



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA
“Diseño de un sistema fotovoltaico estándar para alimentación con energía eléctrica a viviendas en el Distrito de Sanagoran – Sánchez Carrión -2017”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO

AUTOR:

Méndez Marquina, Jhosep Harold

ASESOR:

Paredes Rosario, Raúl Rosali

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño y Tecnología

TRUJILLO – PERU

2017

PÁGINA DEL JURADO

LISTA DE MIEMBROS DE EVALUACION DE LA TESIS

DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO ESTÁNDAR PARA ALIMENTACIÓN CON ENERGÍA ELÉCTRICA A VIVIENDAS EN EL DISTRITO DE SANAGORAN – SÁNCHEZ CARRIÓN -2017

Autor: Jhosep Harold Mendez Marquina

Presidente

Ing. Jorge Antonio Inciso Vásquez

Secretario

Ing. Raúl Rosali Paredes Rosario

Vocal

Ing. Luis Alberto Julca Verastegui

DEDICATORIA

A Dios

Porque todo lo que tengo es gracias a Él,
por las fuerzas que me da para seguir
adelante y sobre todo por encaminarme en
el camino del bien.

A mis Padres y Hermano

Por su paciencia y apoyo en todo
momento, por su corazón bondadoso, su
inmensa paciencia y su amor hacia mí

A mis compañeros de estudio, maestros y
amigos, quienes me brindaron su ayuda en
toda esta vida universitaria.

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Por su amor infinito, por ayudarme a sobrepasar todas las pruebas encontradas en el camino, y sobre todo permitirme culminar mi carrera

A mis Padres

Por infundir en mí sus buenos valores y principios durante todo este tiempo.

Docentes y Asesores

Por sus sabios conocimientos y brindarme su tiempo, dedicación y consejos necesarios para la culminación de esta investigación.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Jhosep Harold Méndez Marquina. Identificado con DNI N°74969880, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica

Así mismo, declaro bajo juramento que toda la información que se presenta en la tesis es veras y autentica

Igualmente se muestra que los autores tomados para esta investigación han sido citados y referenciados correctamente en la tesis

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Así mismo autorizo a la Universidad Cesar Vallejo publicar la presente investigación, si así lo cree conveniente

Trujillo, julio del 2017

PRESENTACION

Señores:

Miembros del Jurado

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “Diseño de un sistema fotovoltaico estándar para alimentación con energía eléctrica a viviendas en el Distrito de Sanagoran – Sánchez Carrión”

Finalmente someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos aprobados para obtener el título profesional de Ingeniero Mecánico Eléctrico.

Atentamente

El autor

INDICE

PÁGINA DEL JURADO	12
DEDICATORIA	12
AGRADECIMIENTOS	14
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	15
PRESENTACION	16
RESUMEN	18
ABSTRACT	19
I. INTRODUCCIÓN	21
1.1 Realidad Problemática	21
1.2. Trabajos previos	22
1.3. Teorías Relacionadas al Tema	25
1.4. Formulación del problema	40
1.5. Justificación del estudio	40
1.6. Hipótesis	41
1.7. Objetivos.	42
II. MÉTODO	44
2.1. Diseño de Investigación	44
2.2. Variables	45
2.3. Población y Muestra	46
2.4. Técnicas e instrumentos de Recolección de Datos	46
2.5. Métodos de Análisis de datos	47
2.6. Aspectos Éticos	47
III. RESULTADOS	49
IV. DISCUSION DE RESULTADOS	86
V. CONCLUSIONES	91
VI. RECOMENDACIONES	93
VII. BIBLIOGRAFIA	94
VIII. ANEXOS	95

RESUMEN

Este trabajo se enfoca en el diseño de un sistema fotovoltaico para la generación de energía eléctrica en el distrito de Sanagoran, en tal distrito, la energía solar llega a un promedio de 5.19 KW-H- m² anual tal como lo manifiesta el servicio nacional de meteorología e hidrología (SENAMHI) y la NASA. Una vez identificadas las características climáticas se cuantificó la carga necesaria a abastecer, realizando cálculos de luminarias y un conteo de electrodomésticos en cada vivienda, esto permitió elaborar el cuadro de cargas. Basándose en las teorías previas, se llevó a cabo el dimensionamiento de cada componente del sistema fotovoltaico; panel solar, baterías, controlador de carga e inversor, lo que llevo a hacer el diseño en un plano de AutoCAD. Con este diseño se ofrecieron tres propuestas de solución, en la primera se ofreció la creación de una mini central solar; en la segunda se planteó que cada casa cuente con un panel solar en techo y la tercera, que cada vivienda cuente con un panel solar añadiéndosele un soporte al costado, quedando como ganadora la elaboración de un panel con soporte al costado, esta elección se hizo mediante el uso de una matriz de ponderación, el trabajo finalizó con el análisis económico del sistema.

Palabras clave: Energía Solar, Sistema fotovoltaico, luminarias

ABSTRACT

This work focuses on the design of a photovoltaic system for the generation of electric power in the district of Sanagoran, in such district solar energy reaches an average of 5.1 KW-H / m² per year as manifested by SENAMHI and NASA. Once identified the climatic characteristics was quantified the necessary load to supply, making a calculation of luminaires and a count of household appliances in each dwelling that allowed to elaborate the load chart. Based on the theories, the sizing of each component of the photovoltaic system was carried out; Solar panel, batteries, charge controller and inverter, which led to the design of a plane in AutoCAD. With this design three solution proposals were offered, in the first one the creation of a mini solar power plant was offered; In the second it was proposed that each house has a solar panel in the ceiling and the third, each house has a solar panel adding a support to the side, leaving as a winner the development of a panel with support to the side, this choice was made Through the use of a weighting matrix, the work ends with the economic analysis of the system.

Keywords: Solar energy, Photovoltaic system, luminaires

INTRODUCCION

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad Problemática

El problema energético es una situación que afecta a toda la ciudadanía, esta crisis se ve reflejada en el aumento del costo de la energía eléctrica.

En el Perú, durante los años 2015 - 2016, el sector doméstico sufrió un aumento en el costo del servicio eléctrico, llegando a bordear el 19%, en tanto que el sector industrial llegó en promedio al 22%, según cálculos de Elemix (empresa dedicada a la consultoría técnico jurídica en electricidad).

Para evitar pagar el elevado costo, se utilizan diferentes fuentes de energía que muchas veces causan otros problemas, principalmente por la contaminación de los gases que estas emiten. Según datos del MINEM, el 65% de consumo de energías viene de los hidrocarburos, 4% del Carbón Mineral y derivados, 19% de la electricidad, 11% de leña y bosta, mientras que solo el 0.14% viene de la energía solar.

Esta situación ha logrado que en los últimos años, haya surgido un gran interés por buscar energías alternativas que permitan disminuir el costo económico sin contaminar el ambiente; entre las más usadas por los peruanos, tenemos la energía solar, eólica, hidráulica, geotérmica; haciendo que nuestro país se ubique en el puesto 24° del tabla mundial y el cuarto más atractivo de América del Sur para la inversión de energías renovables, de acuerdo al último ránking Recai 2016 de EY (ex Ernst & Young).

De esta forma, se constató que en el Distrito de Sanagoran – Sánchez Carrión existe un gran potencial para desarrollar la energía solar, pese a que su población tiene poco conocimiento sobre ello. Este tipo de energía llega a un promedio de 5.19 KW-H-m² anual, tal y como lo manifiesta el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) y la NASA, la misma que se puede usar para producir energía eléctrica en beneficio de los pobladores o para cualquier otro fin que se disponga.

Trabajos previos

- **CHÁVEZ GUERRERO, Mónica Alejandra. 2012** ,en su tesis que lleva como título “Proyecto De Factibilidad Para Uso De Paneles Solares En Generación Fotovoltaica De Electricidad En El Complejo Habitacional “ San Antonio” De Riobamba” muestra los siguientes objetivos específicos: Analizar el requerimiento de parámetros óptimos para la producción de energía eléctrica a base de paneles fotovoltaicos , Cuantificar el flujo de energía necesario para una vivienda tomando en cuenta todos los puntos a alimentarse , Diseñar el sistema a utilizarse para la generación de energía eléctrica, evaluar el proyecto desde el punto de vista energético y ambiental, definir la viabilidad del mismo ; En dicha tesis se obtuvieron las siguientes conclusiones: Implementando el sistema de generación fotovoltaico a la larga se recupera la inversión hecha, aparte que en caso de estiajes o cortes imprevistos de la empresa eléctrica no se verá afectado el usuario ya que el sol es una fuente inagotable de energía, no sufrió cortes, ya que el sistema está perfectamente diseñado ; El mantenimiento del sistema solar fotovoltaico es muy básico, no se necesita de personal técnico para el mismo, significando que los gastos de mantenimiento son cero. El sistema fotovoltaico se ha dimensionado en función a los datos históricos de radiación solar de la ciudad de Riobamba, es decir para la ciudad de Riobamba se tiene 4.2 Kwh-m²-día y con ocho horas de radiación solar. Utilizamos 9 paneles fotovoltaico poli cristalino de marca EXMORK de 100 Wp, para alimentar una carga de 18737.4 W/d CC.
- **MUÑOZ ANTICONA ,Delfor Flavio 2005**, en su tesis que lleva como nombre “Aplicación De La Energía Solar Para Electrificación Rural En Zonas Marginales Del País”, se presentó el siguiente objetivo: Dar a conocer la conveniencia y viabilidad del uso de la energía solar mediante los sistemas fotovoltaicos para solucionar la falta de energía eléctrica de las comunidades rurales que se encuentran apartadas del sistema interconectado nacional, con el propósito fundamental de promover la elaboración de proyectos

destinados a atender las necesidades eléctricas básicas de los poblados marginales, con el uso de los sistemas solares fotovoltaicos.

Llegando a las siguientes conclusiones: Las desventajas del uso de esta energía son despreciables al compararla con el inmenso beneficio de la explotación de esta misma, por lo tanto, debemos considerarla como una buena alternativa al momento de elegir y así contribuiremos con un planeta más limpio y podremos aprovechar un recurso natural y de fácil procesamiento; Una de las aplicaciones más importantes de estos sistemas es la electrificación de zonas rurales, en las cuales no es posible hacer llegar la red de energía eléctrica convencional. Por tanto en estos lugares es mejor instalar sistemas fotovoltaicos donde uno o varios paneles solares carguen baterías para que posteriormente la energía almacenada en estas pueda ser utilizada por dispositivos convencionales (televisiones, radios, fluorescentes, etc.); Los sistemas fotovoltaicos son confiables y duraderos, no ocasionan ningún desequilibrio al ambiente y son competitivos cuando la cantidad de energía demandada es pequeña y los sitios son lejanos o es difícil llegar a ellos no teniendo acceso a la red eléctrica.; La sostenibilidad de los proyectos tendrá por un lado la participación del Estado en cuanto a los subsidios, y por otro la inteligencia de los propios inversionistas para hacer rentables los proyectos.

- **VÁSQUEZ CHIGNE, Laura Carolina de Fátima, ZÚÑIGA ANTICONA, Bibi Malú (2015)**, en su tesis “Proyecto de Prefactibilidad para la Implementación de Energía Solar Fotovoltaica y Térmica en el Campamento Minero Comihuasa” tiene como objetivo proponer un proyecto de energía solar para la generación de energía eléctrica según la demanda del campamento minero Comihuasa de la mina Caudalosa, ubicado en el departamento de Huancavelica; con la finalidad de lograr un ahorro económico en cuanto al gasto mensual por KWH consumido, además de contribuir con los impactos causados al medio ambiente y diversificar la matriz energética de la minera, con el fin de no depender únicamente de un tipo de energía, sino de buscar nuevas alternativas, incursionando en las energías renovables, las cuales nos brindan mayores oportunidades tanto en el aspecto económico,

ambiental y social, al mejorar la imagen de la minera frente a la población, organizaciones externas y entidades financieras. Teniendo como conclusiones: En la actualidad, el Perú cuenta con una matriz energética poco diversificada la cual tiene con mayor porcentaje el uso de energías no renovables como lo son el gas natural y la hidroeléctrica (mayor a 20 MW). Como parte del desarrollo energético en el mundo y el Perú, una de las energías en la cual se ha puesto un mayor énfasis para su desarrollo es la solar. Para encontrar la solución al problema identificado, se evaluaron distintas opciones basadas en el uso de energías renovables, llegando a la conclusión de que la minera cuenta con las condiciones climatológicas necesarias para poder utilizar este tipo de energía solar. Para determinar el consumo energético del campamento minero se realizó una auditoría energética, identificando la potencia de los componentes y las horas de uso. Esto nos permitió delimitar el alcance del proyecto y determinar el tipo de energía solar que se iba a implementar para cubrir la demanda del campamento. El mayor porcentaje de energía consumida se encuentra en el uso de las termas y calefactores, lo cual abarca el 82% del total de energía consumida. Se constata que la implementación de energía solar térmica en la minera Caudalosa tiene como resultado grandes beneficios, los cuales pueden optimizarse de acuerdo a la gestión, precios y aparición de nuevas tecnologías.

1.2. Teorías Relacionadas al Tema

Energía

La energía es la facultad que tienen los cuerpos para producir una actividad, acción o trabajo, ya sean: mecánico, emisión de luz, generación de calor, etc. La energía puede encontrarse en diversas y variadas formas, tales como: gravitatoria, cinética, química, eléctrica, magnética, nuclear, radiante, etc., existiendo la posibilidad de que se transformen entre sí, pero respetando siempre el principio de conservación de la energía. (Schallenberg et al., 2008, p.14)

Fuentes de energía

Las fuentes de energía pueden dividirse en dos tipos:

- Las energías renovables son fuentes de energía cuyo potencial es inagotable, debido a que se encuentran en cantidades limitadas y su regeneración es menor a la de su agotamiento. Este tipo proviene de la energía que llega a nuestro planeta de forma continua, como consecuencia de la radiación solar o de la atracción gravitatoria de la Luna. (Schallenberg et al., 2008, p.14) Son fundamentalmente la energía hidráulica, solar, eólica, biomasa, geotérmica y las marinas.
- Las energías no renovables o también denominadas limpias, son aquellas que existen en la naturaleza en una cantidad limitada y se obtienen de fuentes naturales inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, o porque son capaces de regenerarse por medios naturales (Guevara, sf.)

Energías Renovables

Para Osinergmin (2013), la energía renovable se clasifica en:

Energía Solar:

La energía solar es una de las fuentes de la vida y el origen de la mayoría de las demás formas de energía conocidas. Cada año la radiación solar aporta a la Tierra la energía equivalente a varios miles de veces la cantidad que consume toda la humanidad. De ahí que la radiación solar, recogida de

forma adecuada con paneles solares, puede transformarse en otras formas de energía.

Mediante el empleo de colectores solares la energía solar puede transformarse en energía térmica. A su vez, con el empleo de paneles fotovoltaicos la energía luminosa puede transformarse en energía eléctrica. Ambos procesos demandan tecnologías diferentes que no tienen nada que ver una con la otra. De mismo modo, en las centrales térmicas solares, la energía térmica captada por los colectores solares puede utilizarse para generar electricidad.

Una importante ventaja de la energía solar es que permite la generación de energía en el mismo lugar de consumo mediante la integración arquitectónica. Así, tienen lugar los sistemas de generación distribuida en los que se eliminan casi por completo las pérdidas que se registran en el transporte de energía, que en la actualidad suponen aproximadamente el 40% del total, y la dependencia energética.

Energía Eólica:

La energía eólica es la energía obtenida de la fuerza del viento, mediante la utilización de la energía cinética generada por las corrientes de aire. En las últimas décadas, el aprovechamiento de la energía eólica ha progresado hasta convertirse en uno de los pilares fundamentales del suministro de energía renovable.

Según el Atlas Eólico del Perú, nuestro país cuenta con un excelente recurso eólico. Destacan las costas del departamento de Piura, Lambayeque y algunas zonas de La Libertad. También destacan los departamentos de Ancash, Lima y Arequipa, pero el departamento con más posibilidades eólicas es Ica.

Energía Hidráulica:

Se denomina energía hidráulica o energía hídrica a aquella que se obtiene del aprovechamiento de las energías cinética y potencial de la corriente de ríos, saltos de agua o mareas. Esta tecnología renovable es la forma más

amigable con el medioambiente que se conoce para la producción de electricidad. Se puede transformar a muy diferentes escalas, existiendo desde hace siglos pequeñas explotaciones en las que la corriente de un río mueve un rotor de palas y genera un movimiento aplicado, por ejemplo, en molinos rurales.

Energía Geotérmica:

La energía geotérmica es aquella energía que puede ser obtenida por el hombre mediante el aprovechamiento del calor del interior de la Tierra. Existe gran potencial de esta energía en las cadenas volcánicas del sur del Perú.

Componentes de una instalación solar fotovoltaica

Células y Paneles Fotovoltaicos

Un panel fotovoltaico, también llamado modulo fotovoltaico, está constituido por varias células fotovoltaicas conectadas entre sí y alojadas en un mismo marco. Las células fotovoltaicas se conectan en serie, en paralelo o en serie-paralelo, en función de los valores de tensión e intensidad deseados, formando los módulos fotovoltaicos.

La energía solar se puede transformar directamente en electricidad mediante células fotovoltaicas. Este proceso se basa en la aplicación del efecto fotovoltaico, que se produce al incidir la luz sobre unos materiales denominados semiconductores; de esta manera se genera un flujo de electrones en el interior del material que puede ser aprovechado para obtener energía.

Un panel fotovoltaico produce electricidad en corriente continua y sus parámetros característicos (intensidad y tensión) varían con la radiación solar que incide sobre las células y con la temperatura ambiente. La electricidad generada con energía solar fotovoltaica se puede transformar en corriente alterna, con las mismas características que la electricidad de la red eléctrica, utilizando inversores.

Tipos:

El material más utilizado en la actualidad para la fabricación de células fotovoltaicas es el silicio, que es el material más abundante en la Tierra después del oxígeno; la combinación de ambos forma el 60% de la corteza terrestre.

Tradicionalmente han coexistido tres tipos de células de silicio.

- Silicio monocristalino: utiliza lingotes puros de silicio (los mismos que utiliza la industria de chips electrónicos). Son los más eficientes.
- Silicio poli cristalino: se fabrica a partir de restos de piezas de silicio monocristalino. Su rendimiento es algo inferior pero su menor coste ha contribuido enormemente a aumentar su uso.
- Silicio amorfo: se obtiene por deposición de capas delgadas sobre vidrio. El rendimiento es bastante menor que los anteriores, por lo que su uso se limita a aplicaciones de pequeña potencia como calculadoras, relojes, etc.

Funcionamiento:

Las células fotovoltaicas funcionan según un fenómeno físico básico denominado "efecto fotoeléctrico".

01. Cuando un número suficiente de fotones impacta en una placa semiconductor, como el silicio, pueden ser absorbidos por los electrones que se encuentran en la superficie de ésta.

02. La absorción de energía adicional permite a los electrones (cargados negativamente) liberarse de sus átomos. Los electrones se empiezan a mover y el espacio que dejan libre lo ocupa otro electrón de una parte más profunda del semiconductor.

03. Como resultado, una parte de la lámina tiene una mayor concentración de electrones que la otra, lo que origina voltaje entre ambos lados. Al unir ambos lados con un cable eléctrico se permite que los electrones fluyan de un lado al otro de la lámina, lo que se conoce como corriente eléctrica.

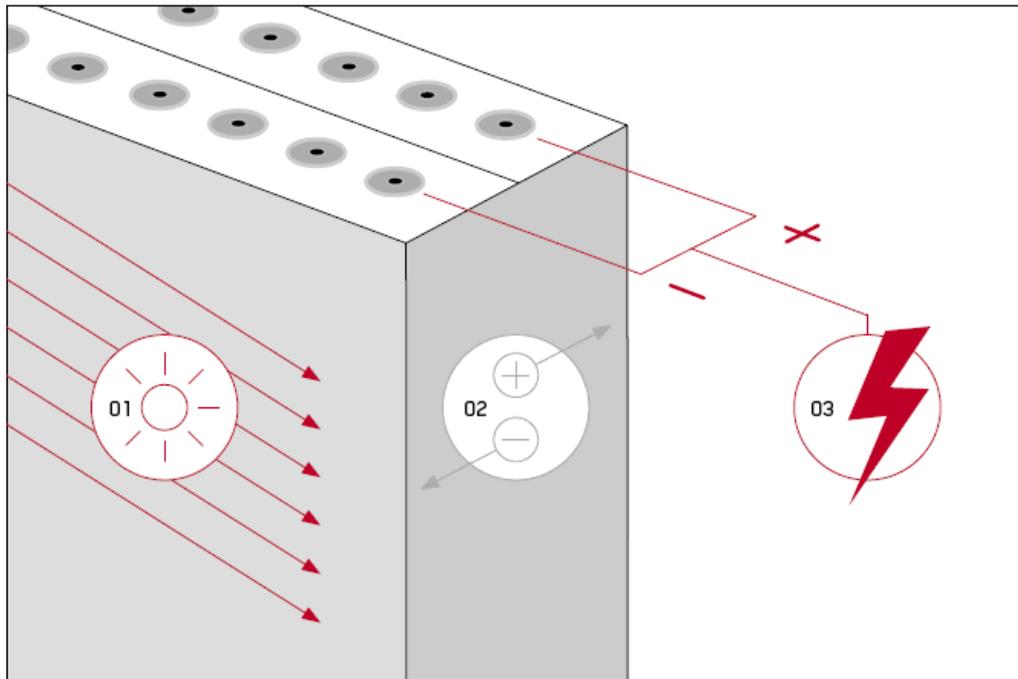


Figura 01

Efecto fotoeléctrico

(Schallenberg et al., 2008)

Parámetros de una Célula Solar

- Intensidad de cortocircuito (I_{cc}): Es aquella que se produce a tensión cero.
- Tensión de circuito abierto (C_{ca}): Representa la tensión máxima que puede dar una célula.
- Potencia pico (W_p): Es la potencia eléctrica máxima que puede suministrar una célula.
- Rendimiento (η): Cociente entre la potencia pico y la potencia de radiación incidente.

Dimensionamiento de un Panel Solar

$$EE_{PFV} \left(\frac{w-h}{dia} \right) = \phi \left(\frac{w}{m^2} \right) \times S_{pfv} (m^2) \times T_{po} \phi \left(\frac{h}{dia} \right) \times n_{pfv} \quad \dots \text{Ecuación: 01}$$

Donde:

EE_{PFV}: Demanda en kW-H a abastecer

ϕ : irradiación de la zona

S_{pfv} : Dimensión panel fotovoltaico

T_{po} ϕ : Tiempo de irradiación en la zona

n_{pfv} : Eficiencia del Panel fotovoltaico

Potencia panel fotovoltaico

$$P_{PFV} (W) = \phi \left(\frac{w}{m^2} \right) \times S_{pfv} (m^2) \times n \quad \dots \text{Ecuación: 02}$$

Paneles en serie:

$$N_s = \left(\frac{V_{bateria}}{V_{panel}} \right) \quad \dots \text{Ecuación: 03}$$

- V_{bateria} = Voltaje con el que funcionara el sistema 12 v o 24 v
- V_{panel} = Voltaje del panel fotovoltaico

Ramas en paralelo:

$$N_p = \left(\frac{N_t}{N_s} \right) \quad \dots \text{Ecuación: 03}$$

- N_t = Número total de paneles
- N_s = Numero de paneles en serie

Acumuladores

Conceptos Generales

La misión principal del acumulador dentro de un sistema solar fotovoltaico consiste en suministrar energía tal y como es demandada por la carga, independientemente de la producción eléctrica del panel en ese preciso momento.

Cumple, por otra parte, una misión de fiabilidad, ya que también tiene la función de poder alimentar a la carga durante varios días, cuando la producción del panel es baja debido a las condiciones meteorológicas adversas.

El acumulador o batería es un dispositivo capaz de transformar una energía potencial química en energía eléctrica. Se compone esencialmente de dos electrodos sumergidos en un electrolito donde se producen las reacciones químicas en los procesos de carga o descarga.

La capacidad de un acumulador se mide en amperios-hora (Ah), para un determinado tiempo de descarga, y se define como la cantidad de electricidad que puede obtenerse durante una descarga completa del acumulador plenamente cargado, siendo el producto de la intensidad de descarga por el tiempo que ésta actúa.

Al acumulador que ha de ser usado para aplicaciones solares se le debe exigir el cumplimiento de unas condiciones básicas, como son:

- Aceptar todas las corrientes de carga que suministre el panel solar.
- Mantenimiento nulo o mínimo.
- Fácil transporte e instalación.
- Baja auto descarga.
- Rendimiento elevado.
- Larga vida.

Tipos

Se encuentran diferentes tipos de baterías en el mercado, pero fundamentalmente se pueden hacer dos grandes grupos: las de níquel-cadmio (Ni-Cd) y las de plomo-ácido. Las primeras presentan unas cualidades excepcionales, pero debido a su elevado precio se usan con menos frecuencia.

Por el contrario, las baterías de plomo-ácido en sus diferentes versiones son las más usadas para las aplicaciones solares, adaptándose a cualquier corriente de carga y teniendo un precio razonable.

Dimensionamiento

$$\Delta E_{aut} = D * Et \quad \dots \text{Ecuación: 05}$$

Donde:

- ΔE_{aut} = Energía en días de autonomía
- D = Dias de autonomía
- Et = Demanda máxima total

$$Cn (Ah) = \frac{\Delta E}{V_{bat} * Pd} \quad \dots \text{Ecuación: 06}$$

Donde:

- Cn = Capacidad del sistema de acumulación
- ΔE = Mínima energía que debe proporcionar las baterías a la cargas
- V_{bat} = Voltaje de la batería
- Pd = Profundidad descarga (Usualmente 0.7 en plomo – acido)

Reguladores de Carga

Conceptos generales

Los módulos fotovoltaicos tienen una tensión nominal superior a la tensión nominal de las baterías o acumuladores usados en las instalaciones. Esto se debe a dos causas:

- La tensión nominal del panel debe ser más elevada, para paliar la disminución que se puede producir debido al aumento de temperatura.
- La tensión a circuito abierto del panel fotovoltaico debe ser siempre mayor que la tensión máxima de batería, para poder cargada adecuadamente. Pues para alcanzar un pleno estado de carga en una batería de 12 V nominales, necesitamos una tensión mínima de 14 V (2.34 V por elemento de batería).

La misión del regulador se centra, pues, en evitar que, debido a una sobrecarga excesiva proporcionada por el panel, éste pueda en algún momento causar perjuicios al acumulador, acortando la vida del mismo.

En definitiva, el regulador de carga es un equipo capaz de evitar la sobrecarga del acumulador a la vez que limita la tensión de la batería a unos valores adecuados para el mantenimiento, en estado de flotación, del grupo de baterías.

Tipos

- PWM o convencional

Un regulador PWM utiliza simplemente el voltaje que necesita la batería o el grupo de baterías para su carga o descarga. Es decir, por mucho que un módulo fotovoltaico esté en un determinado momento produciendo 16 voltios de energía solar, si la tensión de la batería es de 14 voltios para su carga el regulador suministrará esa cantidad, y los 2 voltios de diferencia serían desechados y no se aprovecharía en su totalidad el rendimiento.

- MPPT o maximizador

Los reguladores MPPT utilizan toda la intensidad que produzca el panel solar independientemente del voltaje. En el anterior caso, el regulador MPPT utilizaría los 14 voltios para el suministro y los otros 2 para la carga de la batería mediante la regulación de la intensidad que se utiliza para cada objetivo. Esto permite reducir las pérdidas comparadas con un regulador PWM en un 30%.

$$I_r = \max(I_g, I_c) \quad \dots \text{Ecuación: 07}$$

Donde:

- I_r = Corriente que debe soportar el regulador
- I_g = Corriente generada por los paneles
- I_c = Corriente consumida por las cargas

Inversores

Los convertidores continuo-alternos, llamados *inversores u onduladores*, son dispositivos que convierten la corriente continua de una batería en corriente alterna. Un convertidor cc/ca consta de un circuito electrónico, realizado con transistores o tiristores, que trocea la corriente continua, alternándola y creando una onda de forma cuadrada. Este tipo de onda puede ser ya utilizada después de haberla hecho pasar por un transformador que la eleve de tensión, obteniendo entonces los denominados convertidores de onda cuadrada, o bien, si se filtra, obtener una forma de onda sinusoidal igual a la de la red eléctrica.

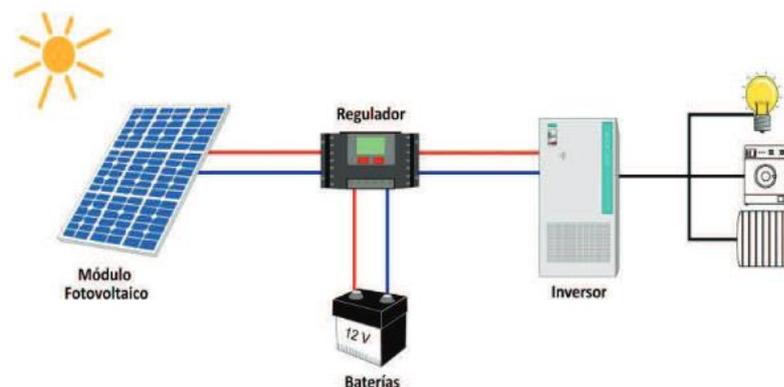


Figura 02: Esquema de un sistema fotovoltaico

http://www.cenitsolar.com/imagenes/esquema_asilada.jpg

(Dirección general de Industria y Energía del Gobierno de Canarias)

Instalación Sistema Fotovoltaico

- **Inclinación panel solar**

Para que el panel cargue a su máxima capacidad debe inclinarse paralelamente al sol del mediodía, ya que en ese momento estará en su máxima potencia.

El panel debe montarse a un Angulo igual a la latitud del lugar.

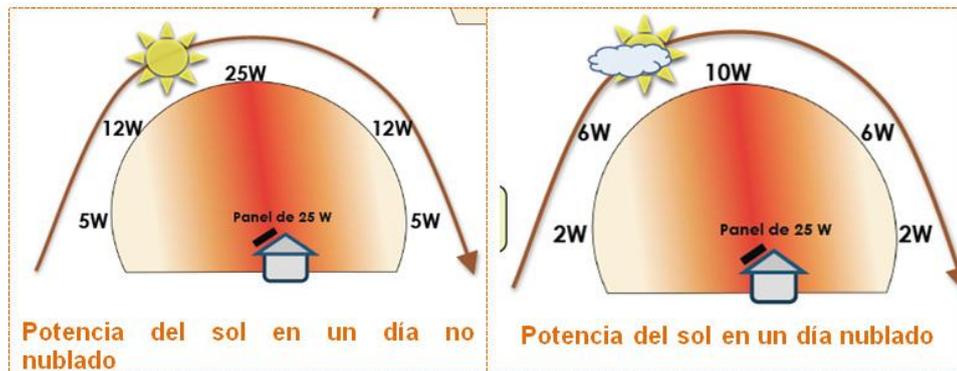


Figura 03

(Proyecto EnDev/GIZ, 2013)

- **Orientación**

El panel siempre debe orientarse hacia el Ecuador, en el caso de Perú, al norte. Esto se puede hacer fácilmente con la ayuda de una brújula, de no ser el caso se recomienda señalar con la mano derecha hacia donde sale el sol y con la izquierda hacia donde se esconde, el Norte estará ubicado al frente nuestro.

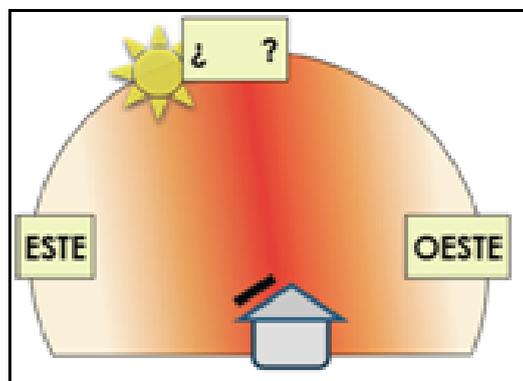


Figura: 04

(Proyecto EnDev/GIZ, 2013)

- **Ausencia de sombras**

Para una recepción óptima de los rayos del sol, se debe asegurar que cerca al panel solar no haya objetos que le den sombra llámese árboles, casas u otros obstáculos.

En el caso de existir algún obstáculo que se pueda remover se aconseja hacerlo antes de instalar el panel solar.

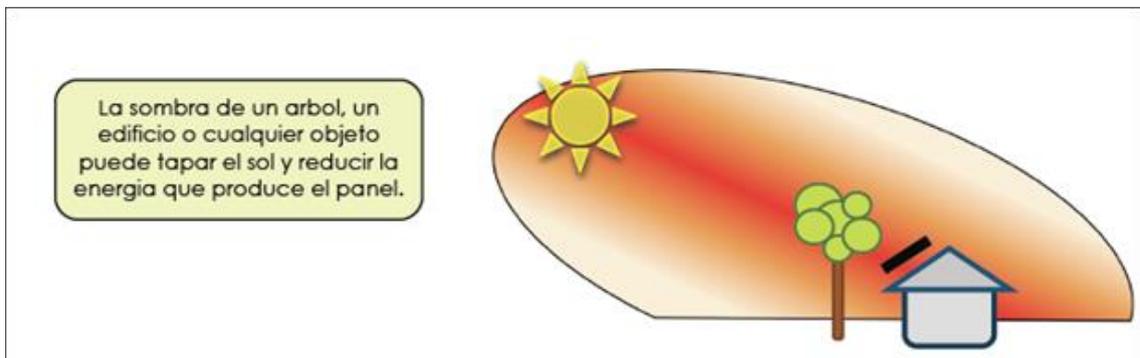


Figura: 05

(Proyecto EnDev/GIZ, 2013)

Principios Básicos

Demanda Máxima

Es la cantidad de energía, dependiendo del consumo, estará medida en Wh/día o kWh/día, está en función de la cantidad y tipo de aparatos a conectarse; así como del tiempo que permanezcan activos durante el día

Tipos de carga (consumo):

CC (Corriente Continua)

CA (Corriente Alterna)

Mixta (CD y CA)

Período

Nos determina la cantidad de energía que debe generarse y en su caso acumularse, depende del período de consumo, el que puede ser:

Diurno. El que no requiere un bloque de acumulación.

Nocturno. El que requiere un bloque de acumulación.

Continuo. Día y noche, el que también requiere un bloque de acumulación.

(BÁRCENA, Adán y BÁRCENA, Sotero.2014)

Calculo Luminarias

Flujo luminoso:

$$\phi = \left(\frac{Em * S}{Cu * Cc} \right) \quad \dots \text{Ecuación: 08}$$

Donde:

- Em = nivel de iluminación medio (en LUX)
 - Φ = flujo luminoso que un determinado local o zona necesita (en LÚMENES)
 - S = superficie a iluminar (en m²).
-
- Cu = Coeficiente de utilización. Es la relación entre el flujo luminoso recibido por un cuerpo y el flujo emitido por la fuente Luminosa. Lo proporciona el fabricante de la luminaria.
 - Cm = Coeficiente de mantenimiento. Es el cociente que indica el grado de conservación de una luminaria.

Índice del local (K)

El índice del local (k) se averigua a partir de la geometría de este.

a = ancho; b = largo; h = altura

$$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} \quad \dots \text{Ecuación: 09}$$

(AGUILAR RICO, y otros, 1995)

Perdidas por efecto Joule

$$R_c = \frac{\delta * l}{S} \quad \dots \text{ Ecuación: 10}$$

Donde:

- R_c = Resistencia óhmica de los cables
- δ = Resistividad conductor del cable
- L = Longitud de los cables
- S = Sección del conductor del cable

$$P_r = I^2 * R \quad \dots \text{ Ecuación: 11}$$

Donde:

- R_c = Resistencia óhmica de los cables
- P_r = Potencia perdida
- I = Intensidad

(Dirección general de Industria y Energía del Gobierno de Canarias)

Normas Aplicables

- Norma DGE “Especificación Técnica para Sistema Fotovoltaico y sus componentes para Electrificación Rural”

Establece las características generales, físicas, de funcionamiento, condiciones extremas de operación y protecciones, que deben cumplir el Sistema Fotovoltaico (SFV) y sus componentes, para su aplicación en instalaciones eléctricas de Electrificación Rural

(MINEM, 2015)

- NORMA TÉCNICA EM.010 INSTALACIONES ELÉCTRICAS INTERIORES

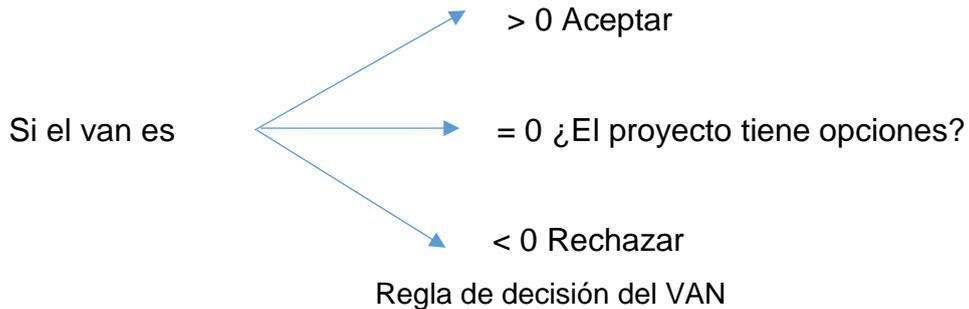
Presenta la Tabla de Iluminancias mínimas a considerar en lux, según los ambientes al interior de las edificaciones, definiendo la calidad de la iluminación según el tipo de tarea visual o actividad a realizar en dichos ambientes.

(MINEM, 2006)

Parámetros Económicos

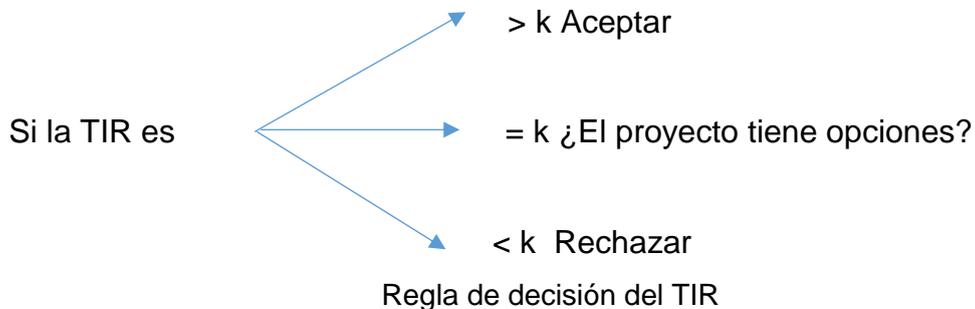
Valor Actual Neto

El valor actual neto (VAN) se define como el valor que resulta de la diferencia entre el valor presente de los futuros ingresos netos esperados (Son descontados de una tasa “K” que representa el costo de oportunidad del capital) y del desembolso inicial de la inversión (FFo)



Tasa Interna de Retorno

La tasa interna de retorno (TIR) se define como aquella tasa que descuenta el valor de los futuros ingresos netos esperados igualándolos con el desembolso inicial de la inversión (matemáticamente, esta definición es equivalente a decir que el TIR es aquella tasa que iguala el VAN a cero).



Periodo de recuperación

Nos dice la cantidad de periodos que tiene han de transcurrir para que la acumulación de los flujos de efectivo iguale a la inversión inicial. Este método utiliza flujos de efectivo.

(LÓPEZ DUMRAUF, 2006)

1.3. Formulación del problema

¿Cuáles son los parámetros técnicos del diseño de un sistema fotovoltaico estándar para alimentación con energía eléctrica a viviendas en el Distrito de Sanagoran – Sánchez Carrión?

1.4. Justificación del estudio

TECNICA

Entre todas las energías renovables, la energía solar es la que presenta mayores oportunidades de aprovechamiento en esta localidad.

La potencia de la radiación solar varía de acuerdo al momento del día, condiciones atmosféricas y latitud.

La radiación solar es cambiante a lo largo del año, en verano nos dará su potencia máxima, así como en invierno disminuirá, por lo que en el estudio se debe tener en cuenta estas fluctuaciones.

Según datos de la NASA, en el distrito de Sanagoran se presenta los picos máximos de radiación solar en el mes de Noviembre (5.60 KW- H- m²-d) y en el mes de abril su nivel mínimo (4.81 KW- H- m²-d), el cual aún es beneficioso para el desarrollo de energía solar. (Ver anexo 01)

AMBIENTAL.

Dentro de las fuentes de energía con las que contamos, el sol es considerado una de las más importantes, encargada de otorgar energía a la tierra, el sol hace parte del origen de los vientos y es el motor que mueve los ciclos hidrológicos. Es decir, al hablar de energía solar, no solo nos referimos a la energía solar propiamente dicha, sino también de la energía hidráulica y eólica.

Podemos describir a la energía solar, como un tipo de energía verde, esto debido a que es un tipo de energía renovable y limpia; además, de ser un tipo de fuente cuidadosa con el medio ambiente; es decir, actúa en ella sin afectarlo.

ECONÓMICA

Este crecimiento de las energías renovables dependerá sobretodo de sus costos, de los impuestos a las energías no renovables y de las políticas energéticas.

En el Perú las empresas generadoras de energía renovable gozan de beneficios tributarios uno de ellos es el Régimen de depreciación acelerada para efectos del impuesto a la renta.

El costo de energía eléctrica para el distrito de Sanagoran es de 33.13 céntimos KW-H y se gasta en promedio por usuario 25 – 30 KW-h Al mes, por lo que se espera que los costos con energía solar sean beneficiosos.

1.5. Hipótesis

No aplica

1.6. Objetivos.

General

Diseñar un sistema fotovoltaico estándar para alimentación con energía eléctrica a viviendas en el Distrito de Sanagoran – Sánchez Carrión

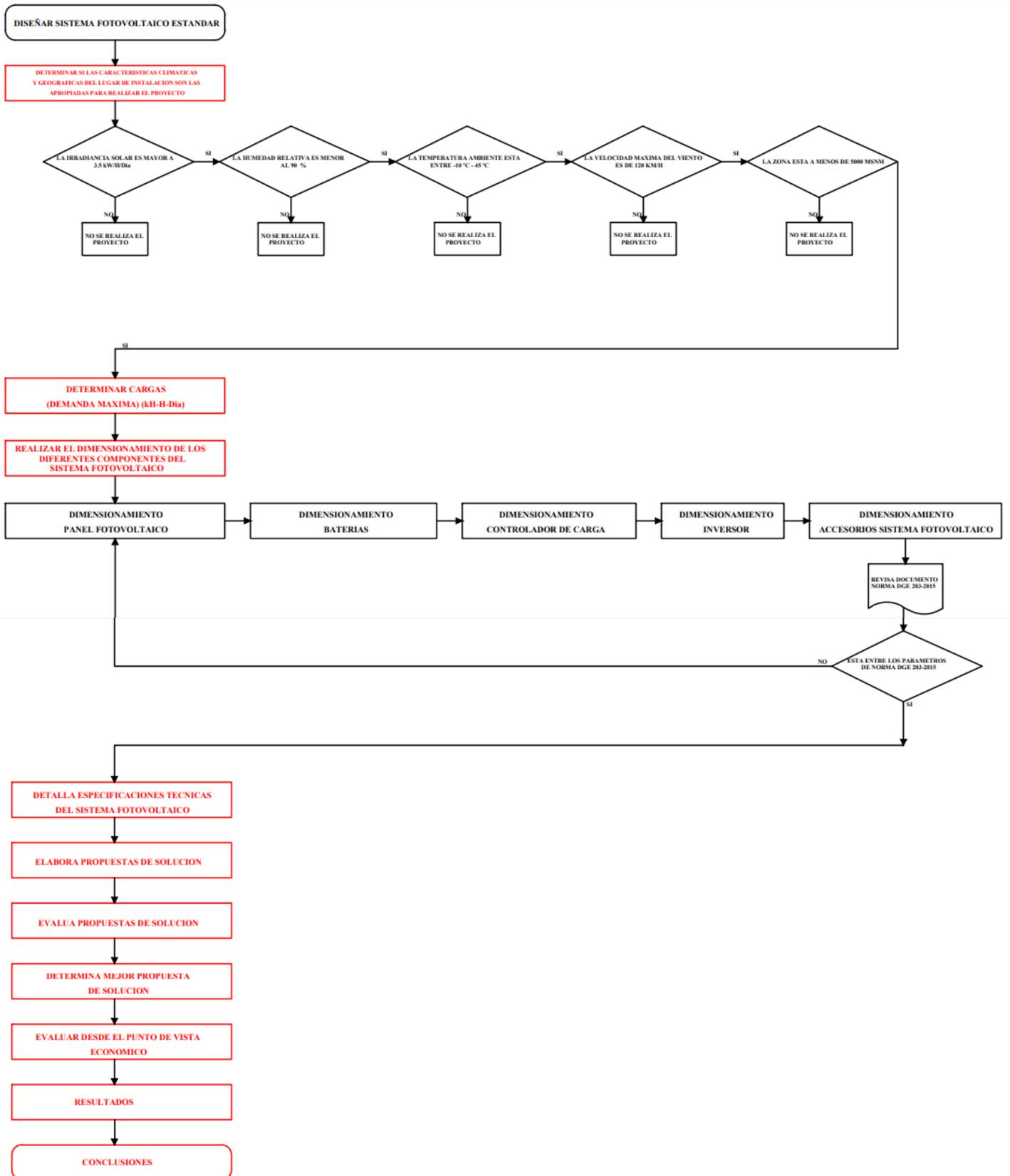
Específicos:

- Determinar si las características climáticas y geográficas del lugar de instalación son las apropiadas para realizar el proyecto.
- Cuantificar la carga necesaria a abastecer (en kW/h)
- Realizar los cálculos necesarios para diseñar el sistema
- Diseñar el sistema a utilizarse para la generación de energía eléctrica
- Elaborar propuestas de solución
- Evaluar propuestas de solución
- Determinar la mejor propuesta
- Evaluar el proyecto desde el punto de vista económico

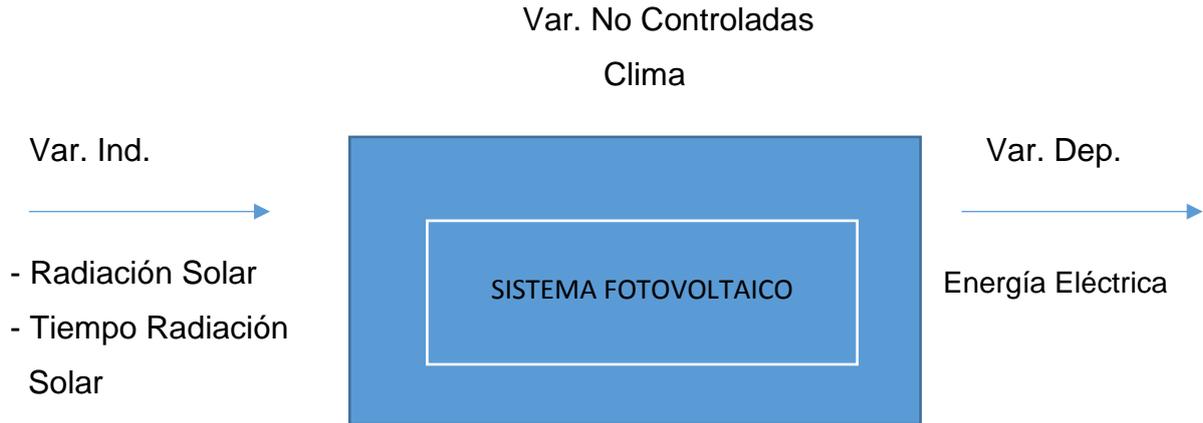
MÉTODO

II. MÉTODO

2.1. Diseño de Investigación



2.2. Variables



Operativizacion De Variables

Variable		DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
DEP. (Principal)	Energía Eléctrica	Es causada por el movimiento de las cargas eléctricas en el interior de los materiales conductores.	Según la radiación solar, Tiempo de esta y los componentes del sistema fotovoltaico se puede determinar los Kw/h que dará el S.F.	Kw-H	Intervalo
(Secundaria)	Panel solar	Dispositivo que capta la energía de la radiación solar para su aprovechamiento.	Obteniendo la carga solicitada (Kw) se dimensiona panel solar m2	Kw-m2	Intervalo
(Secundaria)	Acumulador	Dispositivo capaz de transformar una energía potencial química en energía eléctrica.	Calculo de A-h que dará nuestro sistema instalado	A-h	Intervalo

2.3. Población y Muestra

- Población

Sistemas fotovoltaicos de Sánchez Carrión

- Muestra

Sistemas fotovoltaicos en Sanagoran

2.4. Técnicas e instrumentos de Recolección de Datos.

TECNICA DE RECOLECCION DE DATOS	INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS	VALIDACION
Observación	Ficha de observación	Por expertos
Encuesta	Cuestionario	Por expertos

2.5. Métodos de Análisis de datos

Para dar inicio al estudio lo primordial es determinar las cargas que se abastecerán (kW), por lo cual usando la ficha de observación y encuesta se obtendrá datos que serán llevados a un registro de Excel, para su posterior desarrollo y utilización.

Luego con los datos obtenidos, se realizaran los cálculos necesarios y se elaborara, evaluara y determinara cuales son los componentes del sistema fotovoltaico mediante una matriz de ponderación.

En seguida se diseñara cómo será el sistema en software CAD para finalmente desarrollar los cálculos económicos.

2.6. Aspectos Éticos

El trabajo de tesis presentado, es original y basado en el proceso de investigación establecido por la Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad Cesar Vallejo. En tal virtud, los fundamentos teóricos – científicos, resultados y conclusiones son de exclusiva responsabilidad del autor.

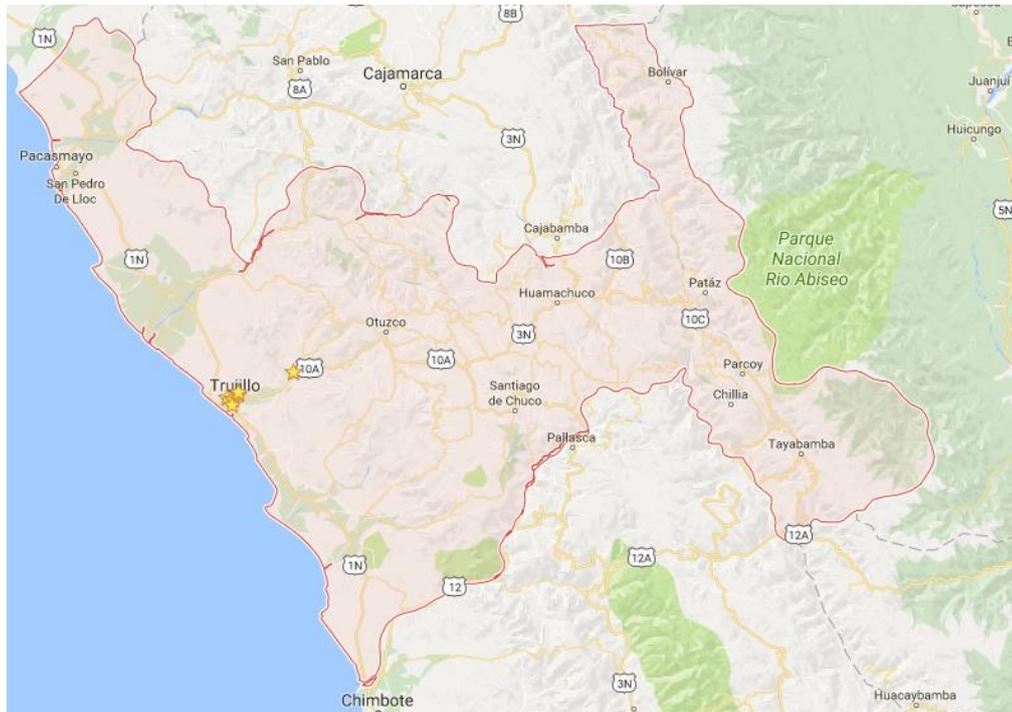
Además de toda información proporcionada por otros estudios está debidamente referenciada.

RESULTADOS

III. RESULTADOS

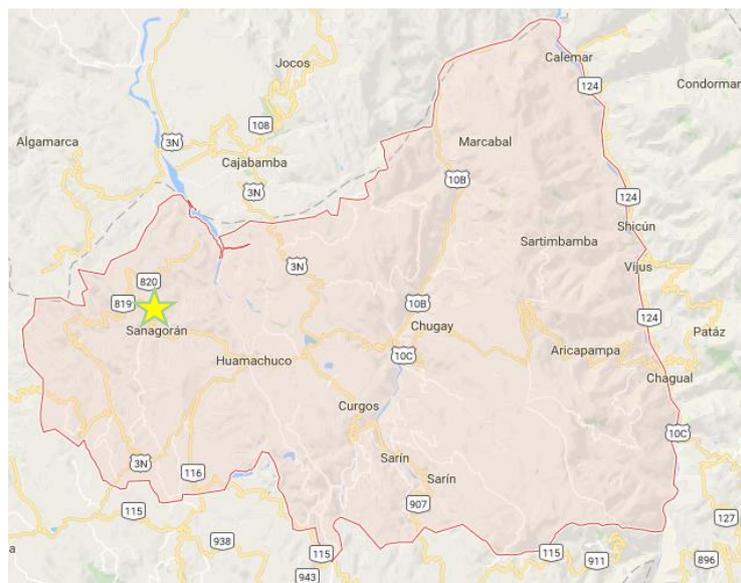
- **Determinación de las características climáticas y geográficas del lugar de instalación – Sanagoran – Sánchez Carrión**

Sanagoran se encuentra ubicado en la parte occidente de la provincia de Sánchez Carrión, del departamento La Libertad.



Mapa de La Libertad

Fuente: Google Maps



Mapa de Sánchez Carrión

Fuente: Google Maps

Sus límites son: Por el norte con la provincia de Cajabamba del Departamento Cajamarca, por el este con Huamachuco, por el sur con la Provincia de Santiago de Chuco, por el oeste con el distrito de Usquil de la provincia de Otuzco.



Carretera a Sanagoran



Municipalidad de Sanagoran

Fuente: Autor

La NORMA DGE “ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO Y SUS COMPONENTES PARA ELECTRIFICACIÓN RURAL” recomienda obtener información geográfica y climática del lugar de instalación a fin de especificar adecuadamente el sistema fotovoltaico. (Anexo 12)

Las condiciones extremas se detallan a continuación:

- Irradiancia solar mínima mensual anual : 3,5 kWh/m²-día
- Humedad relativa : 90 %
- Rango de temperaturas ambiente : -10 °C a 45 °C
- Velocidad máxima del viento : 120 km/h
- Altura sobre nivel del mar : 5 000 m

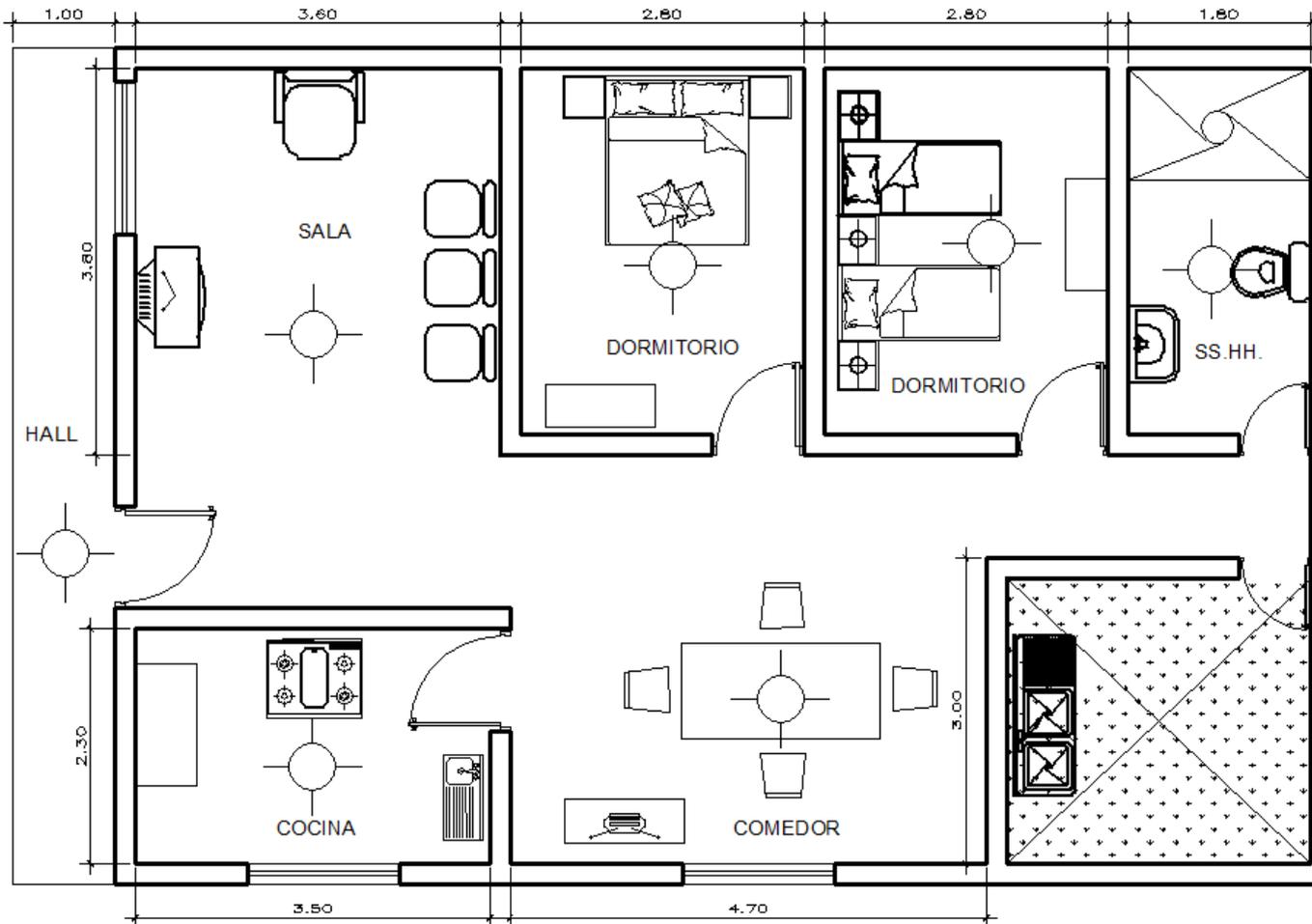
El distrito de Sanagoran cuenta con las siguientes condiciones ambientales y climáticas: Latitud: -7.7858523 ; Longitud: -78.1424583 (Anexo 01)

- Irradiancia solar mínima mensual anual : 4.81 kWh/m²-día
- Humedad relativa : 68.8 %
- Rango de temperaturas ambiente : 13.5 – 17.5 22.8 °C
- Velocidad máxima del viento : 2.5 m/s - 9km/h
- Altura sobre nivel del mar : 1758 m

- **Determinación de cargas a abastecer**

Se constató que en el distrito de Sanagoran consumen en promedio 25 – 30 KWH/Mes

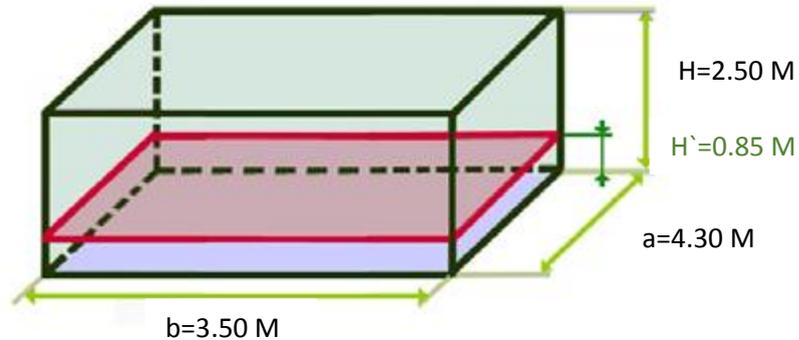
Además hay viviendas que aún no cuentan con el servicio eléctrico, por lo que mediante la encuesta se pudo obtener como resultado que solo se desea contar con 2 cargas (Televisor y Radio) a ello se suma las luminarias necesarias en cada habitación.



- La mayoría de casas son construidas con adobe.
- La casa proyectada no tiene servicio eléctrico, pero desea contar con ello.
- Los artefactos y luminarias indicadas en el plano, son proyectadas a futuro avaladas por los datos recogidos cuando se aplicó la encuesta y observación de la zona.

CALCULO LUMINARIAS

SALA



1. Dimensiones del local o zona a iluminar:

$a = \text{ancho (en m)} = 4.30 \text{ m}$

$b = \text{largo (en m)} = 3.50 \text{ m}$

$H = \text{alto (en m)} = 2.50 \text{ m}$

$h' = \text{altura plano de trabajo (en m)} = 2.50 - 0.85 = 1.65 \text{ m}$

2. Iluminancia en servicio (Lux)

Para salas se recomienda 100 lux

(Anexo 02 - NORMA TÉCNICA EM.010)

3. Coeficiente de Utilización.

De ecuación: 09
$$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$$

$$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$$

$$\frac{4.30 \cdot 3.50}{1.65 \cdot (4.30 + 3.50)}$$

$$= 1.17$$

- Coeficiente de reflexión
(Anexo 14 - tabla coeficiente de reflexión)

Techo (blanco)=0,70-0.85

Paredes (blanco)= 0.7-0.85

Suelo (marrón oscuro)=0.1-0.20

- Tabla de corrección
(Anexo 14 - tabla coeficiente de corrección)
Factor de corrección = 0.75

4. Coeficiente de Mantenimiento

$$C_m = 0.8$$

5. Flujo Luminoso

Ecuación: 08

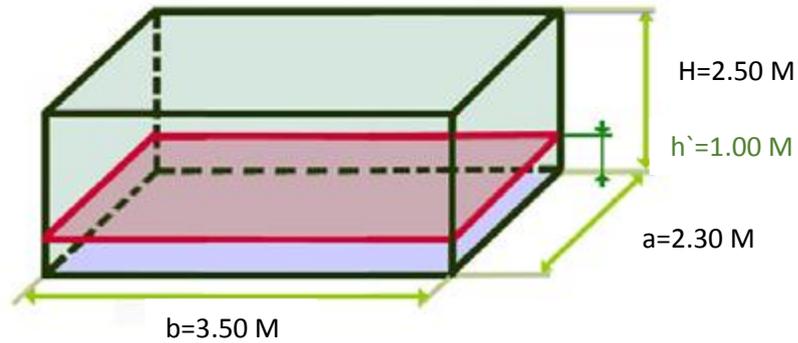
$$\Phi_T = \frac{E_m \cdot S}{C_u \cdot C_m}$$

$$= \frac{100 * (4.30 * 3.50)}{0.8 * 0.75}$$

$$= 2508 \text{ lúmenes.}$$

Se utiliza, TL5 HE Essential 28W - Luz Cálida brinda 2900 lúmenes

COCINA



6. Dimensiones del local o zona a iluminar:

a = ancho (en m) = 2.30 m

b = largo (en m) = 3.50 m

H = alto (en m) = 2.50 m

h` = altura plano de trabajo (en m) = 2.50 – 1.00 = 1.50 m

7. Iluminancia en servicio (Lux)

Para cocinas se recomienda 300 lux
(Anexo 02 - NORMA TÉCNICA EM.010)

8. Coeficiente de Utilización.

Ecuación: 09
$$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$$

$$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$$

$$\frac{2.30 \cdot 3.50}{1.50 \cdot (2.30 + 3.50)}$$

$$= 0.93$$

- Coeficiente de reflexión

(Anexo 14 - tabla coeficiente de reflexión)

Techo (blanco)=0,70-0.85

Paredes (blanco)= 0.7-0.85

Suelo (marrón oscuro)=0.1-0.20

- Tabla de corrección
(Anexo 14 - tabla coeficiente de corrección)
Factor de corrección = 0.75

9. Coeficiente de Mantenimiento

$$C_m = 0.8$$

10. Flujo Luminoso

Ecuación: 08

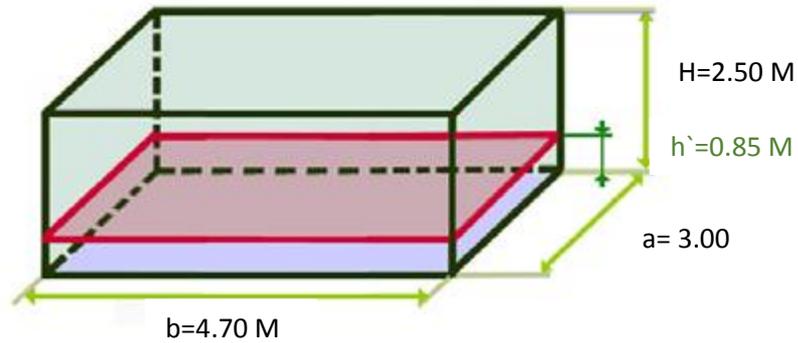
$$\Phi_T = \frac{E_m \cdot S}{C_u \cdot C_m}$$

$$= \frac{300 * (2.30 * 3.50)}{0.8 * 0.75}$$

$$= 4025 \text{ lúmenes}$$

Fluorescente Ecomast 36W/ 58W Luz día Philips brinda 3200/5200

COMEDOR



11. Dimensiones del local o zona a iluminar:

$a = \text{ancho (en m)} = 3.00 \text{ m}$

$b = \text{largo (en m)} = 4.70 \text{ m}$

$H = \text{alto (en m)} = 2.50 \text{ m}$

$h' = \text{altura plano de trabajo (en m)} = 2.50 - 0.85 = 1.65 \text{ m}$

12. Iluminancia en servicio (Lux)

Para comedor se recomienda 100 lux
(Anexo 02 - NORMA TÉCNICA EM.010)

13. Coeficiente de Utilización.

Ecuación: 09
$$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$$

$$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$$

$$\frac{4.70 \cdot 3.00}{1.65 \cdot (4.70 + 3.00)}$$

$$= 1.11$$

- Coeficiente de reflexión

(Anexo 14 - tabla coeficiente de reflexión)

Techo (blanco)=0,70-0.85

Paredes (blanco)= 0.7-0.85

Suelo (marrón oscuro)=0.1-0.20

- Tabla de corrección

(Anexo 14 - tabla coeficiente de corrección)

Factor de corrección = 0.75

14. Coeficiente de Mantenimiento

$$C_m = 0.8$$

15. Flujo Luminoso

Ecuación: 08

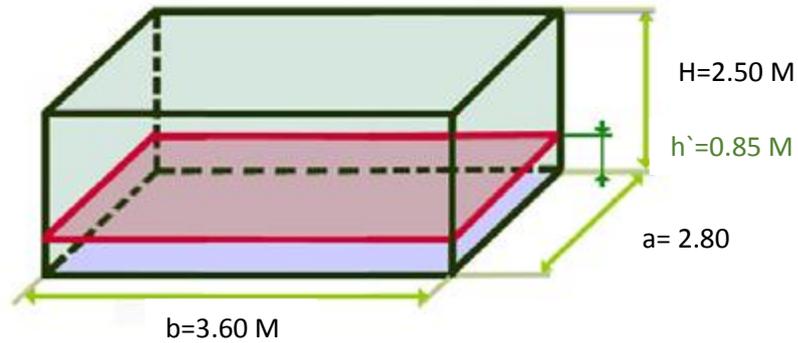
$$\Phi_T = \frac{E_m \cdot S}{C_u \cdot C_m}$$

$$= \frac{100 * (4.70 * 3.00)}{0.8 * 0.75}$$

$$= 2350 \text{ lúmenes}$$

Se utiliza, TL5 HE Essential 28W - Luz Cálida brinda 2900 lúmenes

DORMITORIOS



16. Dimensiones del local o zona a iluminar:

$a = \text{ancho (en m)} = 2.80 \text{ m}$

$b = \text{largo (en m)} = 3.60 \text{ m}$

$H = \text{alto (en m)} = 2.50 \text{ m}$

$h' = \text{altura plano de trabajo (en m)} = 2.50 - 0.85 = 1.65 \text{ m}$

17. Iluminancia en servicio (Lux)

Para dormitorios se recomienda 50 lux
(Anexo 02 - NORMA TÉCNICA EM.010)

18. Coeficiente de Utilización.

Ecuación: 09
$$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$$

$$\frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$$

$$\frac{2.80 \cdot 3.60}{1.65 \cdot (2.80 + 3.60)}$$

$$= 0.95$$

- Coeficiente de reflexión

(Anexo 14 - tabla coeficiente de reflexión)

Techo (blanco)=0.70-0.85

Paredes (blanco)= 0.7-0.85

Suelo (marrón oscuro)=0.1-0.20

- Tabla de corrección

(Anexo 14 - tabla coeficiente de corrección)

Factor de corrección = 0.75

19. Coeficiente de Mantenimiento

$$C_m = 0.8$$

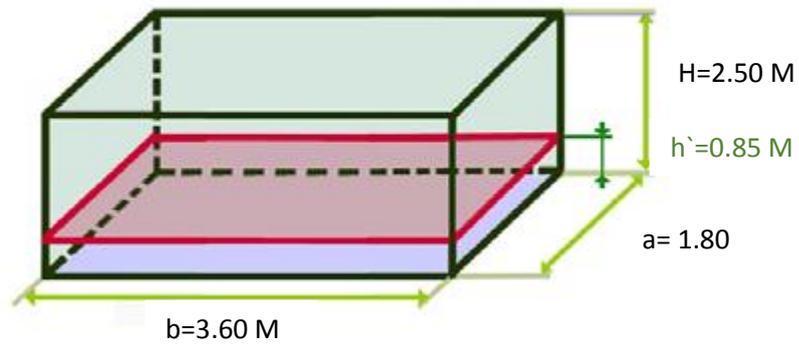
20. Flujo Luminoso

Ecuación: 08

$$\Phi_T = \frac{E_m \cdot S}{C_u \cdot C_m}$$
$$= \frac{50 * (2.80 * 3.60)}{0.8 * 0.74}$$
$$= 840 \text{ lúmenes}$$

CorePro LEDbulb 10.5-75W E27 830 brinda 1055 lúmenes

BAÑO



21. Dimensiones del local o zona a iluminar:

$a = \text{ancho (en m)} = 1.80 \text{ m}$

$b = \text{largo (en m)} = 3.60 \text{ m}$

$H = \text{alto (en m)} = 2.50 \text{ m}$

$h' = \text{altura plano de trabajo (en m)} = 2.50 - 0.85 = 1.65 \text{ m}$

22. Iluminancia en servicio (Lux)

Para baños se recomienda 100 lux
(Anexo 02 - NORMA TÉCNICA EM.010)

23. Coeficiente de Utilización.

Ecuación 09:
$$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$$

$$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$$

$$\frac{1.80 \cdot 3.60}{1.65 \cdot (1.80 + 3.60)}$$

$$= 0.61$$

- Coeficiente de reflexión

(Anexo 14 - tabla coeficiente de reflexión)

Techo (blanco)=0,70-0.85

Paredes (blanco)= 0.7-0.85

Suelo (marrón oscuro)=0.1-0.20

- Tabla de corrección

(Anexo 14 - tabla coeficiente de corrección)

Factor de corrección = 0.74

24. Coeficiente de Mantenimiento

$$C_m = 0.8$$

25. Flujo Luminoso

Ecuación: 08

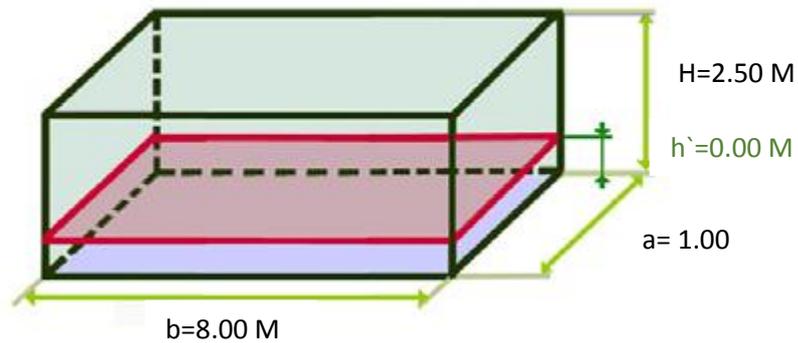
$$\Phi_T = \frac{E_m \cdot S}{C_u \cdot C_m}$$

$$= \frac{100 * (1.80 * 3.60)}{0.8 * 0.51}$$

$$= 1588 \text{ lúmenes}$$

Se utiliza, Philips 14 W - Luz Cálida brinda 1600 lúmenes

HALL



26. Dimensiones del local o zona a iluminar:

$a = \text{ancho (en m)} = 1.00 \text{ m}$
 $b = \text{largo (en m)} = 8.00 \text{ m}$
 $H = \text{alto (en m)} = 2.50 \text{ m}$
 $h' = \text{altura plano de trabajo (en m)} = 2.50$

27. Iluminancia en servicio (Lux)

Para hall se recomienda 100 lux
(Anexo 02 - NORMA TÉCNICA EM.010)

28. Coeficiente de Utilización.

Ecuación: 09
$$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$$

$$\frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$$

$$\frac{1.00 \cdot 8.00}{2.50 \cdot (1.00 + 8.00)}$$

$$= 0.35$$

- Coeficiente de reflexión

(Anexo 14 - tabla coeficiente de reflexión)

Techo (blanco)=0,70-0.85

Paredes (blanco)= 0.7-0.85

Suelo (marrón oscuro)=0.1-0.20

- Tabla de corrección

(Anexo 14 - tabla coeficiente de corrección)

Factor de corrección = 0.74

29. Coeficiente de Mantenimiento

$$C_m = 0.8$$

30. Flujo Luminoso

Ecuación: 08

$$\Phi_T = \frac{E_m \cdot S}{C_u \cdot C_m}$$

$$= \frac{100 * (1.00 * 80)}{0.8 * 0.51}$$

$$= 1960 \text{ lúmenes}$$

Se utiliza, Philips Led Lámpara 18w brinda 2000 lúmenes

Finalmente para determinar la carga total de la vivienda, se suma todas las potencias de las luminarias seleccionadas más las cargas de equipos electrodomésticos en este caso televisor y radio.

Cuadro de cargas				
CARGA	CONSUMO	UNIDADES	HORAS DE USO	TOTAL
TV 21"	100 W	01	03	0.3 kw/H/D
Radio	12 W	01	10	0.12 kw/H/D
Luminarias				
Sala	28 W	01	03	0.084 kw/H/D
Comedor	28 W	01	02	0.056 kw/H/D
Dormitorio	10.5 W	02	04	0.084 kw/H/D
Cocina	36 W	01	02	0.072 kw/H/D
SS.HH	14 W	01	02	0.028 kw/H/D
Hall	18 W	01	04	0.072 kw/H/D
TOTAL	257 W			0.81 kw/H/D

Fuente: Autor

- La potencia total de la vivienda es 257 w
- El consumo diario es de 0.81 kW-H-día, lo que corresponde a 24.46 kW-H-mes.
- Se realizó un gráfico de como es el consumo a lo largo del día en una vivienda promedio en el distrito de Sanagoran (Anexo 03)

- **Dimensionamiento Sistema Fotovoltaico**

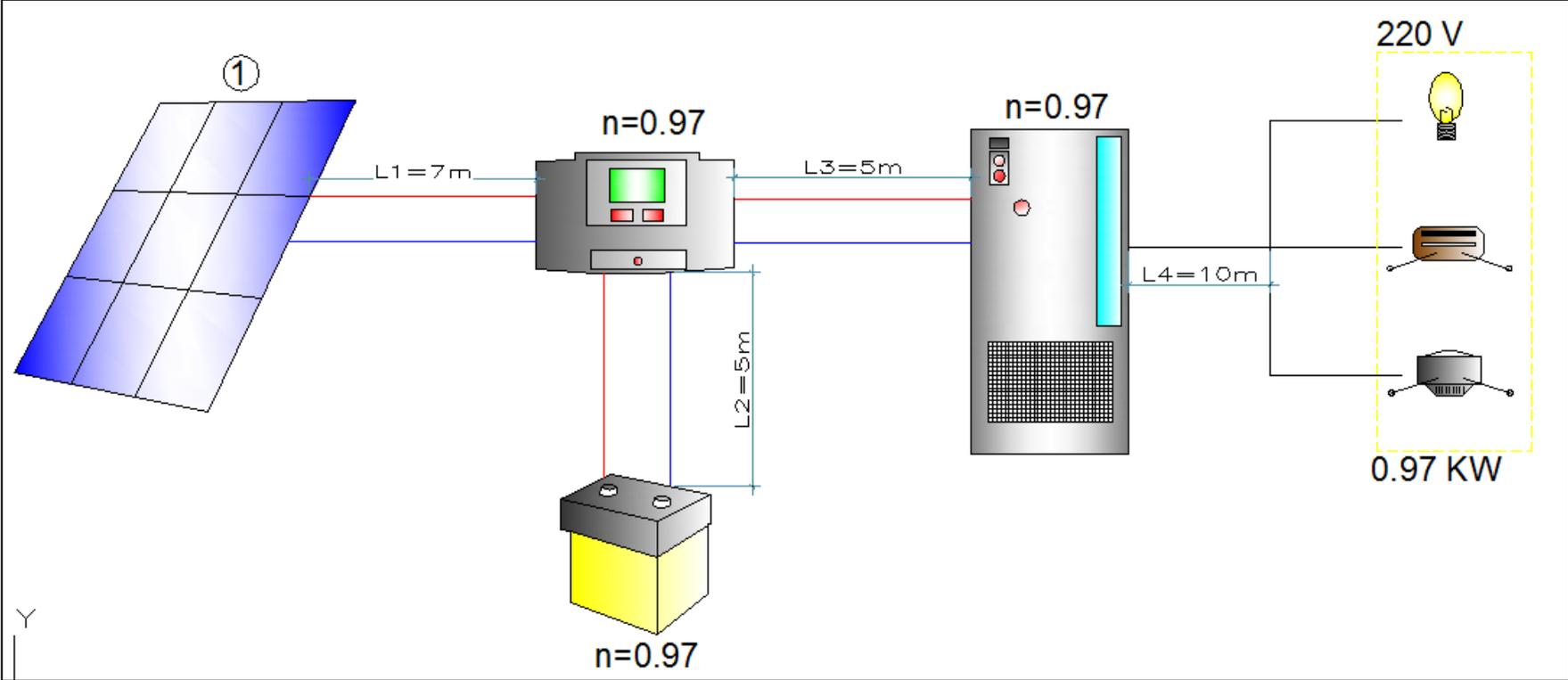
1. ANALISIS CUADRO DE CARGAS

Se tiene como consumo total: 0.81 kW-H-Día

Se da un factor de diseño de 1.20

$$0.81 * 1.20 = 0.972 \text{ kW-h-día}$$

ESQUEMA COMPONENTES SISTEMA FOTOVOLTAICO



Fuente: Autor

2. Determinación de pérdidas por tramos desde la carga hasta el panel fotovoltaico:

- L4

Ecuación: 10
$$R_c = \frac{\delta * l}{S}$$

R_c = Resistencia óhmica de los cables

δ = 0.0171 (Cobre)

L = 10 M

S = 2.5 mm²

$$R_c = \frac{10 * 0.0171}{2.5}$$

$$R_c = 0.0684$$

Ecuación: 11
$$P_r = I^2 * R_c$$

Donde:

- R_c = 0.0684
- P_r = Potencia perdida
- I = 5.75 A

$$P_r = I^2 * R_c$$

$$P_r = 4.41^2 * 0.0684$$

$$P_r = 1.33 \text{ w Aceptable}$$

- En inversor

$$P_{rL4} + 970 \text{ w} = 971.33 \text{ w}$$

Se asume un 97% de eficiencia

$$\text{Entonces: } P_{r\text{Inversor}} = 30.04 + 971.33 = 1001.37 \text{ W}$$

- L3

Ecuación: 10
$$R_c = \frac{\delta * l}{S}$$

R_c = Resistencia óhmica de los cables

δ = 0.0171 (Cobre)

L = 5 M

S = 70 mm²

$$R_c = \frac{5 * 0.0171}{2.5}$$

$$R_c = 0.0342$$

Ecuación: 11
$$P_r = I^2 * R_c$$

Donde:

- R_c = 0.0342
- P_r = Potencia perdida
- I = 5.75 A

$$P_r = 5.75^2 * 0.0342$$

$$P_r = 1.13 \text{ w} > \text{Aceptable}$$

- En controlador de carga
 $P_{rL3} + 1001.37 \text{ w} = 1002.5 \text{ w}$
 Se asume un 97% de eficiencia
 Entonces: $P_{rInversor} = 31.01 + 1002.5 = 1033.50 \text{ W}$

- L2

Ecuación: 10
$$Rc = \frac{\delta * l}{S}$$

Rc = Resistencia óhmica de los cables
 δ = 0.0171 (Cobre)
 L = 5 M
 S = 2.5 mm²

$$Rc = \frac{5 * 0.0171}{2.5}$$

$$Rc = 0.0342$$

Ecuación: 11
$$Pr = I^2 * Rc$$

Donde:

- Rc = 0.0342
- Pr = Potencia perdida
- I = 5.75 A

$$Pr = 5.75^2 * 0.0342$$

$$Pr = 1.13 \text{ w Acceptable}$$

- L1

Ecuación: 10
$$Rc = \frac{\delta * l}{S}$$

Rc = Resistencia óhmica de los cables
 δ = 0.0171 (Cobre)
 L = 7 M
 S = 2.5 mm²

$$Rc = \frac{7 * 0.0171}{2.5}$$

$$Rc = 0.04788$$

Ecuación: 11 $Pr = I^2 * Rc$

Donde:

- $Rc = 0.04788$
- $Pr =$ Potencia perdida
- $I = 5.75 \text{ A}$

$$Pr = 5.75^2 * 0.0342$$

Pr= 1.58 w Aceptable

Finalmente potencia en bornes de panel:
 $1033.50 \text{ w} + 1.13\text{w} + 1.58 \text{ w} = \mathbf{1036.21 \text{ W}}$

Adicionalmente se realizó un gráfico donde muestra los KWh generados, proyectados según los meses del año (Anexo 04)

3. Dimensionamiento Panel Fotovoltaico

Ecuación: 01
$$EE_{PFV} \left(\frac{w-h}{dia} \right) = \phi \left(\frac{w}{m^2} \right) \times S_{pfv} (m^2) \times T_{po} \phi \left(\frac{h}{dia} \right) \times n_{pfv}$$

Donde:

- $EE_{PFV} \left(\frac{w-h}{dia} \right) : 1036.21 \left(\frac{w-h}{dia} \right)$
- $\phi \left(\frac{w/h}{m^2/d} \right) = 4.81 \left(\frac{kw/h}{m^2/d} \right)$
- $S_{pfv} (m^2) =$ Son los (m^2) que tendrá el panel fotovoltaico
- $T_{po} \phi \left(\frac{h}{dia} \right) = 6$ horas
- $n_{pfv} = 16.87\%$ (policristalino)

$$1036.21 \left(\frac{w-h}{dia} \right) = 4810 \left(\frac{w/h}{m^2/d} \right) \times S_{pfv} (m^2) \times 6 \left(\frac{h}{dia} \right) \times 0.1687$$

$$S_{pfv} (m^2) = 0.2128 (m^2)$$

Ecuación: 02
$$P_{PFV} (W) = \phi \left(\frac{w}{m^2} \right) \times S_{pfv} (m^2) \times n$$

$$P_{PFV} (W) = 4810 \left(\frac{w/h}{m^2/d} \right) \times 0.2128 (m^2) \times 0.65$$

$$P_{PFV} (W) = 665.31 W$$

Se dimensiona 4 paneles fotovoltaicos poli cristalinos de 170 Wp c/u

$$4 \times 170 W_p = 680 W_p > 665.31 w$$

- Numero de ramas de paneles en serie

Ecuación: 03
$$N_s = \left(\frac{V_{bat}}{V_p} \right) = \left(\frac{12}{18} \right) = 0.66 = 1$$

- Numero de ramas de paneles en paralelo

Ecuación: 04
$$N_p = \left(\frac{N_t}{N_s} \right) = \left(\frac{4}{1} \right) = 4$$

Los 4 paneles serán conectados en paralelo

TABLA DE CARACTERISTICAS TECNICAS
MODULO FOTOVOLTAICO

Nº	Característica	Unidad	Valor requerido
1	Fabricante	-	BlueSun
2	País de Procedencia	-	China
3	Fecha de fabricación	-	2016
4	Marca y modelo	-	BSM 170 p36
5	Potencia pico nominal	Wp	170
6	Tensiona nominal	V	17.9
7	Tensión Máxima admisible	V	22.8
8	Corriente de cortocircuito	A	9.93
9	Tipo de material de célula fotovoltaica	-	Policristalino
10	Número de células fotovoltaicas	Unidad	36
11	Certificados		
12	IEC 61215	-	SI
	ISO 17025	-	SI

Ficha técnica completa (Anexo 05)

4. Dimensionamiento Acumuladores

Ecuación: 05

$$\Delta E_{aut} = D * Et$$

- ΔE_{aut} = Energía en días de autonomía
- D = 2 días
- Et = 1036.21 w

$$\Delta E_{aut} = 2 * 1036.21 w$$

$$\Delta E_{aut} = 2072.42 wh$$

Ecuación: 06

$$Cn (Ah) = \frac{\Delta E}{V_{bat} * Pd}$$

- Cn = Capacidad del sistema de acumulación
- ΔE = 2072.42 wh
- V_{bat} = 12 V
- Pd = 0.7

$$Cn (Ah) = \frac{2072.42 wh}{v * 0.7}$$

$$Cn (Ah) = 246.71 Ah$$

Se dimensiona 2 acumuladores de 150Ah.

$$2 \times 150 \text{ Ah} = 300 \text{ Ah} > 246.71 \text{ Ah.}$$

Las baterías, al igual que los paneles, serán conectadas en paralelo

TABLA DE CARACTERISTICAS TECNICAS
ACUMULADORES

Nº	Característica	Unidad	Valor requerido
1	Fabricante	-	BlueSun
2	País de Procedencia	-	China
3	Fecha de fabricación	-	2016
4	Marca y modelo	-	6-GFM-150
5	Tensiona nominal	V	12 V
6	Capacidad nominal (hasta una Tensión final 1,75 V/Celda y 25°C)	Ah	150
8	Indicadores de polaridad	-	SI

Ficha técnica completa (Anexo 06)

5. Dimensionamiento Del Controlador De Carga

Ecuación: 07

$$I_r = \text{Max} (I_g, I_c)$$

Corriente en paneles fotovoltaicos:

$$I_g = N_p * I_{pmp}$$

$$I_g = 4 * 9.93 \text{ A}$$

$$I_g = 39.72 \text{ A}$$

Corriente en cargas:

$$I_c = \frac{Et}{V}$$

$$I_c = \frac{1036.21 \text{ w}}{220 \text{ v}}$$

$$I_c = 4.71 \text{ A}$$

La mayor corriente es la $I_g = 39.72 \text{ A}$

Se dimensiona regulador de 40 A

TABLA DE CARACTERISTICAS TECNICAS
CONTROLADOR DE CARGA

Nº	Característica	Unidad	Valor requerido
1	Fabricante	-	BlueSun
2	País de Procedencia	-	China
3	Fecha de fabricación	-	2016
4	Marca y modelo	-	MPPT eSmart
5	Voltaje	V	12 – 24 V
6	Voltaje máximo en panel	V	30 V
7	Máxima corriente de salida	A	40
8	Tecnología	-	Electrónica

Ficha técnica completa (Anexo 07)

6. Dimensionamiento Del Inversor

Los parámetros para seleccionar el inversor son:

Potencia nominal (W): 1036.21

Tensión nominal de entrada (V): 12 V (Dado por la batería)

Tensión nominal de salida (Vef): 220 V

Frecuencia de operación (Hz): 60 Hz

Se dimensiona Inversor de 1000W

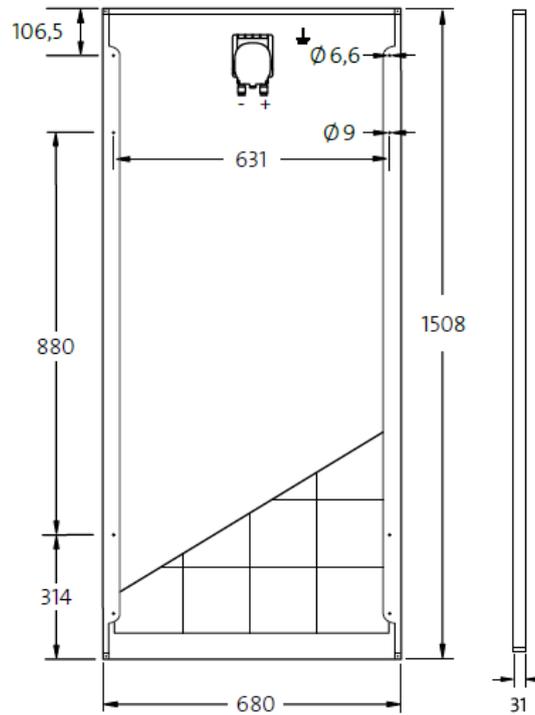
Nº	Característica	Unidad	Valor requerido
1	Fabricante	-	BlueSun
2	País de Procedencia	-	China
3	Fecha de fabricación	-	2016
4	Marca y modelo	-	TLS-1Kw
5	Max. tensión de entrada	V	150 VDC
6	Frecuencia de entrada	Hz	50-60
7	Potencia de entrada	W	1000
8	Voltaje de salida	V	120- 230
9	Regulación	%	+/-10

Ficha técnica completa (Anexo 08)

7. Dimensionamiento De Accesorios

- Soporte de paneles solares:

Se tiene 4 paneles solares los cuales según ficha técnica se tiene los siguientes datos.

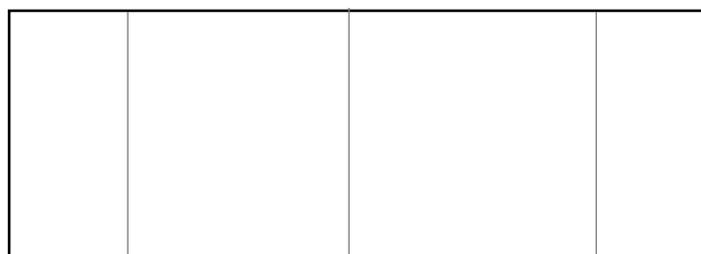


Dimensiones panel fotovoltaico

Altura: 1.508 m

Base: 0.68 m * 4 paneles = 2.72 m

- Las dimensiones finales serian



1.60 m

2.72 m

El material con el que se fabrica mayormente es aluminio.
Se recomienda usar el soporte tipo poste y una altura de 2.5 m.
(Proyecto EnDev/GIZ, 2013)

8. Dimensionamiento conductores

- Tramos corriente continua 1000 W – 12V

Por ampacidad:

$$P = V * I *$$

$$1000 \text{ W} = 12 \text{ A} * I$$

$$I = 83.33 \text{ A}$$

Por temperatura

$$T = 30 + (60 - 30) \left(\frac{83}{197} \right)^2$$

$$T = 35.32 \text{ }^\circ\text{C} - \text{Aceptable}$$

Conductor Seleccionado: AWG/MSM - 1/0 – 53.4 mm²

- Tramos corriente alterna : 1000 W – 220 V

Por ampacidad:

$$P = V * I *$$

$$1000 \text{ W} = 220 \text{ A} * I$$

$$I = 4.54 \text{ A}$$

Por temperatura

$$T = 30 + 60 - 30 \left(\frac{4.54}{25} \right)^2$$

$$T = 30.98 \text{ }^\circ\text{C} - \text{Aceptable}$$

Conductor Seleccionado: AWG/MCM - 14 – 2.1mm²

(Anexo 16)

- **DISEÑO SISTEMA FOTOVOLTAICO**

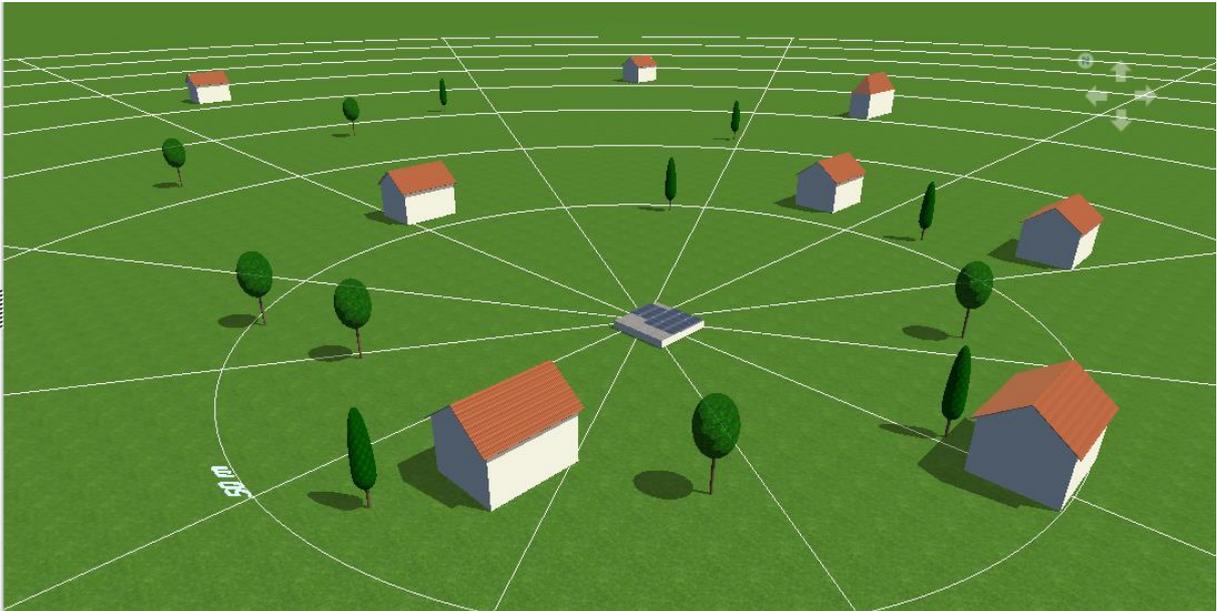
Finalmente los parámetros técnicos del sistema dimensionado son:

Componente	Unidades	Parámetro Técnico	Modelo	Comentario
Panel Solar	04	170 Wp	BlueSun	Policristalino
Acumulador	02	150 Ah	BlueSun	Gel
Controlador de carga	01	40 A	BlueSun	MPPT
Inversor	01	1 Kw	BlueSun	Onda Senoidal pura
Conductor zona corriente continua		AWG/MSM-1/0 53.4 mm ²		
Conductor zona corriente alterna		AWG/MCM - 14 2.1mm ²		
Soporte	01	Para 4 paneles fotovoltaicos		De preferencia hecho de aluminio

Esquema de instalación (Ver anexo 09)

- **Propuestas de solución**

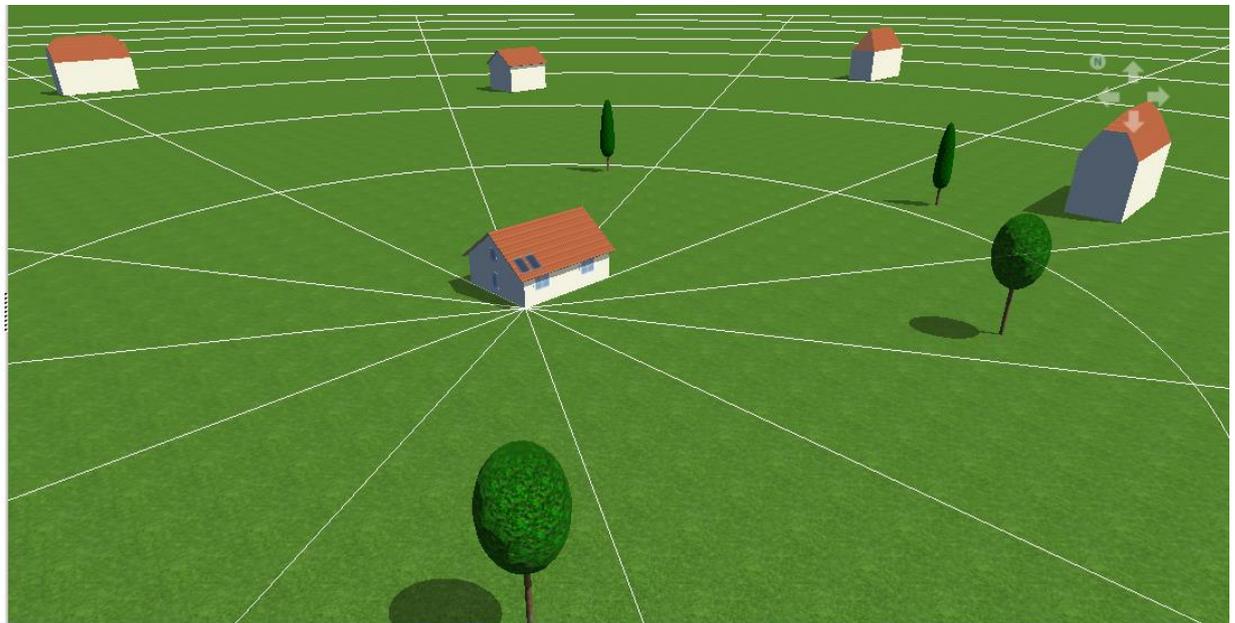
Propuesta 1:



Fuente: Autor

- Colocar el sistema fotovoltaico en un punto céntrico y de ahí distribuir la energía eléctrica a las casas.

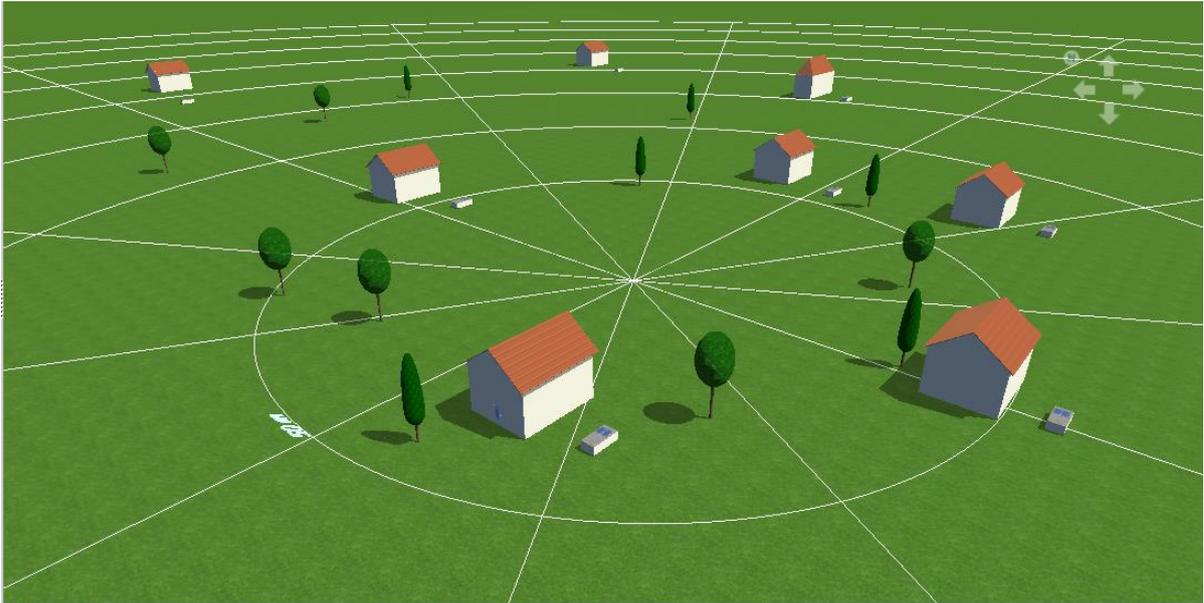
Propuesta 2



Fuente: Autor

- Cada vivienda debe contar con sistema fotovoltaico propio, El panel se colocara en el techo y los componentes restantes irán en el interior de la vivienda.

Propuesta 3



Fuente: Autor

- Cada vivienda debe contar con sistema fotovoltaico propio, El panel se colocara al costado de la vivienda con un soporte adecuado y los componentes restantes irán en el interior de la vivienda.

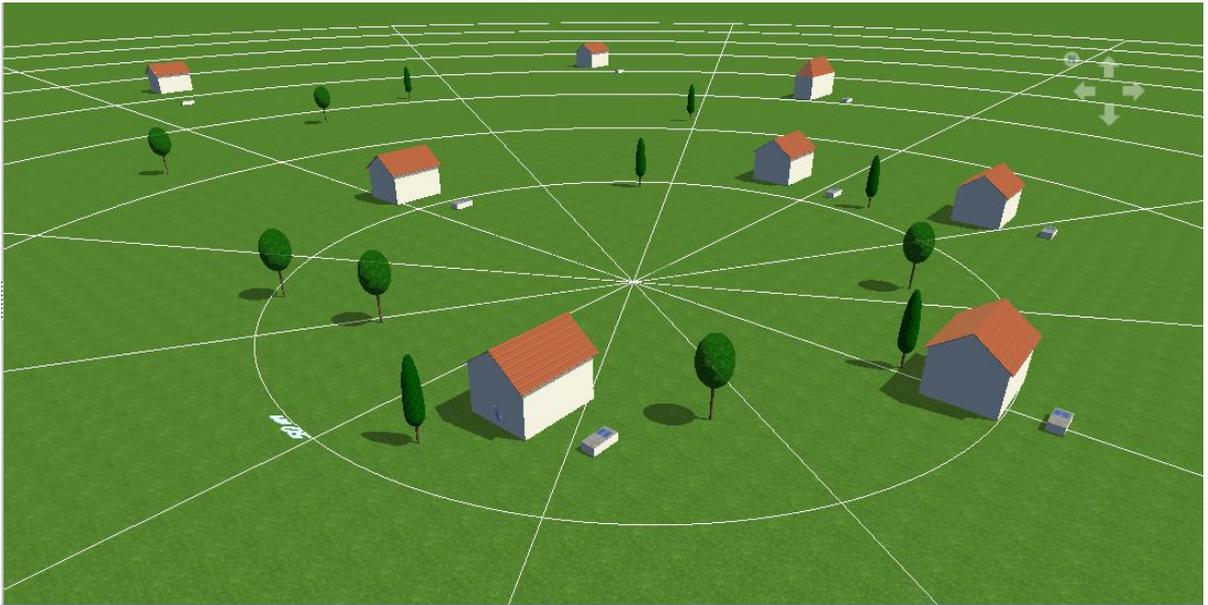
- Evaluación de propuestas de solución

CONSIDERACIONES DE DISEÑO							
	PONDERACION	Propuesta 01		Propuesta 02		Propuesta 03	
Accesibilidad	10%	06	0.6	08	0.8	08	0.8
Costo	40%	05	2	07	2.8	07	2.8
Vida útil	20%	08	1.6	09	1.8	09	1.8
Mantenimiento	10%	06	0.6	06	0.6	08	0.8
Seguridad	20%	05	1	07	1.4	08	1.6
TOTAL	100%	30	5.8	37	7.4	42	7.8
PROPUESTA SELECCIONADA		NO		NO		SI	

- **Determinación de la mejor propuesta de solución**

Propuesta 3

- **Cada vivienda debe contar con sistema fotovoltaico propio, El panel se colocara al costado de la vivienda con un soporte adecuado y los componentes restantes irán en el interior de la vivienda.**



Fuente: Autor

- **Accesibilidad:** Cada vivienda contara con un SFV propio, por lo cual al estar cerca o dentro de la vivienda será de fácil acceso tanto para los instaladores como para los usuarios.
- **Costo:** Al estar cerca de la vivienda, se reduce la longitud de los cables, representando un ahorro económico, además de tener caída de tensión despreciable.
- **Vida útil :** Todos los componentes del sistema fotovoltaico tienen una vida útil de 20 años , aparte de ello al contar cada vivienda con su SFV esta se hará responsable de su cuidado alargando la vida útil de este.
- **Mantenimiento:** A diferencia de la propuesta 02, el sistema fotovoltaico no estarán ubicado en el techo de la vivienda de modo que estará al alcance de quien decida dar mantenimiento.
- **Seguridad:** Al tener cada vivienda con su sistema fotovoltaico hace responsable del cuidado a cada integrante de la familia, a diferencia de la propuesta 01 donde al estar en un punto medio se tendría que elaborar un cronograma de quien hace realizara el mantenimiento quedando en duda si se cumplirá o no.

INSTALACION SISTEMA FOTOVOLTAICO

- **Inclinación panel solar**

Sanagoran: Latitud: -7.79 ° N, Longitud: -78.14 E

Para Sanagoran se pondrá el panel solar a un Angulo de 8°.

- **Orientación**

El panel siempre debe orientarse hacia el Ecuador, en el caso de Perú, al norte.

- **Ausencia de sombras**

En el caso de existir algún obstáculo que se pueda remover se aconseja hacerlo antes de instalar el panel solar.

Una vez revisados los aspectos anteriores ya se puede proceder a instalar el panel fotovoltaico, para Sanagoran sería:

Inclinación del panel: 8°

Orientación: Hacia el Ecuador (Norte)

Libre de sombras

Diseño final (Anexo 17)

IV. DISCUSION DE RESULTADOS

- **Vásquez Chigne, Laura Carolina de Fátima ; Zúñiga Anticona, Bibi Malú (2015)** en su tesis “Proyecto de Prefactibilidad para la Implementación de Energía Solar Fotovoltaica y Térmica en el Campamento Minero Comihuasa” realizaron su estudio en Huachocolpa – Huancavelica, obteniendo las condiciones meteorológicas de dicho lugar mediante el software “Clean Energy Project Analysis”, este software recopila la información más actualizada brindada por la NASA; en el lugar de investigación la radiación solar llega a un promedio de 5 kW-H-m²-día , por lo que las autoras afirmaron que es un lugar propicio para la producción de energía por medio del recurso solar.
- **Méndez Marquina, Jhosep (Autor)**, La Norma DGE “Especificación Técnica para Sistema Fotovoltaico y sus componentes para Electrificación Rural” ofrece condiciones generales de las características climáticas y geográficas del lugar de instalación. En Sanagoran, tomando como fuente los datos brindados por la NASA (según el software “Clean Energy Project Analysis” versión 2016), las características climáticas y geográficas del lugar son apropiadas para la viabilidad del proyecto.

Sanagoran: Latitud: -7.78585231; Longitud: -78.14245836284795.

Irradiación solar mínima mensual anual	: 4.81 kWh/m ² -día
Humedad relativa	: 68.8 %
Rango de temperaturas ambiente	: 13.5 – 17.5 °C
Velocidad máxima del viento	: 2.5 m/s
Altura sobre nivel del mar	: 1758 m

- **Muñoz Anticona, Delfor Flavio (2005)**, en su tesis que lleva como nombre “Aplicación De La Energía Solar Para Electrificación Rural En Zonas Marginales Del País”, realizó dos cuadros de cargas en los cuales determinó los Wh-día que debería abastecer su sistema; en el primer caso, fue un total de 400 Wh-día; en el segundo, 1552 Wh-día; la diferencia fue que en el segundo caso optó por incluir una refrigeradora de 48 W.
- **Méndez Marquina, Jhosep (Autor)**, se tiene como demanda máxima para una vivienda promedio en la localidad de Sanagoran 0.972 kW-H-Día, el cual inicialmente fue de 0.81 kW-H-Día, pero se le dio un factor de seguridad de 1.20. Este dato se obtuvo gracias al cuadro de cargas, en el cual se detalla la sumatoria total del consumo de luminarias y artefactos eléctricos (radio y televisor) en Kw-H-día.
 Para el caso de luminarias se optó por hacer el cálculo en cada una de las habitaciones para así determinar cuál sería la luminaria más óptima en cada caso.
 Siguiendo lo indicado por la NTP 010 INSTALACIONES ELECTRICAS INTERIORES, se determinó cuántos son los lúmenes necesarios en cada habitación, luego de esto se seleccionó la luminaria adecuada.
- **Muñoz Anticona, Delfor Flavio (2005)**, en su tesis que lleva como nombre “Aplicación De La Energía Solar Para Electrificación Rural En Zonas Marginales Del País” usa un “método simplificado”, el cual tiene como resultado para una carga diaria de 1552 Wh el uso de 4 paneles (no indica si es policristalino o monocristalino) de 110 Wp; 2 baterías de 100Ah para un respaldo de hasta 3 días.
- **Méndez Marquina, Jhosep (Autor)**, se determinó las pérdidas que tendría el sistema según las eficiencias de cada componente y la caída de tensión que habría en cada tramo, sumando todo eso dio como resultado que el sistema debe abastecer diariamente 1.036 Kw/H.

Luego se dimensionó el panel solar; en dónde, según la Ecuación 01 de teorías previas se debe igualar la carga a abastecer con la radiación solar, el tiempo de radiación, la superficie del panel solar y la eficiencia del mismo, con esto se despeja la superficie del panel solar y esta a su vez es multiplicada por la irradiación solar con la eficiencia del sistema según la Ecuación 02, con esto se obtuvo que para nuestro sistema necesitamos 4 paneles policristalinos de 170Wp. Para la batería, según Ecuación 05 se determinó 2 días de autonomía y se estableció la energía en días de autonomía 2072.42 Wh, luego con la Ecuación 06 se determinó la capacidad del sistema de acumulación el cual fue 2 baterías de 150 Ah. Para el controlador de carga, según la Ecuación 07 tiene que ser dado por la corriente mayor el sistema, en este caso es la de los 4 paneles solares 39.72 A por lo que se dimensiona uno de 40 A. Finalmente para dimensionar el inversor se elige según la potencia nominal del sistema, por lo que se opta por uno de 1000 w.

- **Chávez Guerrero, Mónica Alejandra (2012)** , en su tesis que lleva como título “Proyecto De Factibilidad Para Uso De Paneles Solares En Generación Fotovoltaica De Electricidad En El Complejo Habitacional “ San Antonio” De Riobamba”, luego de dimensionar el sistema a utilizarse determina las conexiones de sus sistema según un Manual de Instalación de componentes solares fotovoltaicos apoyada de un gráfico brindado por este. En ningún momento hizo uso de un software de diseño.
- **Méndez Marquina, Jhosep (Autor)**, luego de realizar el dimensionamiento: 4 paneles solares policristalinos de 170 Wp, 2 baterías con capacidad de 150 Ah, 1 controlador de 40 A y 1 inversor de 1000 W; estos componentes fueron ubicados en un plano de AutoCAD para determinar en qué forma serán conectados y las distancias que habrá entre ellos.

- **Chávez Guerrero, Mónica Alejandra (2012)** , en su tesis que lleva como título “Proyecto De Factibilidad Para Uso De Paneles Solares En Generación Fotovoltaica De Electricidad En El Complejo Habitacional “ San Antonio” De Riobamba” , afirma que su diseño está basado en las buenas prácticas de Ingeniería, así como en la disposición de normas técnicas y disposiciones emitidas por los fabricantes de los equipos e instalaciones utilizadas en el proyecto. Este fue el antecedente que más se ajusta lo realizado con mi tesis. Ya que en la mayoría de tesis se dedicaron plenamente al dimensionamiento dejando de lado el diseño.
- **Méndez Marquina, Jhosep (Autor)**, se dieron tres propuestas de solución: En la primera se ofreció la creación de una mini central solar; en la segunda se planteó que cada casa cuente con un panel solar en techo y la tercera, que cada vivienda cuente con un panel solar añadiéndosele un soporte al costado. Luego se elaboró una matriz de ponderación y se dio un puntaje de acuerdo al ítem que se evaluaba quedando aceptada la propuesta N°3. Según la matriz de ponderación y como se dijo anteriormente, la propuesta aceptada fue la N° 3, por las siguientes razones (ítems evaluados) :
 - **Accesibilidad:** Cada vivienda contara con un SFV propio, por lo cual al estar cerca o dentro de la vivienda será de fácil acceso tanto para los instaladores como para los usuarios.
 - **Costo:** Al estar cerca de la vivienda, se reduce la longitud de los cables, representando un ahorro económico, además de tener caída de tensión despreciable.
 - **Vida útil :** Todos los componentes del sistema fotovoltaico tienen una vida útil de 20 años , aparte de ello al contar cada vivienda con su SFV esta se hará responsable de su cuidado alargando la vida útil de este.
 - **Mantenimiento:** A diferencia de la propuesta 02, el sistema fotovoltaico no estarán ubicado en el techo de la vivienda de modo que estará al alcance de quien decida dar mantenimiento.
 - **Seguridad:** Al tener cada vivienda con su sistema fotovoltaico hace responsable del cuidado a cada integrante de la familia, a diferencia

de la propuesta 01 donde al estar en un punto medio se tendría que elaborar un cronograma de quien hace realizara el mantenimiento quedando en duda si se cumplirá o no.

- **Chávez Guerrero, Mónica Alejandra (2012)** , en su tesis que lleva como título “Proyecto De Factibilidad Para Uso De Paneles Solares En Generación Fotovoltaica De Electricidad En El Complejo Habitacional “ San Antonio” De Riobamba” indica que su estudio es viable ya que la inversión se recuperaría dentro del rango de tiempo de utilización de los equipos (25 años) , PRI (23 años) .
- **Méndez Marquina, Jhosep (Autor)**, Los cálculos económicos indicaron que para este proyecto el VAN es de S/. 4311, una TASA INTERNA DE RETORNO de 28%, con un PRI de 10.05 años. Este análisis se hizo con un flujo de caja en un tiempo de 15 años. Lo que determina que el proyecto es muy viable económicamente.

V. CONCLUSIONES

- Se ha considerado este diseño como un modelo estándar porque se busca que este estudio no solo sirva para abastecer con energía eléctrica a Sanagoran sino también a localidades aledañas o que tienen similares datos climatológicos, resultando de gran ayuda para pobladores que actualmente no cuentan con servicio eléctrico.
- Las características climáticas y geográficas del lugar son apropiadas para la viabilidad del proyecto, además de sobrepasar en positivo los rangos establecidos por la Norma DGE “Especificación Técnica para Sistema Fotovoltaico y sus componentes para Electrificación Rural”
- La demanda máxima total diaria es de 0.81 Kw-h. A este resultado se le agregó un factor de seguridad de 1.20 teniendo como demanda máxima final: 0.972 kW-H-Día.
- Los cálculos determinaron que el sistema fotovoltaico debe tener los siguientes parámetros técnicos:
 - 4 paneles solares policristalinos de 170 Wp – BlueSun - BSM 170 p36
 - 2 baterías con capacidad de 150 Ah – 12 V - BlueSun
 - 1 controlador MPPT – I-PeSMART- BlueSun- Serie de 40 A
 - 1 inversor TLS- 1Kw- BlueSun
 - Conductor zona corriente continua- AWG/MSM-1/0- 53.4 mm²
 - Conductor zona corriente alterna - AWG/MCM - 14 - 2.1mm²
- Se diseñó un plano en AutoCAD donde indica la ubicación de cada componente del sistema, en qué forma serán conectados y las distancias que habrá entre ellos.

- Se determinaron tres propuestas de solución.

Propuesta N°1: Creación de una mini central solar;

Propuesta N°2: Cada vivienda cuente con un panel solar en techo

Propuesta N°3: Cada vivienda cuente con un panel solar añadiéndosele un soporte al costado.

- Se estableció mediante una matriz de ponderación que la mejor propuesta fue la N°: 03 evaluando los ítems de Accesibilidad, Costo, Vida útil, Mantenimiento y Seguridad
- El costo total del sistema fotovoltaico es de S/. 2899, evaluado con importación directa desde China
- Los cálculos económicos indicaron que para este proyecto el VAN es de S/. 4311, una TASA INTERNA DE RETORNO de 28%, con un PRI de 10.05 años. Este análisis se hizo con un flujo de caja en un tiempo de 15 años.
Lo que determina que el proyecto es muy viable económicamente.

VI. RECOMENDACIONES

- Si se va a realizar un proyecto de grandes inversiones y se quiere tener un dato más preciso de la radiación solar que hay en la zona, se recomienda obtenerlo mediante el uso del Pirheliómetro y Heliógrafo, dichos instrumentos miden la radiación solar y la cantidad de horas de sol durante un periodo determinado.
- La demanda máxima en este proyecto fue dada con un factor de seguridad de 1.20, además de analizar las pérdidas extremas en cada parte del sistema; si se desea un poco más de confiabilidad se recomienda usar un valor de 1.25 o 1.30 pero siempre teniendo en cuenta que esto afectará en el dimensionamiento y, por ende, en el número y parámetros técnicos de los componentes del sistema.
- En los cálculos, la mayoría de diseñadores dimensionan su sistema con “fórmulas directas” en las cuales no tienen en cuenta la eficiencia de los componentes; se sugiere utilizar fórmulas adecuadas, como las usadas en este proyecto, para tener parámetros más reales de lo que verdaderamente se necesita.
- En cuanto a los aspectos económicos, se sugiere considerar para futuros proyectos, realizar importaciones directamente desde China, debido a que es una opción fácil, viable y confiable
- Se recomienda dimensionar e instalar un pozo a tierra para cada vivienda.

VII. BIBLIOGRAFIA

Guia tecnica de aplicacion para instalaciones fotovoltaicas. Canarias : Direccion general de Industria y Energia del Gobierno de Canarias. s.n. pág. 108.

AGUILAR RICO, Mariano y BLANCA GIMÉNEZ, Vicente. 1995. Iluminacion y Color. Valencia: Universidad Politecnica de Valencia, 1995.

BÁRCENA, Adán y BÁRCENA, Sotero. Aprovechamiento de la energia solar fotovoltaica dentro de un proyecto de vida sustentable. 2014.

GUEVARA, Nicolás. Energías Renovables En Acorde Con El Medio Ambiente. Lima, s.f.

LÓPEZ DUMRAUF, Guillermo. 2006. Calculo Financiero Aplicado. 2° edición. Buenos Aires : La ley, 2006.

MINEM. Norma EM 010. Diario El Peruano, 2006.

MINEM. Resolucion Directoral Nº 203-2015-MEM/DGE. Diario El Peruano, 2015.

Osinergmin. Introduccion energias renovables. [En línea] 2013. [Fecha de concuslta: 15 de noviembre de 2016.] Disponible en :www.osinerg.gob.pe/EnergiasRenovables/contenido/IntroduccionEnergiasRenovables.html.

Manual de instalacion de un sistema fotovoltaico domicialiario. Proyecto EnDev/GIZ. 2013. SENCICO. Lima. 2013

ENERGÍAS RENOVABLES Y EFICIENCIA ENERGÉTICA por Julieta Schallenberg [et al.]. Primera edición. España : Instituto Tecnologico de Canarias, 2008.

VÁSQUEZ CHIGNE, Laura y ZÚÑIGA ANTICONA, Bibi . Proyecto de Prefactibilidad para la Implementación de Energía Solar Fotovoltaica y Térmica en el Campamento Minero Comihuasa. Tesis para obtener el grado de ingeniero industrial. Lima. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. 2015. Disponible en: <http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/593339/1/TESIS+FINAL.pdf>

MUÑOZ ANTICONA, Delfor Flavio. Aplicación de la energía solar para electrificación rural en zonas marginales del país” Tesis para obtener el grado de ingeniero elèctrico. Lima. Universidad Nacional de Ingenieria. 2015. Disponible en: http://www.catalogo.uni.edu.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=31614&query_desc=au%3AMuñoz%20Anticona%2C%20Delfor%20Flavio%20%23relevance_dsc.

CHÁVEZ GUERRERO, Mónica Alejandra. Proyecto de factibilidad para uso de paneles solares en generación fotovoltaica de electricidad en el complejo habitacional “San Antonio” de Riobamba”. Tesis para obtener el grado de ingeniero mecànico. Lima.Escuela Superior Politècnica de Chimborazo. 2012. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2478>

VIII. ANEXOS

- Anexo 01: Datos Climatológicos – Software RetScreen
- Anexo 02: Norma Técnica EM.010
- Anexo 03: Consumo kw-H a lo largo del día
- Anexo 04: KWh generados proyectados según los meses del año
- Anexo 05: Ficha técnica panel solar
- Anexo 06: Ficha técnica acumuladores
- Anexo 07: Ficha técnica controlador de carga
- Anexo 08: Ficha técnica inversor
- Anexo 09: Esquema de instalación
- Anexo 10: Cotización sistema fotovoltaico
- Anexo 11: Norma DGE “ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO Y SUS COMPONENTES PARA ELECTRIFICACIÓN RURAL” – Condiciones extremas
- Anexo 12: Mapa radiación solar – Perú (SENHAMI)
- Anexo 13: Mapa radiación solar – La libertad (SENHAMI)
- Anexo 14: Tabla coeficiente de reflexión y corrección – Luminarias
- Anexo 15: Análisis económico estado
- Anexo 16: Tabla conductores eléctricos
- Anexo 17: Diseño final
- Anexo 18: Encuesta
- Anexo 19: Ficha de observación
- Anexo 20: Casos de éxito energía solar