Voltage (25°C)	7.05 - 7.20V at 25°C Temp. Coefficient -30mV/°C	
	Capacity affect by Temperature (10HR)	40°C	102%
		25°C	100%
		0°C	85%
-15°C		65%	
Design Floating Life at 20°C	20 Years		
Self Discharge	Ultracell batteries may be stored for up to 6 months at 25°C(77°F) and then a refresh charge is required. For higher temperatures the time interval will be shorter.		

Características técnicas de batería Upower utilizadas en nuestro sistema

Cargador de Batería	
Voltaje de Batería	48 V
Voltaje en Flotación	54 V
Protección Sobrevoltaje	60 V
Corriente Máx. de Carga	60 A
Inversor	
Voltaje de Salida (+- 5%)	230 V
Potencia Pico (3 segs)	10000 VA
Eficiencia	93%
Tipo de Onda	Senoidal Pura
Características Físicas	
Dimensiones mm (Largo x Alto x Ancho)	488 x 295 x 141
Peso (Kg)	10.0

Características técnicas del inversor Must Solar