



Universidad Científica del Perú - UCP
*Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000318, Personas Jurídicas de Iquitos,
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP*

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS

**“DISEÑO DE UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO PARA
REDUCIR EL CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA EN
VIVIENDAS UNIFAMILIARES, TARAPOTO - 2021”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

**AUTORES : BACH. WILMER HUIÑAPI RENGIFO
BACH. DAVID ACUÑA RISCO**

ASESOR : Ing. ANDRES PINEDO DELGADO, M.Sc.

Tarapoto – San Martín - Perú

2022

DEDICATORIA

A las Mujeres a quienes les debo todo en esta vida, Mi Madre y Mis Hermanas. Y a los nuevos tesoros en mi existencia, mis hijas.

Wilmer Huiñapi Rengifo

A mi esposa y mis hijos que son mi motor y motivo para que sea el mejor cada día.

A mi Sra. Madre que me dio la vida y siempre me impulso a ser mejor persona y profesional.

David Acuña Risco

AGRADECIMIENTO

Al Señor Dios Todo Poderoso, por todas sus bendiciones: La Vida, la Salud, Mi familia y Amigos.

A mi Madre y Hermanas, que han sacrificado mucho y no han medido esfuerzos para hacer de mí un hombre de Bien.

A los Docentes de la UCP, que me han instruido con sus conocimientos para poder desempeñarme como profesional en la Carrera de Ingeniería Civil.

A mis Amigos, porque siempre están conmigo compartiendo los momentos buenos y malos.

Wilmer Huiñapi Rengifo

A mi esposa y mis hijos que son mi motor y motivo para que sea el mejor cada día.

A mi Sra. Madre que me dio la vida y siempre me impulso a ser mejor persona y profesional.

David Acuña Risco

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

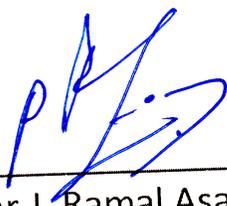
La Tesis titulada:

**“DISEÑO DE UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO PARA REDUCIR EL
CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES,
TARAPOTO - 2021”**

De los alumnos: **WILMER HUIÑAPI RENGIFO Y DAVID ACUÑA RISCO**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **1% de plagio**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

San Juan, 16 de Setiembre del 2022.



Dr. César J. Ramal Asayag
Presidente del Comité de Ética – UCP

Document Information

| | |
|--------------------------|--|
| Analyzed document | UCP_INGENIERÍA CIVIL_2022_TESIS_WILMERHUIÑAPI_DAVIDACUÑA_V1.pdf (D143627891) |
| Submitted | 2022-09-05 19:19:00 |
| Submitted by | Comisión Antiplagio |
| Submitter email | revision.antiplagio@ucp.edu.pe |
| Similarity | 1% |
| Analysis address | revision.antiplagio.ucp@analysis.arkund.com |

Sources included in the report

| | | | |
|-----------|---|---|----------|
| SA | 9. TESIS. ASTUHUAMAN RUIZ -RUIZ PIMENTEL.pdf Document 9. TESIS. ASTUHUAMAN RUIZ -RUIZ PIMENTEL.pdf (D142844921) |  | 1 |
| SA | Tesis 2020. Marco Puco.pdf Document Tesis 2020. Marco Puco.pdf (D63392054) |  | 1 |
| SA | 719879af7aefd4487046c6979a611402c3bb8fdf.html Document 719879af7aefd4487046c6979a611402c3bb8fdf.html (D142446359) |  | 1 |

Entire Document

pág. 1 FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL TESIS "DISEÑO DE UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO PARA REDUCIR EL CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES, TARAPOTO - 2021" PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL AUTORES : BACH. WILMER HUIÑAPI RENGIFO BACH. DAVID ACUÑA RISCO ASESOR : Ing. VÍCTOR EDUARDO SAMAMÉ ZATTA, M.Sc. Tarapoto – San Martín - Perú 2022

pág. 2 DEDICATORIA A las Mujeres a quienes les debo todo en esta vida, Mi Madre y Mis Hermanas. Y a los nuevos tesoros en mi existencia, mis hijas. Wilmer Huiñapi Rengifo A mi esposa y mis hijos que son mi motor y motivo para que sea el mejor cada día. A mi Sra. Madre que me dio la vida y siempre me impulso a ser mejor persona y profesional. David Acuña Risco

pág. 3 AGRADECIMIENTO Al Señor Dios Todo Poderoso, por todas sus bendiciones: La Vida, la Salud, Mi familia y Amigos. A mi Madre y Hermanas, que han sacrificado mucho y no han medido esfuerzos para hacer de mí un hombre de Bien. A los Docentes de la UCP, que me han instruido con sus conocimientos para poder desempeñarme como profesional en la Carrera de Ingeniería Civil. A mis Amigos, porque siempre están conmigo compartiendo los momentos buenos y malos. Wilmer Huiñapi Rengifo A mi esposa y mis hijos que son mi motor y motivo para que sea el mejor cada día. A mi Sra. Madre que me dio la vida y siempre me impulso a ser mejor persona y profesional. David Acuña Risco

pág. 4 HOJA DE APROBACIÓN Tesis sustentada en acto público el día ... de del 2022, a las horas

_____ Ing. JOEL PADILLA MALDONADO, M.Sc. Presidente del Jurado

Evaluador _____ Ing. LUIS ARMANDO CUSCO TRIGOZO, M.Sc. Miembro del

Jurado Evaluador _____ Ing. CALEB RIOS VARGAS, M.Sc. Miembro del

Jurado Evaluador _____ Ing. Víctor Eduardo Samamé Zatta, M.Sc. Asesor

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Con Resolución Decanal N° 626-2021-UCP-FCEI del 14 de setiembre de 2021, la FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador de la sustentación de tesis a los señores:

- | | |
|---|------------|
| • Ing. Joel Padilla Maldonado, M. SC. | Presidente |
| • Ing. Luis Armando Cuzco Trigozo, M.Sc.. | Miembro |
| • Ing. Caleb Ríos Vargas, M. Sc. | Miembro |

Como Asesor: Ing. Andres Pinedo Delgado, M.Sc.

En la ciudad de Tarapoto, siendo las 20:00 horas del día 06 de octubre del 2022, modo virtual con la plataforma del ZOOM, supervisado en línea por la Secretaria Académica de la Facultad de la Filial Tarapoto de la Universidad, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: **"DISEÑO DE UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO PARA REDUCIR EL CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES, TARAPOTO - 2021"**.

Presentado por los sustentantes:

WILMER HUIÑAPI RENGIFO y DAVID ACUÑA RISCO

Como requisito para optar el título profesional de: **INGENIERO CIVIL**

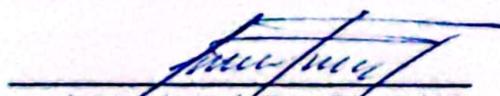
Luego de escuchar la sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: **ABSUELTAS**

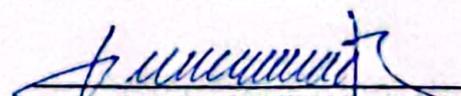
El Jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

La sustentación es: **APROBADA POR UNANIMIDAD (CON LA NOTA DE DIECISEIS)**

En fe de lo cual los miembros del Jurado firman el acta.


Ing. Joel Padilla Maldonado, M. SC.
Presidente


Ing. Luis Armando Cuzco Trigozo, M.Sc.
Miembro


Ing. Caleb Rios Vargas, M.Sc., M.Sc.
Miembro

HOJA DE APROBACIÓN

Tesis sustentada en acto público el día 06 de Octubre del 2022, a las 8.00 p.m.



Ing. JOEL PADILLA MALDONADO, M.Sc.
Presidente del Jurado Evaluador



Ing. LUIS ARMANDO CUZCO TRIGOZO, M.Sc.
Miembro del Jurado Evaluador



Ing. GALEB RIOS VARGAS, M.Sc.
Miembro del Jurado Evaluador



Ing. ANDRÉS PINEDO DELGADO, M.Sc.
Asesor

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|--|-----------|
| DEDICATORIA..... | 2 |
| AGRADECIMIENTO..... | 3 |
| HOJA DE APROBACIÓN | 4 |
| ÍNDICE DE CONTENIDO..... | 5 |
| ÍNDICE DE TABLAS | 7 |
| ÍNDICE DE FIGURAS | 8 |
| RESUMEN | 9 |
| ABSTRACT | 10 |
| | |
| CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO | 11 |
| 1.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO | 11 |
| 1.1.1 Ámbito Internacional..... | 11 |
| 1.1.2 Ámbito Nacional..... | 13 |
| 1.1.3 Ámbito Local nivel Local | 14 |
| 1.2 BASES TEÓRICAS..... | 14 |
| 1.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS..... | 32 |
| | |
| CAPITULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 42 |
| 2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA..... | 42 |
| 2.2. FORMULACIÓN DE PROBLEMA..... | 43 |
| 2.2.1. Problema General..... | 43 |
| 2.2.2. Problemas Específicos | 44 |
| 2.3. OBJETIVOS | 44 |
| 2.3.1. Objetivo General..... | 44 |
| 2.3.2. Objetivos Específicos. | 44 |
| 2.4. HIPÓTESIS | 45 |
| 2.5. VARIABLES | 45 |

| | |
|---|-----------|
| 2.5.1. Identificación de variables | 45 |
| 2.5.2. Definición conceptual y operación de variables | 46 |
| 2.5.3. Operacionalización de las variables. | 46 |
| CAPITULO III: METODOLOGÍA..... | 47 |
| 3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN..... | 47 |
| 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA | 48 |
| 3.3. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS | 48 |
| 3.4. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS | 49 |
| CAPITULO IV: RESULTADOS | 51 |
| CAPITULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 86 |
| 5.1. DISCUSIÓN..... | 86 |
| 5.2. CONCLUSIONES..... | 89 |
| 5.3. RECOMENDACIONES | 90 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 91 |
| ANEXOS | 93 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Características del sol | 15 |
| Tabla 2: Operacionalización de las variables | 47 |
| Tabla 3: Técnicas de instrumentos | 52 |
| Tabla 4 : Normativa para cálculo de vivienda..... | 70 |
| Tabla 5: Carga de Luminarias | 71 |
| Tabla 6: Carga de equipos electrodomésticos | 72 |
| Tabla 7: Consumo total de vivienda unifamiliar | 72 |
| Tabla 8: Datos de temperatura según SENAMHI | 73 |
| Tabla 9: Especificaciones técnicas de panel solar | 80 |
| Tabla 10: Especificaciones técnicas de regulador y controlador de carga. | 82 |
| Tabla 11: Especificaciones técnicas de Baterías | 83 |
| Tabla 12: Especificaciones técnicas de inversor DC/AC | 85 |
| Tabla 13: Componente de sistema solar | 86 |
| Tabla 14: Presupuesto del sistema solar fotovoltaico | 86 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|-----|
| Figura 1: Sistema solar | 157 |
| Figura 2: Angulo de posición del sol | 18 |
| Figura 3: Irradiación Solar | 52 |
| Figura 4: Producción de energía por empresa 2021 | 215 |
| Figura 5: Esquema de la cadena energética de energía Solar | 23 |
| Figura 6: Participación en la energía eléctrica generada - año 2020 | 252 |
| Figura 7: Horas pico solares..... | 32 |
| Figura 8: Plano de distribución de vivienda unifamiliar | 52 |
| Figura 9: Energía eléctrica consumida por artefacto | 523 |
| Figura 10: Grafica de temperatura según SENAMHI | 73 |
| Figura 11: Claridad según SENAMHI | 77 |
| Figura 12: Esquema de Instalación | 81 |

RESUMEN

La presente investigación está enfocada en el diseño de un sistema solar fotovoltaico de baja potencia que permita suministrar electricidad a una vivienda de escasos recursos ubicada en la ciudad de Tarapoto y busca, nuevas alternativas mediante el uso de energías limpias, rentables a largo plazo y el interés en mejorar la calidad de vida en la ciudad.

Se realizó el cálculo de las cargas eléctricas necesarias y mínimas para establecer el óptimo abastecimiento a la vivienda unifamiliar, los cálculos de cargas de luminarias se realizaron a través del software Microsoft Excel y las cargas de los electrodomésticos se realizaron con la ayuda de la base de datos de SENAMHI (Servicio nacional de meteorología e hidrología).

Se determinó el potencial energético del sector con valores medidos a tiempo real, se calculó la irradiación global real disponible en la zona de estudio, mediante encuestas se pudo conocer la demanda eléctrica de los pobladores que residen en el sector, esta información sirvió para conocer los parámetros de diseño, selección de materiales y equipos necesarios para formar el sistema, se llegó a la conclusión de que el recurso solar en el sector es alto, adecuado para la implementación de pequeños sistemas conversores de energía solar.

Finalmente, se utilizó controladores para regular la energía extraída de las fuentes de energía y regular el consumo de las cargas, la finalidad de estos equipos es controlar la sobrecarga y descarga de las baterías a fin de aumentar su vida útil.

PALABRA CLAVE:

Sistema solar, fotovoltaico, energía eléctrica renovable.

ABSTRACT

The present investigation is focused on the design of a low-power photovoltaic solar system that allows to supply electricity to a low-income house located in the city of Tarapoto and seeks new alternatives through the use of clean, profitable energies in the long term and the interest in improving the quality of life in the city.

The calculation of the necessary and minimum electrical loads was carried out to establish the optimal supply to the single-family home, the calculations of luminaire loads were carried out through Microsoft Excel software and the loads of the electrical appliances were carried out with the help of the database data from SENAMHI (National Service of Meteorology and Hydrology).

The energy potential of the sector was determined with values measured in real time, the real global irradiation available in the study area was calculated, through surveys it was possible to know the electrical demand of the inhabitants who reside in the sector, this information served to know the design parameters, selection of materials and equipment necessary to form the system, it was concluded that the solar resource in the sector is high, suitable for the implementation of small solar energy converter systems.

Finally, controllers were used to regulate the energy extracted from the energy sources and regulate the consumption of the loads, the purpose of these equipments is to control the overload and discharge of the batteries in order to increase their useful life.

KEYWORD:

Solar system, photovoltaic, renewable electric energy.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

En la presente sección se presentan algunos trabajos de investigación que preceden al que se está realizando, pero que además guarda mucha relación con los objetivos del estudio que se aborda. Es decir, son los trabajos de investigación realizados, relacionados con el objeto de estudio presente en la investigación que se está haciendo.

1.1.1 Ámbito Internacional

PEDROZA ARIAS, Edgar. En su trabajo de investigación titulado: Diseño de un sistema eléctrico residencial con energía solar, para suministrar energía a la red eléctrica de una vivienda unifamiliar en Yopal – Casanare, Colombia 2014. (Tesis Pregrado). Universidad Nacional Abierta y a Distancia “UNAD”, Llego a las siguientes conclusiones.

- Es importante rescatar que, aunque el beneficio monetario es bastante llamativo, el aporte al planeta es la verdadera razón del proyecto, ya que se contribuirá a disminuir la contaminación y permitirá brindar una solución aplicable a zonas que no se encuentren conectadas a las redes nacionales.

- Este proyecto pretende concientizar a las personas en el consumo energético, informar que la fuente proveniente de la energía eléctrica genera una contaminación significativa, es de resaltar que Colombia es uno de los países que al producir su energía genera muy baja contaminación con respecto a otros países, sin embargo, el nivel de población aumenta cada día y es indispensable aumentar la producción energética.

- Con este proyecto ejecutado en departamentos como Casanare y masificado dentro de la comunidad yopaleña, disminuiría ostensiblemente el consumo y requerimientos que se le hacen a la red de ENERCA, que para nadie es oculto que es bastante deficiente debido a que la carga del municipio de Yopal supera con creces las redes instaladas, aumentando los problemas de apagones y bajos voltajes en las viviendas.
- El proyecto es viable teniendo en cuenta el análisis financiero parte fundamental del presente trabajo, debido a la masificación de los productos ya que se encuentran en el mercado paneles solares mucho más eficientes y económicos, así que fácilmente podremos reducir los costos, es grato decir que esta es posiblemente una de las fuentes de energía del futuro.

RAMOS LOPEZ, Humberto y LUNA PUENTE, Rafael. En su trabajo de investigación titulado: Diseño de un sistema fotovoltaico integrado a la red para el área de estacionamiento de la universidad tecnológica de salamanca, Chihuahua - México 2014. (Tesis Posgrado). Universidad Tecnológicas y Politécnicas, Llego a las siguientes conclusiones.

- Este proyecto es considerado el inicio de una serie de proyectos a la institución para generar una Universidad sustentable en su mayoría obviamente por las demandas de algunos equipos se torna un tanto complejo sin embargo existen alternativas para poder reducir los consumos y aprovechar en gran medida los recursos naturales para nuestro beneficio y nuestro entorno.

1.1.2 **Ámbito Nacional**

JAMJACHI ROJAS, Juan Jesús. En su trabajo de investigación titulado: Diseño de un sistema eléctrico híbrido para una vivienda residencial, Huancayo 2021. (Tesis Pregrado). Universidad Continental, Llego a las siguientes conclusiones.

- La energía eléctrica, distribuida a través de fuentes renovables convencionales y no convencionales dan solución a la actual demanda energética con un ahorro sostenible de la sociedad, evitando que muchas centrales de generación entren en funcionamiento, sobre todo las que producen daños al ecosistema.
- Los sistemas híbridos aportan de beneficios operativos, al sistema de generación nacional, ya que, al no consumir en un cien por ciento la electricidad de la Red pública los centros de generación no son afectados por la sobre demanda de energía eléctrica, así, la energía ahorrada puede ser transportada y utilizada en lugares que no cuentan con este recurso.
- Las fuentes de energía renovable no convencional ayudan a cubrir la demanda energética actual ya que estos recursos son inagotables y de gran beneficio por no ser contaminantes para el medio ambiente. Lo cual, en el diseño del proyecto se consideró el sistema fotovoltaico, que tras la recepción de los rayos solares y su posterior transformación hasta llegar a la vivienda aporta con un beneficio ambiental y ahorro económico a largo plazo, tanto para el consumidor como para el servicio eléctrico nacional.
- La tecnología y dispositivos planteados en el diseño, existen y se encuentran en el mercado nacional en variedad de precios

y modelos, lo cual, hace viable al posible usuario en implementar este sistema híbrido en su vivienda.

JBURGA CRUZADO, Richard Henry, CAMPOS HUANAMBAL, Elmer Omar, CARRASCO RODRÍGUEZ, Jhon Elvis y CASTRO MACO, Luis Antonio. En su trabajo de investigación titulado: Implementación de energía fotovoltaica para reducir el consumo de energía eléctrica en el Centro Ganadero Cortez – Motupe, Chiclayo 2020. (Tesis Pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Llego a las siguientes conclusiones.

- Se consiguió realizar una evaluación de costos de mantenimiento a paneles solares; Los 270 son los egresos del mantenimiento de paneles solares, Los 2000 es lo que se paga de energía eléctrica en la actualidad.

1.1.3 Ámbito Local nivel Local

No se encuentran antecedentes.

1.2 BASES TEÓRICAS

La base teórica presenta una estructura sobre la cual se diseña el estudio, sin esta no se sabe cuáles elementos se pueden tomar en cuenta, y cuáles no.

1.2.1 El sol

Es la principal fuente de energía en la generación eólica y solar para la tierra y su estrella más próxima, está formada por hidrogeno y una pequeña proporción de helio.

El sol es el motor de los nueve planetas y de los miles de pequeños cuerpos que giran a su alrededor, causante de los vientos, la evaporación de agua, formación de nubes, su luz y calor son necesarios para el desarrollo de la vegetación y los animales.

Las características principales del sol, encontramos valores de diámetro, volumen, densidad, temperatura y energía que llega a la atmosfera exterior de la tierra.

Tabla 1: Características del sol

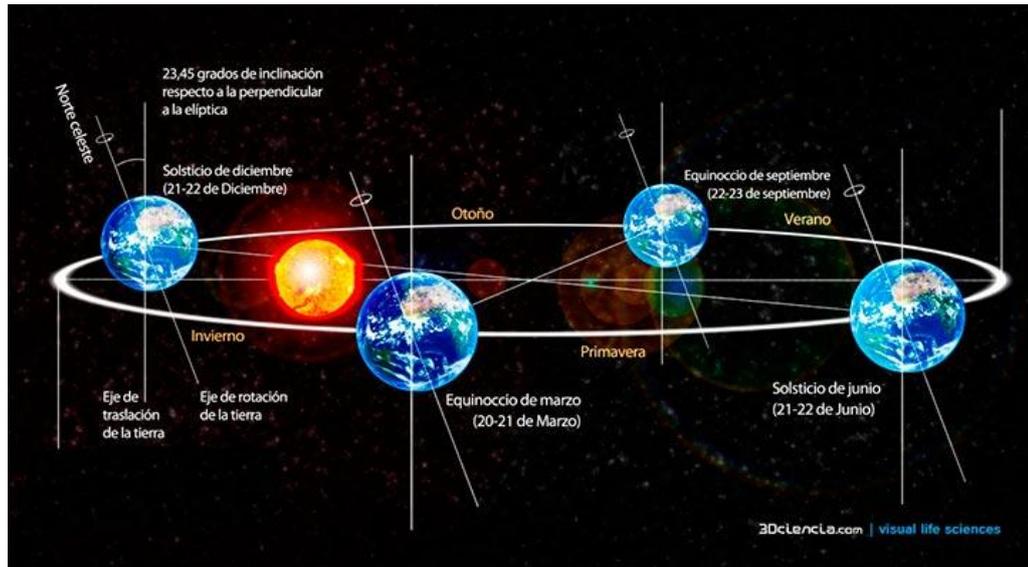
| Características | Valores |
|--|------------------------------------|
| Edad | 4600 millones de años |
| Periodo de rotación alrededor de la galaxia | 225000000 años |
| Diámetro | 1391980 km |
| Volumen | $1.412 \times 10^{27} \text{ m}^3$ |
| Masa | $1.99 \times 10^{30} \text{ kg}$ |
| Densidad | 150 veces la del agua |
| Temperaturas | En la superficie: 5000 °K |
| Distancia media desde la Tierra | 150000000 km |
| Energía | $3,83 \times 10^{26} \text{ J/s}$ |
| Energía que llega a la atmosfera exterior de la Tierra | 1367 W/m ² |

Fuente: Elaboración propia 2022.

1.1.1.1. Movimientos de traslación y rotación

La tierra tiene dos movimientos principales en el espacio, un movimiento de rotación y un movimiento de traslación, este último describe una órbita elíptica alrededor del sol dando lugar a los solsticios y equinoccios durante el transcurso del año, estos momentos del año son de vital importancia para tener un indicio de la cantidad de radiación solar que puede llegar a la superficie de la tierra a lo largo del año. El eje de rotación terrestre forma un ángulo con la perpendicular al plano de la órbita elíptica conocido como declinación y varía de -23.45 en invierno a 23.45 en verano.

Figura 1: Sistema solar



Fuente: Visual life sciences 2022.

1.1.1.2. Posición del sol

La posición exacta del sol permite conocer la orientación y el ángulo óptimo de inclinación de los módulos fotovoltaicos, para conocer la posición del sol se supone que la tierra esta fija en el espacio, el sol será quien describa el movimiento alrededor de la tierra y que el origen del sistema de coordenadas se localiza en el lugar de estudio.

Los métodos que se utilizan para saber la posición del sol son las coordenadas horarias y las coordenadas angulares, Las coordenadas horarias muestra la posición del sol mediante tres ángulos: declinación, latitud y ángulo horario, mientras que las coordenadas angulares toman como referencia el plano del horizonte tangente a la superficie del lugar de estudio mediante dos ángulos (Azimut y altitud).

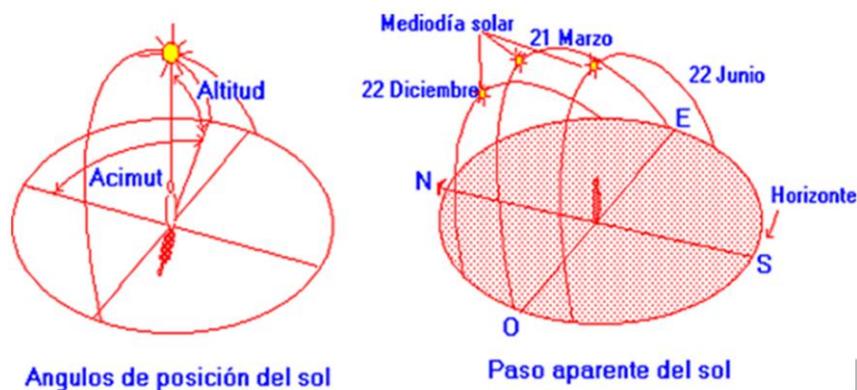
1.2.2 Azimut

Es el ángulo que forma la proyección del sol sobre un plano horizontal dado y la dirección sur. El ángulo azimut es igual a 0 cuando coincide con la orientación norte, se consideran positivos los medidos hacia el oeste mientras que son considerados negativos los ángulos medidos hacia el este.

1.2.3 Altitud

Es el ángulo que forma la posición del sol y su proyección sobre un plano horizontal dado, su origen está en el horizonte y se consideran positivos los medidos en forma ascendente.

Figura 2: Angulo de posición del sol



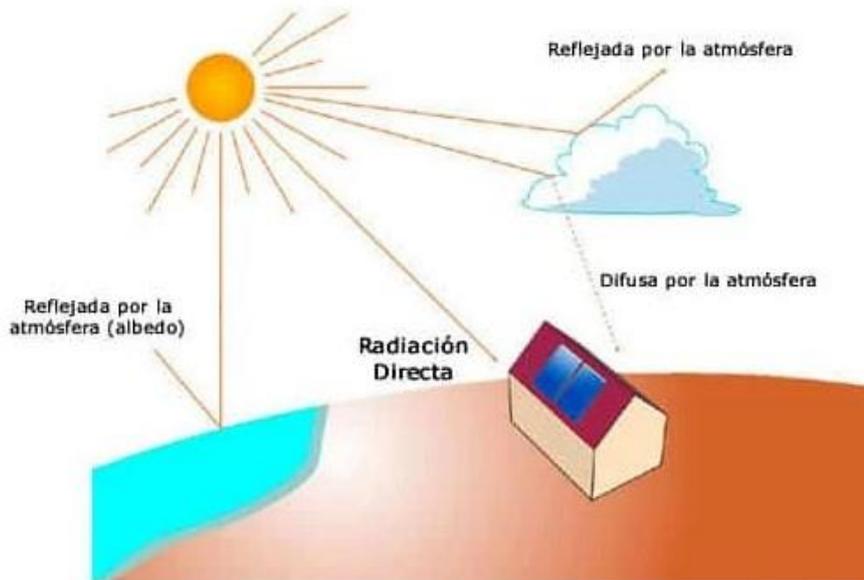
Fuente: Visual life sciences 2022.

1.2.4 Radiación solar

La radiación solar es la fuente de energía procedente del sol, capaz de proveer de luz y calor a nuestro planeta, es aprovechada por los paneles solares en la conversión de energía, a la superficie de la tierra llegan diferentes tipos de radiación, pero son tres los tipos de radiación que puede aprovechar un panel solar: radiación directa, difusa y albedo.

- Radiación directa.- Es la energía procedente del sol e incidente sobre una superficie con un ángulo único y preciso sin cambiar de dirección.
- Redición difusa.- Su origen es la radiación directa, es la energía atenuada por la atmosfera debido a la reflexión de las nubes, alcanza la superficie de la tierra en distintas direcciones.
- Albedo.- Es la energía de la radiación directa y difusa considerada después de haberse reflejado por el suelo u otras superficies próximas.
- Radiación global.- Es la suma de la radiación directa y difusa.
- Radiación total.- Es la suma de la radiación directa, difusa y el albedo. La radiación global es el factor de mayor interés a la hora de evaluar el clima del sector donde se pretende instalar un sistema fotovoltaico, como ya se ha mencionado anteriormente, es posible obtener este valor y se mide como: irradiancia o irradiación.
- Irradiancia.- Es la potencia de radiación solar que se recibe en un instante determinado sobre un metro cuadrado de superficie, se expresa en W/m^2 .
- Irradiación solar.- Es la cantidad de energía que se obtiene a través de la integración de la irradiancia sobre un periodo de tiempo específico que puede ser generalmente una hora, un día, se expresa en $kWh//m^2$.

Figura 3 : Irradiación Solar



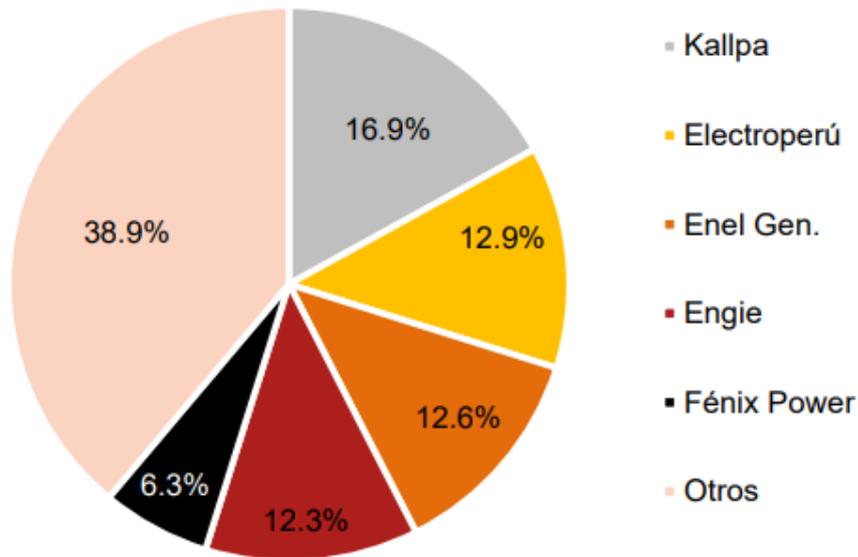
Tipos de radiación en energía solar

Fuente: Visual life sciences 2022.

1.1.2. Energía solar fotovoltaica en Perú

La generación eléctrica en nuestro país proviene de centrales hidroeléctricas, termoeléctricas, eólicas, fotovoltaicas e interconexiones internacionales, las estadísticas anuales del sector eléctrico peruano del 2021 emitidas por el ministerio de energías y minas indican que la producción eléctrica corresponde: 56.8% fue de origen hidroeléctrico, 38.4% termoeléctrico, 3.3% eólico y 1.5% solar.

Figura 4: Producción de energía por empresa 2021



Fuente: Elaboración propia 2022, con información de empresas energéticas.

1.1.3. La energía del presente.

A pesar de todos estos beneficios, el uso de las fuentes de energía renovables debe hacer frente a numerosos obstáculos: elevados costes de inversión y plazos de amortización muy largos actitud de resistencia general a acabar con el uso generalizado de las energías tradicionales problemas técnicos y económicos de conexión a la red centralizada de electricidad problemas relacionados con las fluctuaciones estacionales de determinadas fuentes de energía como la eólica y solar.

1.1.4. Las energías renovables

Las tecnologías de las energías renovables contribuyen decisivamente a la sostenibilidad Se garantiza un sistema energético eficiente, respetuoso con el medio ambiente y con un alto grado de aprovechamiento de los recursos disponibles a nuestro alcance. En la actualidad, está aumentando la inversión en las tecnologías alternativas.

1.1.5. Energía solar

La energía solar es la producida por la luz –energía fotovoltaica- o el calor del sol –termo solar- para la generación de electricidad o la producción de calor. Inagotable y renovable, pues procede del sol, se obtiene por medio de paneles y espejos.

Las células solares fotovoltaicas convierten la luz del sol directamente en electricidad por el llamado efecto fotoeléctrico, por el cual determinados materiales son capaces de absorber fotones (partículas lumínicas) y liberar electrones, generando una corriente eléctrica. Por otro lado, los colectores solares térmicos usan paneles o espejos para absorber y concentrar el calor solar, transferirlo a un fluido y conducirlo por tuberías para su aprovechamiento en edificios e instalaciones o también para la producción de electricidad (solar termoeléctrica).

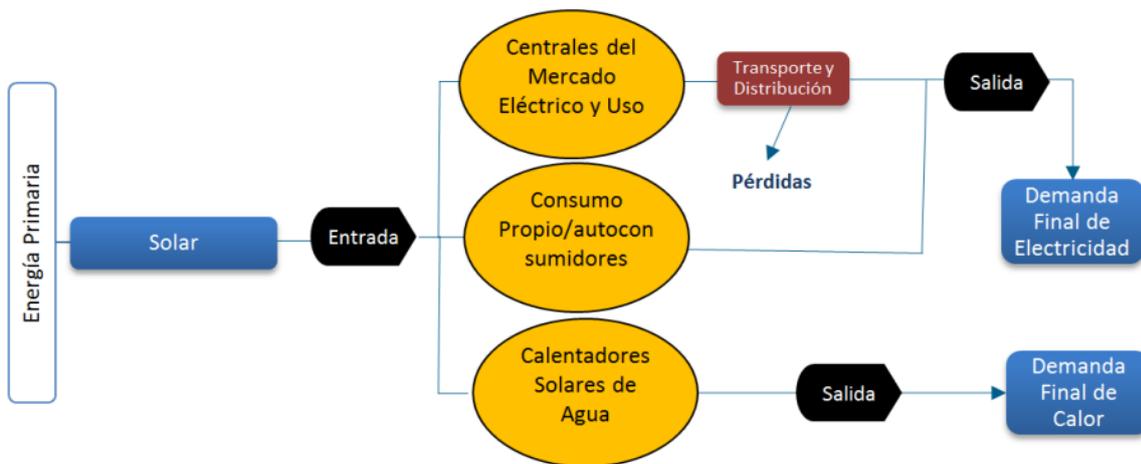
1.1.6. Funcionamiento panel fotovoltaico

Los paneles solares son módulos fotovoltaicos individuales que captan la energía que proporciona el sol convirtiéndola en electricidad. Están formados por celdas solares que a su vez contienen células solares individuales hechas de materiales semiconductores como el silicio (cristalino y amorfo) que transforman la luz (fotones) en energía eléctrica (electrones).

En los paneles solares, cuando hay luz solar, una célula solar se comporta casi como una batería. La luz solar recibida separa los electrones de modo que forman una capa de carga positiva y una de carga negativa en la célula solar; esta diferencia de potencial genera una corriente eléctrica.

Estos paneles se conectan a su vez a una batería que almacena la electricidad generada y es esta carga la que se utiliza. Los paneles solares se componen de células fotovoltaicas (PV), que convierten la luz solar en electricidad de corriente continua (DC) durante las horas del día.

Figura 5: Esquema de la cadena energética de energía Solar



Fuente: Elaboración propia 2022,

1.1.7. Consumo eléctrico

La energía eléctrica ha tenido un papel predominante en el desarrollo de la sociedad permitiendo el progreso de la tecnología en la vida moderna, ofreciendo equipos cada vez más sofisticados que brindan recreación, entretenimiento y comodidades, como los electrodomésticos, unidades de climatización, equipos de comunicación, etc., que en el ámbito residencial representan un papel primordial, ya que cada día son más necesarios para facilitar las labores en el hogar.

La electricidad no genera contaminación en el lugar de consumo. Sin embargo, su producción sí genera contaminación ya que la producción de energía eléctrica se concentra cerca de los puntos

de suministro de la energía primaria necesaria (carbón, gas, fuel oil) o cerca de grandes recursos hídricos, esta producción es necesaria ya que tener energía en los hogares se ha vuelto una necesidad básica que mejora la calidad de vida de las personas.

Factores determinantes en el consumo eléctrico residencial.

Son diversos los factores que pueden influir en el consumo eléctrico residencial y pueden agruparse en físicos y de conducta.

Determinantes Conductuales: Tienen una alta relación con el factor humano y una alta correlación con los hábitos de las personas, pudiendo estar ligeramente influenciados por las estaciones.

Son diversos los factores que pueden influir en el consumo eléctrico residencial y pueden agruparse en físicos y de conducta.

Determinantes Físicos: Estos tienen una alta correlación con el clima y el diseño de los edificios y poca con los hábitos de los ocupantes.

Incluyen el tamaño y forma de los ambientes, las estaciones del año, el sistema de aire acondicionado y el equipamiento eléctrico existente, que además son parte de parámetros fijos.

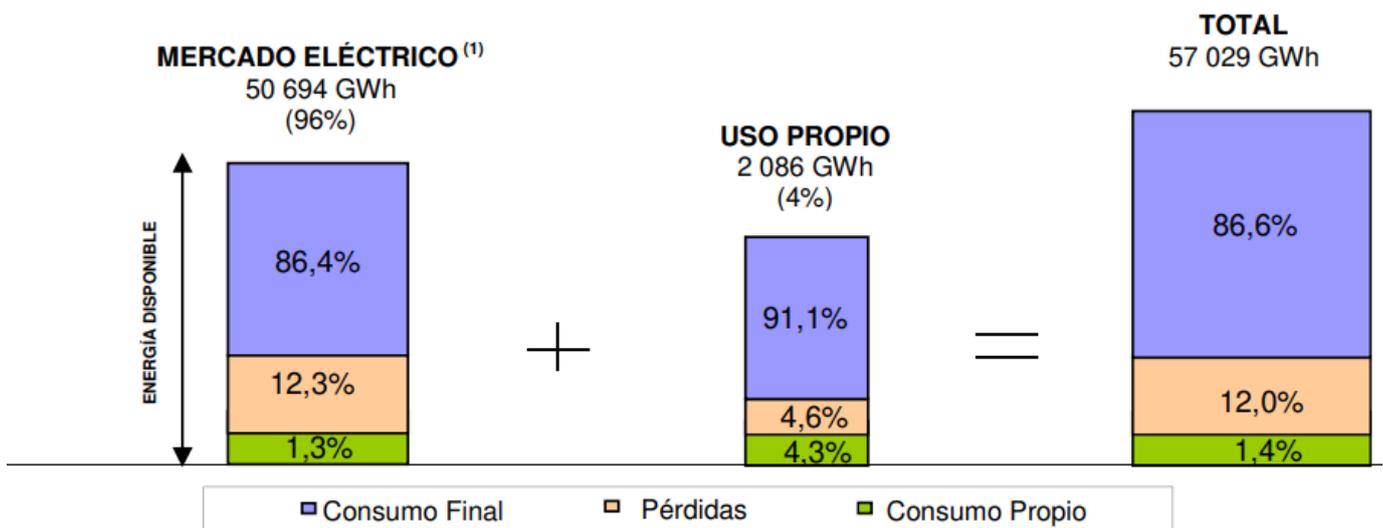
Empresas Eléctricas peruanas

Las diez empresas más importantes del Perú son: Luz del Sur, Enel Distribución Perú (ex Edelnor), Engie Energía Perú - Enersur, Enel Generación Perú (ex Edegel), ElectroPerú, Kallpa

Generación, Hidrandina, Electro Oriente, Electrocentro y Electronoroeste - Enosa.

En cuanto a estas empresas del sector de la energía eléctrica podemos decir que 25 de ellas se encuentran entre las 500 mejores empresas del Perú. Además 6 de las 10 primeras incrementaron su facturación. En el 2020 la producción total de energía eléctrica ascendió a 57,029 GWh, según cifras del MINEM.

Figura 6: Participación en la energía eléctrica generada - año 2020



Fuente: MINEM

Tarifas Eléctricas

Las tarifas de electricidad en el Perú se determinan conforme a lo establecido en el marco legal vigente para el sector de electricidad.

En el sector eléctrico las tarifas recogen los costos de 03 actividades: Generación (Producción), Transmisión (Transporte) y Distribución (Venta a usuario final).

Las tarifas de acuerdo con el marco legal del sector son reajustadas periódicamente de acuerdo con las variaciones de parámetros como el Tipo de Cambio, el IPM, Precios del Cobre, Precios del gas, entre otros.

Existen 02 tipos de usuarios: Los usuarios Regulados (2.5 MW), que pueden negociar únicamente sus precios de Generación. Para, aquellos usuarios residenciales con consumos menores de 30 kW.h existe un subsidio cruzado denominado FOSE que es pagado por todos los usuarios que consumen más de 100 kW.h.

Pero este incremento no se da en todas las regiones por igual. Una quinta parte de la población mundial aún no tiene acceso a una fuente de electricidad confiable. Este hecho reduce drásticamente sus posibilidades de recibir una educación y un trabajo adecuados.

El 70% del aumento estimado de la demanda de energía, para el próximo cuarto de siglo, tiene su origen en los países en desarrollo. El proceso de globalización ha llevado a un nivel mayor de industrialización de los países en desarrollo, y al crecimiento de sus economías. Tampoco el consumo doméstico de energía es equitativo a nivel planetario, o siquiera local. Más de 1.000 millones de personas en el mundo aún no tienen acceso a la electricidad y 2.500 millones recurren a la leña, el carbón, los residuos agrícolas (biomasa) y a los excrementos de animales para satisfacer sus necesidades diarias de energía.

Muchos factores contribuyen a la falta de accesibilidad a fuentes modernas de energía en condiciones equitativas. Ingresos bajos y desigualdad, ausencia de recursos para la construcción de

infraestructura, marcos legales e institucionales débiles e, incluso, ausencia de voluntad y compromiso político. Las cifras muestran que América Latina y el Caribe han acelerado la reducción de la pobreza en la última década.

Sin embargo, para permitir el cumplimiento de esta habrá que realizar un esfuerzo focalizado en las áreas rurales porque persisten grandes brechas entre el sector rural y urbano. En muchos países de la región la pobreza se concentra en el área rural y es aún más elevada y severa en las comunidades indígenas, donde indicadores en algunos países muestran que el 95% de la población indígena es pobre.

Es importante distinguir entre los dos conceptos ya que sólo se dispone, en general, información sobre los niveles de acceso a energías por redes, como la electricidad.

La pobreza energética es la situación en la que un hogar es incapaz de pagar una cantidad de energía suficiente para la satisfacción de sus necesidades domésticas y/o cuando se ve obligado a destinar una parte excesiva de sus ingresos a pagar la factura energética de su vivienda.

Es la dificultad en el hogar para satisfacer sus necesidades básicas de energía y se traduce en impactos sobre el bienestar de las personas que lo habitan como falta de confort térmico, reducción de la renta disponible para otros bienes y servicios, malas condiciones de habitabilidad, riesgo de impago y desconexión.

El concepto de la pobreza energética difiere en función del grado de desarrollo de los países. En los desarrollados se trata de un problema de sobreesfuerzo o capacidad de pago de las facturas de la energía, no de acceso, mientras que, en los países en vías de desarrollo, se trata de un problema de acceso a fuentes de energía modernas como gas o electricidad, más que a la incapacidad de asumir su pago. En ambos casos hay desigualdad energética y afecta a sus condiciones de vida.

Las causas que generan esta precariedad energética son diversas, si bien existen tres factores fundamentales:

- Bajos ingresos del hogar.
- Calidad insuficiente de la vivienda.
- Precios elevados de la energía-

La pobreza energética incluye gastos en climatización, iluminación, cocina, consumo del agua caliente sanitaria, etc., pero no incluye gastos en transporte u otros bienes esenciales como el agua.

La Vulnerabilidad energética es la propensión a experimentar una situación en la que el hogar no recibe una cantidad adecuada de servicios de la energía. Es una situación temporal y se puede ver modificada por factores internos (nace un hijo, enferma un miembro del hogar) o por externos (cambias los requisitos de una ayuda) al hogar.

Este concepto permite una conceptualización más dinámica de la idea de pobreza energética en la que diferentes hogares entran en pobreza energética en momentos concretos de sus vidas y en la que este tipo de privación no es una condición

permanente sino temporal. El foco se pone sobre las condiciones estructurales y coyunturales que van más allá de la triada de factores tradicionalmente considerados en las definiciones clásicas de pobreza energética (ingresos del hogar, precios de la energía y eficiencia energética de la vivienda).

1.1.8. Fuentes alternativas de energía

Se denomina energía alternativa, o fuentes de energía alternativa, a aquellas fuentes de energía planteadas como alternativa a las tradicionales clásicas. No obstante, no existe consenso respecto a qué tecnologías están englobadas en este concepto, y la definición de "energía alternativa" difiere según los distintos autores: en las definiciones más restrictivas, energía alternativa sería equivalente al concepto de energía renovable o energía verde, mientras que las definiciones más amplias consideran energías alternativas a todas las fuentes de energía que no implican la quema de combustibles fósiles (carbón, gas y petróleo); en estas definiciones, además de las renovables, están incluidas la energía nuclear o incluso la energía hidroeléctrica.

Los combustibles fósiles han sido la fuente de energía empleada durante la revolución industrial, pero en la actualidad, sus utilidades presentan fundamentalmente dos problemas: por un lado, son recursos finitos, y se prevé el agotamiento de las reservas (especialmente de petróleo) en plazos más o menos cercanos, en función de los distintos estudios publicados. Por otra parte, la quema de estos combustibles libera a la atmósfera grandes cantidades de CO₂, que ha sido acusado de ser la causa principal del calentamiento global.

Por estos motivos, se estudian distintas opciones para sustituir la quema de combustibles fósiles por otras fuentes de energía carentes de estos problemas.

1.1.9. Aplicaciones de los sistemas fotovoltaicos

Entre los usos más frecuentes de placas solares para casa, podemos encontrar:

- **Iluminación publicas**

El alumbrado público, mediante placas fotovoltaicas se presenta como una de las soluciones más económicas, para iluminar las entradas en los pueblos, cruces de carreteras, áreas de descanso, etc.

- **Elementos de señalización**

La energía solar fotovoltaica permite la automatización de faros y boyas de uso marítimo, para el uso aéreo, se están utilizando paneles para alimentación de balizas y carteles de señalización en las pistas, otra gran aplicación es la señalización de rotondas, curvas, señales de tráfico, obstáculos, etc.

- **Telecomunicaciones**

Se utiliza en los campos de la telefonía móvil, en repetidores de radio y televisión, en las carreteras, los postes de SOS se alimentan mediante este tipo de energía renovable puesto que ahorra el trabajo de hacerles llegar cables de corriente de red.

Los radares, la radiotelefonía en general y para militares o puestos de vigilancia forestal, la telefonía rural vía satélite, son otros ejemplos en que se utiliza la energía solar para funcionar.

- **Electrificación rural fotovoltaica**

Actualmente es la electrificación de pequeños núcleos rurales con un sistema centralizado, la electrificación rural actualmente dispone de todas las comodidades que se puedan tener en un sistema eléctrico convencional. Este sistema permite la utilización de cualquier electrodoméstico.

- **Explotación agrícola y ganaderas**

Se aprovecha también en las granjas. A menudo las granjas se encuentran alejadas de las líneas de distribución eléctrica. Los paneles fotovoltaicos permiten en estos casos electrificar las granjas (iluminación, motores, esquiladoras, etc.).

En las aplicaciones ganaderas la energía solar fotovoltaica se utiliza para alimentar bombas para proporcionar agua en los abrevaderos del ganado.

1.1.10. Radiación.

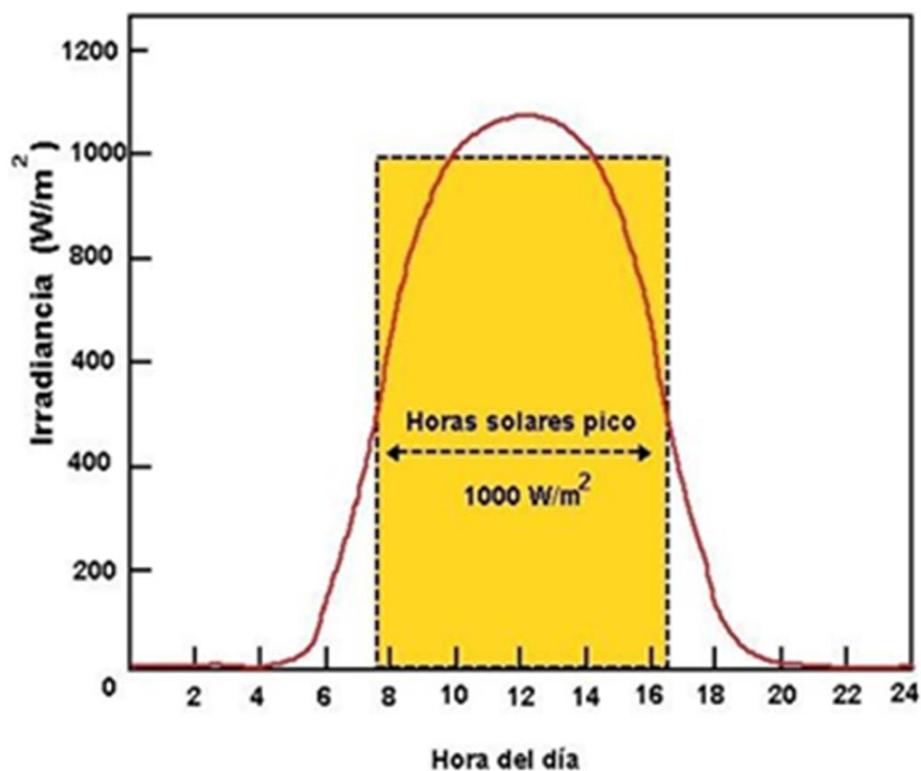
La radiación es energía que viaja en forma de ondas o partículas de alta velocidad. Puede ocurrir naturalmente o ser creada por el hombre. Existen dos tipos:

- Radiación no ionizante: Incluye ondas de radio, teléfonos celulares, microondas, radiación infrarroja y luz visible.
- Radiación ionizante: Incluye radiación ultravioleta, radón, rayos X y rayos gamma.

1.1.11. Horas pico solares

También conocida como hora perfecta de sol (HPS), se empleada en aplicaciones de energía solar fotovoltaica para conocer la cantidad de radiación solar aprovechada cuando el sol está brillando en su valor máximo, sin nubes y durante un determinado número de horas. El HPS se obtiene sumando toda la energía recibida en un día dividida para 1000W/m^2 .

Figura 7: Horas pico solares



Fuente: Elaboración propia 2022.

1.1.12. Célula fotovoltaica

Una celda solar es un dispositivo eléctrico que convierte la energía incidente de la radiación solar en electricidad a través del efecto fotovoltaico. Por lo tanto, las celdas solares son la base de los sistemas fotovoltaicos para transformar la energía solar en energía eléctrica.

Las células fotovoltaicas se crean con materiales semiconductores que están fabricados con silicio puro e impurezas de algunos elementos químicos. Las células solares, gracias a la exposición al sol y mediante corriente continua, transforman la radiación en electricidad. No toda la radiación solar produce corriente eléctrica, pues mediante reflexión y transmisión se producen pérdidas.

1.2. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

La terminología básica, según Arias (2012) “consiste en dar el significado preciso y según el contexto a los conceptos principales, expresiones o variables involucrados en el problema y en los objetivos formulados”

1.2.1. Energía eléctrica

La energía eléctrica es el movimiento de electrones. Definimos energía eléctrica o electricidad como la forma de energía que resulta de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos. Cuando estos dos puntos se los pone en contacto mediante un conductor eléctrico obtenemos una corriente eléctrica.

La electricidad tiene muchas aplicaciones técnicas. Muchos de los fenómenos relacionados con la electricidad pueden medirse y calcularse previamente con gran precisión.

1.2.2. Factor de carga

El factor de carga se define como la relación de carga promedio durante un período dado a la demanda máxima (carga máxima) que se produce en ese período. En otras palabras, el factor de carga es la relación entre la energía consumida en un período determinado de los tiempos de las horas y la carga máxima que se ha producido durante ese período en particular.

$$\text{Factor de carga} = \frac{\text{Carga media}}{\text{Carga maxima}}$$

Factor de carga significa cuán eficientemente usamos la energía. Es la medida de la utilización de la energía eléctrica durante un período dado a la energía máxima que se habría utilizado en ese período. El factor de carga juega un papel importante en el costo de generación por unidad (kWh). Cuanto mayor sea el factor de carga, menor será el costo de generación para las mismas demandas máximas. Factor de carga con respecto a la energía.

Factor de carga en el tiempo

$$\text{Factor de carga} = \frac{\text{Carga media} \times T}{\text{Carga maxima} \times T}$$

Dependiendo de la cantidad de horas en días, semanas, En meses o años definimos diferentes factores de carga. Para el factor de carga diaria, el período T se toma como 24 horas; De manera similar, durante semanas, meses y años se toma el valor diferente de T.

Matemáticamente,

$$\text{Factor de carga diaria} = \frac{\text{Kwh totales durante las 24h del día}}{(\text{carga pico en Kw}) \times 24h}$$

Del mismo modo, podemos calcular el factor de carga anual, semanal y diaria. El valor del factor de carga siempre es menor que 1 porque el valor de la carga promedio siempre es menor que la demanda máxima.

1.2.3. Factor de demanda

Es una relación que se utiliza para calcular la cantidad de demanda total de un sistema que se genera en diferentes partes. El cálculo divide la demanda máxima del sistema por el factor de carga de la parte del sistema que se está examinando.

La razón debe tener un valor numérico menor que 1, aunque el factor de demanda generalmente se expresa como un porcentaje.

El factor de demanda se puede utilizar para desviar cargas eléctricas en una red eléctrica.

El factor de demanda se utiliza para determinar la cantidad máxima de demanda de energía que una parte de un sistema es capaz de manejar.

Brinda a los ingenieros una herramienta para tomar decisiones de diseño informadas y a los encargados de administrar las redes eléctricas la capacidad de determinar qué partes del sistema de la red pueden necesitar alivio. El tamaño de cada parte del sistema se multiplica por el factor de carga para revelar la capacidad eléctrica.

En una red de circuito, el factor de demanda de cada porción puede ser menor que la suma de todas las partes conectadas del sistema. En teoría, cada sección del sistema debería tener una capacidad que sea igual al factor de carga, pero en la práctica puede que no siempre sea así. Cuando se alcanza el umbral máximo, es posible que la cantidad de electricidad cause fallas o apagones.

1.2.4. Capacidad

Capacidad se refiere a la cualidad de ser capaz para algo determinado, dicha cualidad puede recaer en una persona, entidad o institución, e incluso, en una cosa.

Es decir, la capacidad hace referencia a la posibilidad de una entidad para cumplir con una determinada función en atención a sus características, recursos, aptitudes y habilidades.

Es la propiedad que tienen los cuerpos para mantener una carga eléctrica. La capacidad es también una medida de la cantidad de energía eléctrica almacenada para una diferencia de potencial eléctrico dada. El dispositivo más común que almacena energía de esta forma es el condensador.

La relación entre la diferencia de potencial (o tensión) existente entre las placas del condensador y la carga eléctrica almacenada en este, se describe mediante la siguiente expresión matemática.

1.2.5. Factor de operación

Relación entre el número de horas de operación de una unidad o central entre el número total de horas en el período de referencia.

1.2.6. Capacidad de transmisión

La red de transporte de energía eléctrica es la parte del sistema de suministro eléctrico constituida por los elementos necesarios para llevar hasta los puntos de consumo y a través de grandes distancias, la energía eléctrica generada en las centrales eléctricas.

Potencia máxima que se puede transmitir a través de una línea de transmisión; tomando en cuenta restricciones técnicas de operación como: el límite térmico, caída de tensión, límite de estabilidad en estado estable, etc.

1.2.7. Capacidad de generación

La generación de energía eléctrica engloba al conjunto de procesos distintos a través de los cuales puede producirse electricidad, o lo que es lo mismo, transformar otras formas de energía disponibles en la naturaleza (energía química, cinética, térmica, lumínica, nuclear, etc.) en energía eléctrica aprovechable.

1.2.8. Capacidad disponible

Suma de las capacidades efectivas de las unidades del sistema que se encuentra en servicio o en posibilidad de dar servicio durante el período de tiempo considerado.

1.2.9. Voltios

Es el nombre que recibe una unidad derivada que forma parte del Sistema Internacional y que se utiliza para expresar el potencial eléctrico, la tensión eléctrica y la fuerza electromotriz. La palabra voltio procede de Volta, el apellido del físico que inventó la pila eléctrica: Alessandro Volta (1745–1827).

Un voltio equivale a la diferencia de potencial que se registra entre dos puntos de un determinado conductor cuando, para llevar de un punto al otro una carga de un coulomb, es necesario llevar a cabo el trabajo de un julio.

1.2.10. Energía solar

Es aquella que procede de los rayos solares, que proporcionan luz durante el día. Cada partícula de luz solar que llega a la superficie terrestre, conocida como fotón, contiene energía que alimenta nuestro planeta.

La energía solar es la principal de nuestros sistemas climáticos y de las fuentes de energía de la Tierra. Una cantidad de radiación solar llega a la superficie del planeta cada hora para cubrir nuestras necesidades energéticas globales durante casi un año entero. Una de las características que definen qué es la energía solar es que puede aprovecharse y reconvertirse para su uso mediante colectores solares o fotovoltaicos.

Posee un carácter inagotable, lo que la convierte en uno de los recursos renovables más beneficiosos. Su impacto medioambiental es mínimo, puesto que no produce residuos ni emite gases de efecto invernadero. No obstante, cuenta muchas ventajas y algunas desventajas. Por ejemplo, un factor negativo es la dependencia de la cantidad de luz solar que incide a la superficie en cada zona del planeta. El sol no llega de manera similar en todas las partes del mundo.

1.2.11. Corriente

Es el flujo de carga eléctrica que atraviesa un material conductor durante un periodo de tiempo determinado. Se expresa en C/s, culombios por segundo en el Sistema Internacional de Unidades, y la unidad se conoce como Amperio (A).

Para que exista corriente eléctrica, los electrones más alejados del núcleo del átomo de un material, tendrán que desligarse y circular libremente entre los átomos de dicho cuerpo. Este

fenómeno también puede ocurrir, con variaciones, en la naturaleza, cuando las nubes cargadas desprenden chorros de electrones que circulan por el aire y causan los rayos.

1.2.12. Corriente trifásica

La corriente trifásica es un sistema compuesto por 3 corrientes alternas que se encargan de la producción, distribución y consumo eléctrico, sus tensiones son alternas y se transportan por sistemas conductores conocidos como R, S y T.

La ventaja de este tipo de corriente es que es más económica que otras debido al ahorro en transformadores y líneas de transporte al ser hilos más finos que la corriente monofásica, consiguiendo mayor rendimiento en los motores.

1.2.13. Corriente monofásica

La corriente monofásica se consigue cuando se toma una fase de corriente trifásica y un cable neutro, se trata de un sistema que utiliza la distribución, producción y consumo eléctrico en una sola fase, por lo que la tensión siempre cambia de forma conjunta.

Su uso más frecuente suele ser para motores eléctricos, calefacción o iluminación.

1.2.14. Corriente alterna

La corriente alterna es un tipo de corriente eléctrica caracterizada por los cambios a lo largo del tiempo, tanto de magnitud como de dirección, a intervalos regulares. El voltaje de la señal alterna varía entre sus máximos y mínimos de manera cíclica, la mitad del ciclo es positivo y la otra mitad es negativo. Eso significa que la corriente circula en ambos sentidos, según sea positiva o negativa.

Este ciclo se repite constantemente. Es el tipo de energía que usamos en nuestros hogares para alimentar todos los aparatos eléctricos, con una frecuencia constante de 50 Hercios. Fue desarrollada e impulsada por Nikola Tesla.

1.2.15. Corriente continua

Es un tipo de corriente eléctrica de flujo continuo de carga eléctrica a través de un conductor entre dos puntos de distinto potencial y carga, de un solo sentido de circulación de flujo, no varía desde el polo positivo hacia el polo negativo. Para denominar que una corriente es continua, es necesario que el flujo de corriente no cambie de sentido, más allá del tiempo transcurrido, siempre tiene que fluir en la misma dirección. La intensidad puede variar siempre y cuando conserve la misma polaridad.

1.2.16. Resistencia eléctrica

Es la oposición que encuentra la corriente a través de un conductor, esta resistencia se suele representar en ohmios (Ω), de tal forma que los electrones pasarán a través del circuito eléctrico de una forma más o menos organizada dependiendo del tipo de resistencia del mismo.

Para medir la resistencia eléctrica se suele utilizar un óhmetro.

1.2.17. Energía solar térmica

Utiliza la luz del sol para generar calor. Puede aplicarse tanto a nivel doméstico como industrial. Este tipo de energía renovable requiere de una instalación formada por colectores solares en el tejado de la vivienda o en grandes extensiones de terreno en una central térmica solar. A través de estos colectores se transforma la energía térmica en energía mecánica generando de esta forma electricidad.

1.2.18. Energía solar fotovoltaica

Su producción es de las más sencillas que existen en el campo de las energías verdes. Es por esta razón por la que su uso y aplicación se está extendiendo, principalmente, en aquellas zonas donde predominan las horas de luz.

Su instalación está compuesta por paneles solares fotovoltaicos formados por células de silicio que convierten la luz solar en energía dirigiéndola a la red eléctrica para su utilización.

1.2.19. Energía solar activa

Este tipo de energía renovable es la que se utiliza para uso doméstico. Se puede emplear para producir corrientes de aire para ventilación o refrigeración.

1.2.20. Energía solar pasiva

Se vale del calor del sol y no necesita de la utilización de otros mecanismos.

1.2.21. Energía termo solar de concentración

Su utilización requiere de la instalación de lentes o espejos que concentran una gran cantidad de luz solar en una pequeña superficie. Este tipo de energía renovable transforma la luz en calor, impulsando un motor térmico generando una corriente eléctrica.

1.2.22. Sistema de distribución típico.

Son instalaciones de distribución con características técnicas similares en la disposición geográfica de la carga, características técnicas, así como los costos de inversión, operación y mantenimiento. Una concesión puede estar conformada por uno o más sectores de distribución típicos.

1.2.23. Sistema Interconectado

Conjunto de líneas de transmisión y subestaciones eléctricas conectadas entre sí, así como sus respectivos centros de despacho de carga, que permite la transferencia de energía eléctrica entre dos o más sistemas de generación.

CAPITULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente en el Perú, se utilizan diversas fuentes de energía renovable para la producción de energía eléctrica, el déficit de servicio en las zonas rurales principalmente obligan a la búsqueda de soluciones sobre la problemática de la energía.

Se han realizado estudios con el fin de implantar fuentes de energía renovable, como es la energía solar fotovoltaica, energía solar térmica y otras, con la tecnología adecuada. Además, se está promoviendo el uso de energías renovables, a través de incentivos como exoneración de impuestos, a las empresas generadoras de energía eléctrica y a industrias que generen energía eléctrica para su consumo. Sin embargo, las instalaciones de energía renovable se han desarrollado específicamente en el área rural, como instalaciones aisladas a la red de distribución.

A través del tiempo el hombre ha utilizado para su subsistencia la energía eléctrica, la cual tiene una importante participación en el desarrollo de la sociedad permitiendo el avance de la tecnología en la vida moderna, ofreciendo equipos más modernos destinados al entretenimiento y comodidades, demandando mayor cantidad de energía como por ejemplo los electrodomésticos que cada día son más necesarios para facilitar las labores diarias.

En la actualidad el consumo de energía eléctrica ha crecido de acuerdo a la población y los equipos tecnológicos de poco responsable la cual ha generado una cantidad de estrategias y campañas para que la población disminuya el consumo y así sus costos se reduzcan ya que las tarifas aumentan cada día, pero todo ello ha tenido pocos resultados.

He acá el interés sobre el problema de energía eléctrica, la falta de mantenimiento y uso adecuado de la energía hace necesario que se piense en otras alternativas para el ahorro de la energía en las viviendas. La presente investigación pretende realizar la implementación de un sistema solar fotovoltaico que permita reducir los costos de consumo de energía eléctrica para una vivienda unifamiliar.

Sin embargo, las instalaciones de energía renovable se han desarrollado específicamente en el área rural, como instalaciones aisladas a la red de distribución.

Tanto el Gobierno de Peruano como la industria peruana, deben fomentar el uso de energías renovables, además de las hidroeléctricas, ya que los otros tipos de energías renovables tienen diversas aplicaciones como: repetidores de radio o televisión, alumbrado público, bombeo de agua, suministro de energía a viviendas rurales y/o urbanas, etc.

La presente investigación busca, mediante la aplicación de las teorías y conceptos sobre energía eléctrica y solar alternativas que permitan la utilización de energías renovables o inagotables, mediante la inyección directa a la red eléctrica, permitiendo de esta manera el ahorro de energía eléctrica disminuyendo consumos y por ende las tarifas.

2.2. FORMULACIÓN DE PROBLEMA

2.2.1. Problema General

¿Cómo diseñar un sistema solar fotovoltaico para reducir el consumo de energía eléctrica en viviendas unifamiliares, Tarapoto - 2021?

2.2.2. Problemas Específicos

- ¿Será posible realizar el estudio de demanda de consumo de energía eléctrica de una vivienda unifamiliar en el distrito de Tarapoto?
- ¿Será posible realizar el cálculo y diseño de un sistema fotovoltaico para la generación de energía eléctrica para una vivienda unifamiliar?
- ¿Será posible determinar la radiación solar en el distrito de Tarapoto?
- ¿Será posible determinar el presupuesto del sistema solar fotovoltaico?

2.3. OBJETIVOS

2.3.1. Objetivo General

Diseñar de un sistema solar fotovoltaico para la producción de energía eléctrica para una vivienda unifamiliar en el distrito de Tarapoto.

2.3.2. Objetivos Específicos.

- Realizar el estudio de demanda de consumo de energía eléctrica de una vivienda unifamiliar en el distrito de Tarapoto.
- Calcular y diseñar un sistema fotovoltaico para la generación de energía eléctrica para una vivienda unifamiliar.
- Determinar la radiación solar en el distrito de Tarapoto.

- Elaborar un presupuesto de los costos que tendría un sistema a implementar.

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. Hipótesis general

Es posible diseñar un sistema solar fotovoltaico para reducir el consumo de energía eléctrica en viviendas unifamiliares, Tarapoto – 2021.

2.4.2. Hipótesis específicas

- Es posible realizar el estudio de demanda de consumo de energía eléctrica de una vivienda unifamiliar en el distrito de Tarapoto.
- Es posible calcular y diseñar de un sistema fotovoltaico para la generación de energía eléctrica para una vivienda unifamiliar.
- Es posible determinar la radiación solar en el distrito de Tarapoto.
- Es posible determinar el presupuesto del sistema solar fotovoltaico.

2.5. VARIABLES

2.5.1. Identificación de variables

- Variable dependiente: Sistema solar fotovoltaico.
- Variables independientes: Consumo de energía eléctrica.

2.5.2. Definición conceptual y operación de variables

- **Sistema solar fotovoltaico.-** Es la alimentación de un circuito eléctrico externo producida por la radiación solar que es captado por dispositivos conocidos como celdas y paneles fotovoltaicas a través del efecto fotovoltaico fenómeno que realiza un proceso particularizado de las células fotovoltaicas produciendo electricidad.
- **Consumo de energía eléctrica.-** Es optimizar el consumo de energía eléctrica de la red pública generando energía a través de la luz solar.

2.5.3. Operacionalización de las variables.

Tabla 2: Operacionalización de las variables.

| Variable | Definición conceptual | Dimensiones | Indicadores |
|---|--|--|--|
| Independiente Diseño de sistema solar fotovoltaico | Es la alimentación de un circuito eléctrico externo producida por la radiación solar que es captado por dispositivos conocidos como celdas y paneles fotovoltaicas a través del efecto fotovoltaico fenómeno que realiza un proceso particularizado de las células fotovoltaicas produciendo electricidad. | Energía solar Energía eléctrica | Paneles (w) Regulador (w) Inversor (w) Baterías (v) |
| Dependiente Reducir el consumo de energía eléctrica | Es optimizar el consumo de energía eléctrica de la red pública generando energía a través de la luz solar. | Optimización de energía eléctrica | |

Fuente: Elaboración propia 2022.

CAPITULO III: METODOLOGÍA

3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.

En toda investigación, se hace necesario, que su contenido esté delimitado y validado por la metodología que constituye la base fundamental de todo estudio, al presentar los métodos y técnicas que a través de los cuales se intenta dar respuestas a las interrogantes objeto de esta propuesta. En tal sentido, en este ítem se desarrollan importantes aspectos relacionados al marco metodológico, marco organizacional y el desarrollo de la investigación (Padilla, 2015).

El tipo de investigación es cuantitativo porque nos permite evaluar la realidad en función de parámetros que son medibles, replicables y que estos pueden ser reproducidos con las mismas condiciones en cualquier momento. Además nos permite hacer el uso de datos numéricos. (Sampieri, 1999). El nivel del estudio es descriptivo ya que busca especificar las características y los perfiles de objetos o cualquier fenómeno que se someta a un estudio o análisis. Es decir miden, evalúan o recolectan datos sobre diversos conceptos (variables), aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno a investigar. En un estudio descriptivo se selecciona una serie de cuestiones y se mide o se recolecta información sobre cada una de ellas, para así describir lo que se investiga (Sampieri, 1999).

De acuerdo a los objetivos planteados y en relación a la naturaleza de las variables materia de estudio, el diseño del presente trabajo de investigación es No Experimental Aplicada.

V1-----r-----V2

V1= Variable independiente

V2=Variable dependiente

r= Coeficiente de relación

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población es el conjunto de elementos con características comunes que son objetos de análisis y para los cuales serán válidas las conclusiones de la investigación. Para la presente investigación, la población objeto de estudio, se estableció como una población de tipo finita, tomando en cuenta los objetivos y los recursos disponibles, estando conformada por un conjunto de viviendas unifamiliares de la ciudad de Tarapoto (manzana).

La muestra es obtenida con el fin de investigar, a partir del conocimiento de sus características particulares, las propiedades de una población. La muestra es en esencia, un subgrupo de la población. Considerando lo anterior y usando el método de muestreo no probabilístico se ha elegido como muestra para la investigación una vivienda unifamiliar típica promedio de la zona urbana de la ciudad de Tarapoto.

3.3. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Antes de diseñar los instrumentos de recolección de datos, es necesario definir los agentes u objetos a quienes se les aplicará los instrumentos. En este caso, el objeto a ser observado y medido fue el módulo "Sistema solar Fotovoltaico". Con fines de llevar un control de los datos y seguir una secuencia lógica de la investigación, se internalizaron las técnicas documentales y empíricas.

La técnica documental se utilizó en primer momento para la formulación del marco teórico, luego para la extracción de datos e información de documentos relacionados a la evaluación de radiación solar. El instrumento que se utilizó en esta técnica fueron las Fichas bibliográficas y de trabajo.

Asimismo, se utilizó la Técnica empírica específicamente la Observación y la Medición; esto fue sometido hacia el prototipo en el que se variaron las sub variables posición del controlador de carga, el ángulo de elevación del panel y el acimut del mismo, Adicionalmente se midió la temperatura en el lugar donde está ubicada el módulo.

Tabla 3: Técnicas de instrumentos

| TÉCNICAS | INSTRUMENTOS | FUENTES |
|----------------------|---------------------|-----------------|
| Datos de recolección | Formatos | Norma eléctrica |

Validez y confiabilidad

Fuente: Elaboración propia 2022.

La respectiva validación se realiza con cuatro ingenieros civiles, de acuerdo al respectivo requerimiento de la Escuela profesional de ingeniería Civil.

3.4. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Por la naturaleza del estudio, en esta investigación se emplearon las técnicas estadísticas como: el Descriptivo para la presentación de datos en tablas de frecuencia y gráficos, así como para la determinación de las medidas de tendencia central y variación (varianza, valores mínimos y máximos, desviación estándar). Y la estadística inferencial para las pruebas de normalidad, homogeneidad y la de hipótesis.

Prueba de significación: Mediante el criterio de hipótesis nula. Prueba "t", para comparar los resultados de cada tratamiento y determinar cuál de las configuraciones otorga mejor resultado. Prueba "F", para probar la significancia de los factores en los tratamientos, con nivel de significancia $\alpha=0.05$ (95%).

El procesamiento de los datos se realizó en forma manual y computarizada sobre el plan de tabulación.

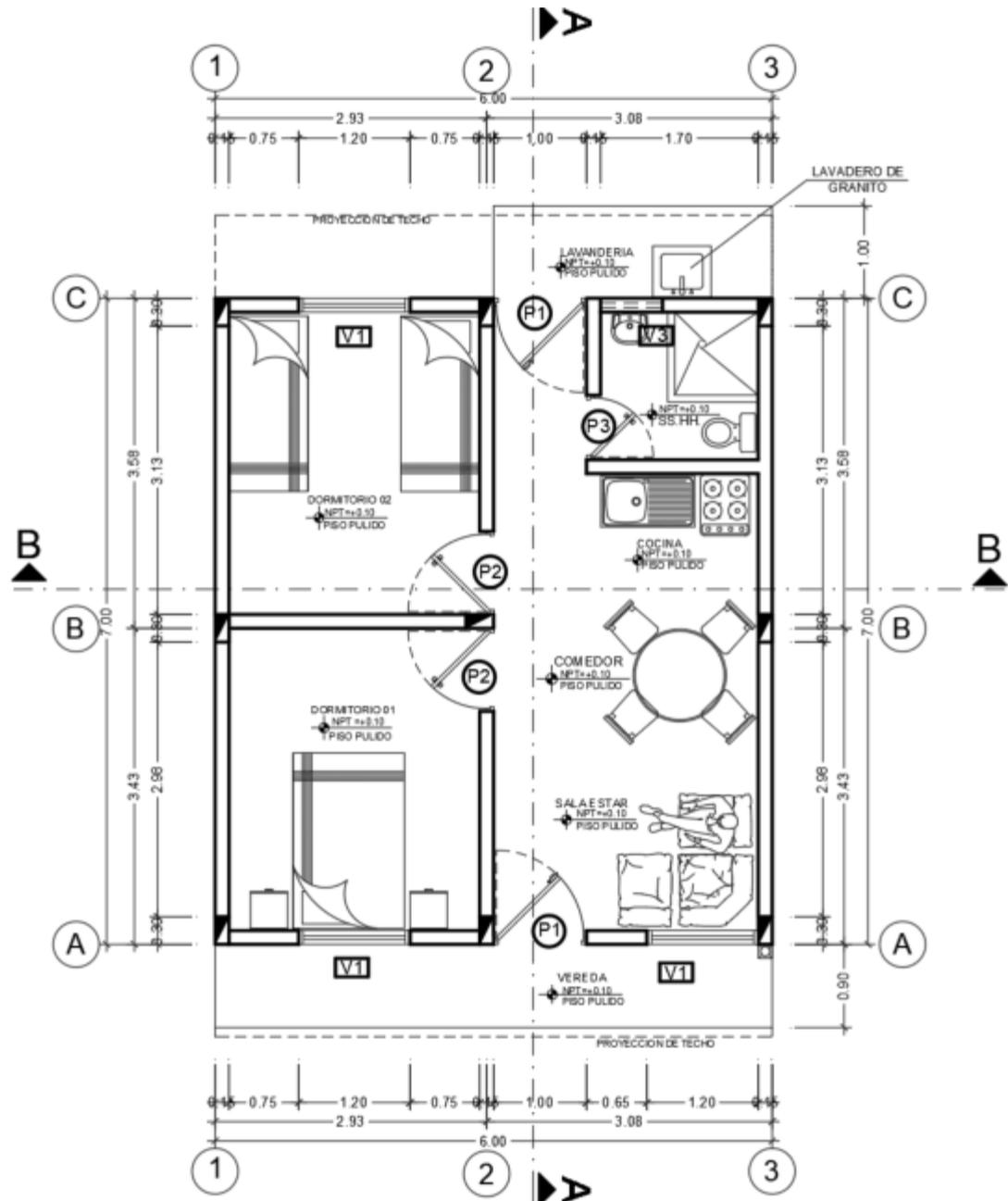
Se realizó el análisis y cálculo de consumo de energía eléctrica de dicha vivienda para calcular la capacidad del diseño del sistema solar fotovoltaico.

CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1. RESULTADOS.

Se tomó como unidad de análisis o muestra una vivienda unifamiliar típica promedio que contempla las áreas básicas y representan el consumo de energía eléctrica promedio en la zona urbana de la ciudad de Tarapoto.

Figura 8: Plano de distribución de vivienda unifamiliar



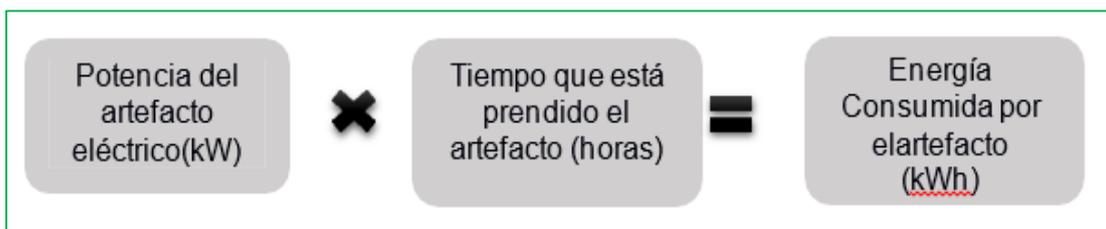
Fuente: Elaboración propia, 2022

4.2. CÁLCULO DE CONSUMO DE ENERGÍA

El consumo eléctrico viene a ser la cantidad de kilovatios (kWh) que se emplean en una vivienda durante un determinado periodo de tiempo, siendo medido por el contador instalado en la vivienda por la empresa prestadora de servicios (Electro Oriente), la misma que facilita la lectura. En los recibos de consumo eléctrico que se distribuyen mensualmente por la empresa prestadora de servicios de electricidad, este aspecto aparece bajo el nombre de “término de consumo” y es donde la compañía aplica el precio del kWh para contabilizar cuánto tiempo que pagar el consumidor por ello.

El cálculo del consumo de electricidad es un aspecto muy importante, no solo porque ayuda a determinar una parte del costo eléctrico sino porque ofrece información del suministro y también de las necesidades que se tienen que cubrir. La energía eléctrica que consume un artefacto eléctrico (kWh), se determina multiplicando la potencia de dicho artefacto (kW) por la cantidad de horas que está prendido (horas).

Figura 9: Energía eléctrica consumida por artefacto



Fuente: Guía para calcular el consumo de energía eléctrica, Osinerg

De acuerdo a la Guía para calcular el consumo de energía eléctrica vigente de OSINERG, se pudo conocer el consumo mensual de energía eléctrica de la vivienda unidad de análisis. Todos los cálculos hechos son referenciales, pudiendo ser mayores o menores de acuerdo con los hábitos de consumo de los usuarios y del tiempo efectivo de funcionamiento de los artefactos.

Tabla 4: Normativa para cálculo de vivienda

| 1. VIVIENDA | | | | | | |
|-------------|--|--------|------------------|----------------|----------------|--|
| Nº ref. | Tipo de interior, tarea o actividad | Em lux | UGR _L | U _o | R _s | Requisitos específicos |
| 1.1 | Zona privada | | | | | |
| | Dormitorio | 50 | | | | |
| | Baño | 100 | | | | |
| | Baño (zona de espejo) | 500 | | | | |
| | Cocina | 300 | | | | |
| | Sala, Sala de estar | 100 | | | | |
| | Comedor | 100 | | | | |
| | Estudios, almacenes, depósitos, walking closet, cuartos de trabajo doméstico (planchado, lavandería y similares) | 500 | | | | |
| | Patios, zonas abiertas | 20 | | | | |
| | Estacionamientos bajo techo | 50 | | | | |
| 1.2 | Zonas comunes (aplicable a zonas comunes de cualquier tipo de edificación) | | | | | |
| | Vestíbulos de entrada | 100 | 22 | | 60 | |
| | Salas de estar (pública) | 200 | 22 | | 80 | |
| | Áreas de circulación y pasillos | 100 | 28 | 0,40 | 40 | <ol style="list-style-type: none"> 1 Iluminancia al nivel del suelo 2 Ra y UGR similares a áreas adyacentes 3 150 lux si hay vehículos en el recorrido 4 El alumbrado de salidas y entradas debe proporcionar una zona de transición para evitar cambios repentinos en iluminancia entre interior y exterior de día o de noche 5 Debe evitarse el deslumbramiento de conductor y peatones |
| | Escaleras, escaleras mecánicas y transportadores (de personas) | 150 | 25 | 0,40 | 40 | Requiere contraste mejorado sobre los escalones |
| | Ascensores, montacargas | 100 | 25 | 0,40 | 40 | El nivel de iluminación en frente del montacargas debe ser al menos Em = 200 lx |
| | Rampas/andenes/patios de carga | 150 | 25 | 0,40 | 40 | |

Fuente: Normativa Eléctrica Peruana

Cálculos:

➤ **Dormitorio 1** : **3.25 x 2.70 = 8.78m²**

CALCULO DE LUMINARIAS DORMITORIO 1

1.00 Dimensiones del Local

| | | |
|--------|-----------------------------------|---|
| Largo | <input type="text" value="3.25"/> | m |
| Ancho | <input type="text" value="2.70"/> | m |
| Altura | <input type="text" value="2.80"/> | m |

2.00 Nivel de Iluminacion

tabla 1 según Norma EM.010 - RNE

E= lux/m²

3.00 Reflexion de elementos

| | |
|-------|-------------------------------------|
| Techo | <input type="text" value="Blanco"/> |
| Pared | <input type="text" value="Claro"/> |
| Suelo | <input type="text" value="Claro"/> |

4.00 Mantenimiento del local

Mantenimiento

5.00 Tipo de luminaria

Luminaria tipo:



Watts

24



36



40



6.00 Luminarias por punto

n=

1.00 Indice de local (k)

A partir de la geometria del local

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

k= 1.00

k= 1.00

k, es un numero comprendido entre 1 y 10

2.00 Coeficientes de reflexion

De la [Tabla 2](#)

Techo= 0.70

Pared= 0.50

Suelo= 0.30

Cálculo del número de luminarias.

3.00 Factor de utilizacion

De la [Tabla 3](#)

n= 0.28

$$N = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L}$$

redondeado por exceso

4.00 Factor de mantenimiento

De la [Tabla 4](#)

fm 0.80

5.00 Superficie de trabajo

S= 8.78 m²

6.00 Flujo luminoso total

$$\Phi_T = \frac{E \cdot S}{n \cdot fm}$$

Φ_T= 1959 lux

7.00 Flujo luminoso local

Del tipo de luminaria

Φ_l= 2700.00 lux

7.00 Numero de luminarias

$$N = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L}$$

N= 1 und requeridas

N= 1 und a usar

N ancho= 1 @ 2.70 m

N largo= 1 @ 3.25 m

➤ **Dormitorio 2** : **3.28 x 2.70 = 8.86m²**

CALCULO DE LUMINARIAS DORMITORIO 2

1.00 Dimensiones del Local

| | | |
|--------|------|---|
| Largo | 3.28 | m |
| Ancho | 2.70 | m |
| Altura | 2.80 | m |

2.00 Nivel de Iluminacion

[Tabla 1](#)

tabla 1 según Norma EM.010 - RNE

E= 50.00 lux/m²

3.00 Reflexion de elementos

| | | |
|-------|--------|---|
| Techo | Blanco | ▼ |
| Pared | Claro | ▼ |
| Suelo | Claro | ▼ |

4.00 Mantenimiento del local

Mantenimiento limpio ▼

5.00 Tipo de luminaria

Luminaria tipo: Fluorescente compacto ▼



Watts

- 24
- 36
- 40

6.00 Luminarias por punto

n= 1

1.00 Indice de local (k)

A partir de la geometria del local

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

k= 1.00

k= 1.00

k, es un numero comprendido entre 1 y 10

2.00 Coeficientes de reflexion

De la **Tabla 2**

Techo= 0.70

Pared= 0.50

Suelo= 0.30

Cálculo del número de luminarias.

3.00 Factor de utilizacion

De la **Tabla 3**

n= 0.28

$$N = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L}$$

redondeado por exceso

4.00 Factor de mantenimiento

De la **Tabla 4**

fm 0.80

5.00 Superficie de trabajo

S= 8.86 m²

6.00 Flujo luminoso total

$$\Phi_T = \frac{E \cdot S}{n \cdot fm}$$

Φt= 1977 lux

7.00 Flujo luminoso local

Del tipo de luminaria

Φl= 2700.00 lux

7.00 Numero de luminarias

$$N = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L}$$

N= 1 und requeridas

N= 1 und a usar

N ancho= 1 @ 2.70 m

N largo= 1 @ 3.28 m

➤ Sala – estar – Comedor : 3.43 x 2.85 = 9.78m²

CALCULO DE LUMINARIAS SALA - COMEDOR

1.00 Dimensiones del Local

| | | |
|--------|------|---|
| Largo | 3.43 | m |
| Ancho | 2.85 | m |
| Altura | 2.80 | m |

2.00 Nivel de Iluminacion

Tabla 1

tabla 1 según Norma EM.010 - RNE

E= 100.00 lux/m²

3.00 Reflexion de elementos

| | | |
|-------|--------|---|
| Techo | Blanco | ▼ |
| Pared | Claro | ▼ |
| Suelo | Claro | ▼ |

4.00 Mantenimiento del local

Mantenimiento limpio ▼

5.00 Tipo de luminaria

Luminaria tipo: Fluorescente compacto ▼



Watts

- 24
- 36
- 40
-

6.00 Luminarias por punto

n= 1

1.00 Indice de local (k)

A partir de la geometria del local

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

k= 1.00

k= 1.00

k, es un numero comprendido entre 1 y 10

2.00 Coeficientes de reflexion

De la **Tabla 2**

Techo= 0.70

Pared= 0.50

Suelo= 0.30

Cálculo del número de luminarias.

3.00 Factor de utilizacion

De la **Tabla 3**

n= 0.28

$$N = \frac{\Phi_r}{n \cdot \Phi_L}$$

redondeado por exceso

4.00 Factor de mantenimiento

De la **Tabla 4**

fm 0.80

5.00 Superficie de trabajo

S= 9.78 m²

6.00 Flujo luminoso total

$$\Phi_t = \frac{E \cdot S}{n \cdot fm}$$

Φt= 4364 lux

7.00 Flujo luminoso local

Del tipo de luminaria

Φl= 2700.00 lux

7.00 Numero de luminarias

$$N = \frac{\Phi_r}{n \cdot \Phi_L}$$

N= 2 und requeridas

N= 2 und a usar

N ancho= 2 @ 1.43 m

N largo= 1 @ 3.43 m

➤ **Cocina** : **1.53 x 2.85 = 4.36m²**

CALCULO DE LUMINARIAS COCINA

1.00 Dimensiones del Local

| | | |
|--------|------|---|
| Largo | 2.85 | m |
| Ancho | 1.53 | m |
| Altura | 2.80 | m |

2.00 Nivel de Iluminacion

Tabla 1

tabla 1 según Norma EM.010 - RNE

E= 300.00 lux/m²

3.00 Reflexion de elementos

| | |
|-------|--------|
| Techo | Blanco |
| Pared | Claro |
| Suelo | Claro |

4.00 Mantenimiento del local

Mantenimiento limpio

5.00 Tipo de luminaria

Luminaria tipo: Fluorescente compacto



Watts

24

36

40



6.00 Luminarias por punto

n= 2

CALCULO DE LUMINARIAS COCINA

1.00 Indice de local (k)

A partir de la geometria del local

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

k= 1.00

k= 1.00

k, es un numero comprendido entre 1 y 10

2.00 Coeficientes de reflexion

De la Tabla 2

Techo= 0.70

Pared= 0.50

Suelo= 0.30

Cálculo del número de luminarias.

3.00 Factor de utilizacion

De la Tabla 3

n= 0.28

$$N = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L}$$

redondeado por exceso

4.00 Factor de mantenimiento

De la Tabla 4

fm 0.80

5.00 Superficie de trabajo

S= 4.36 m²

6.00 Flujo luminoso total

$$\Phi_T = \frac{E \cdot S}{n \cdot fm}$$

Φt= 5840 lux

7.00 Flujo luminoso local

Del tipo de luminaria

Φl= 3000.00 lux

7.00 Numero de luminarias

$$N = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L}$$

N= 1 und requeridas

N= 1 und a usar

N ancho= 1 @ 1.53 m

N largo= 1 @ 2.85 m

➤ SS – HH : 1.70 x 1.60 = 2.72m²

CALCULO DE LUMINARIAS DE SS-HH

1.00 Dimensiones del Local

| | | |
|--------|------|---|
| Largo | 1.70 | m |
| Ancho | 1.60 | m |
| Altura | 2.80 | m |

2.00 Nivel de Iluminacion

Tabla 1

tabla 1 según Norma EM.010 - RNE

E= 100.00 lux/m²

3.00 Reflexion de elementos

| | | |
|-------|--------|---|
| Techo | Blanco | ▼ |
| Pared | Claro | ▼ |
| Suelo | Claro | ▼ |

4.00 Mantenimiento del local

Mantenimiento limpio ▼

5.00 Tipo de luminaria

Luminaria tipo: Fluorescente compacto ▼



Watts

24

36

40



6.00 Luminarias por punto

n= 1

1.00 Indice de local (k)

A partir de la geometria del local

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

k= 1.00

k= 1.00

k, es un numero comprendido entre 1 y 10

2.00 Coeficientes de reflexion

De la Tabla 2

Techo= 0.70

Pared= 0.50

Suelo= 0.30

Cálculo del número de luminarias.

3.00 Factor de utilizacion

De la Tabla 3

n= 0.28

$$N = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L}$$

redondeado por exceso

4.00 Factor de mantenimiento

De la Tabla 4

fm 0.80

5.00 Superficie de trabajo

S= 2.72 m²

6.00 Flujo luminoso total

$$\Phi_T = \frac{E \cdot S}{n \cdot fm}$$

Φ_T = 1214 lux

7.00 Flujo luminoso local

Del tipo de luminaria

Φ_L = 1800.00 lux

7.00 Numero de luminarias

$$N = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L}$$

N= 1 und requeridas

N= 1 und a usar

N ancho= 1 @ 1.60 m

N largo= 1 @ 1.70 m

➤ Lavandería : 1.00 x 3.00 = 3.00m²

CALCULO DE LUMINARIAS DE LAVANDERIA

1.00 Dimensiones del Local

| | | |
|--------|------|---|
| Largo | 3.00 | m |
| Ancho | 1.00 | m |
| Altura | 2.80 | m |

2.00 Nivel de Iluminacion

Tabla 1

tabla 1 según Norma EM.010 - RNE

E= 20.00 lux/m²

3.00 Reflexion de elementos

| | |
|-------|--------|
| Techo | Blanco |
| Pared | Claro |
| Suelo | Claro |

4.00 Mantenimiento del local

Mantenimiento limpio

5.00 Tipo de luminaria

Luminaria tipo: Fluorescente compacto



Watts

- 24
- 36
- 40

6.00 Luminarias por punto

n= 1

CALCULO DE LUMINARIAS DE LAVANDERIA

1.00 Indice de local (k)

A partir de la geometria del local

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

k= 1.00

k= 1.00

k, es un numero comprendido entre 1 y 10

2.00 Coeficientes de reflexion

De la Tabla 2

Techo= 0.70

Pared= 0.50

Suelo= 0.30

Cálculo del número de luminarias.

3.00 Factor de utilizacion

De la Tabla 3

n= 0.28

$$N = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L}$$

redondeado por exceso

4.00 Factor de mantenimiento

De la Tabla 4

fm 0.80

5.00 Superficie de trabajo

S= 3.00 m²

6.00 Flujo luminoso total

$$\Phi_T = \frac{E \cdot S}{n \cdot fm}$$

Φ_T= 268 lux

7.00 Flujo luminoso local

Del tipo de luminaria

Φ_l= 1800.00 lux

7.00 Numero de luminarias

$$N = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L}$$

N= 1 und requeridas

N= 1 und a usar

N ancho= 1 @ 1.00 m

N largo= 1 @ 3.00 m

➤ Pasadizo : 1.00 x 1.90 = 1.90m²

CALCULO DE LUMINARIAS EN PASADIZO

1.00 Dimensiones del Local

| | | |
|--------|-----------------------------------|---|
| Largo | <input type="text" value="1.90"/> | m |
| Ancho | <input type="text" value="1.00"/> | m |
| Altura | <input type="text" value="2.80"/> | m |

2.00 Nivel de Iluminacion

tabla 1 según Norma EM.010 - RNE

E= lux/m²

3.00 Reflexion de elementos

| | | |
|-------|-------------------------------------|---|
| Techo | <input type="text" value="Blanco"/> | ▼ |
| Pared | <input type="text" value="Claro"/> | ▼ |
| Suelo | <input type="text" value="Claro"/> | ▼ |

4.00 Mantenimiento del local

Mantenimiento

5.00 Tipo de luminaria

Luminaria tipo:



Watts

- 24
- 36
- 40

6.00 Luminarias por punto

n=

CALCULO DE LUMINARIAS EN PASADIZO

1.00 Indice de local (k)

A partir de la geometria del local

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

k= 1.00

k= 1.00

k, es un numero comprendido entre 1 y 10

2.00 Coeficientes de reflexion

De la Tabla 2

Techo= 0.70

Pared= 0.50

Suelo= 0.30

Cálculo del número de luminarias.

3.00 Factor de utilizacion

De la Tabla 3

n= 0.28

$$N = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L}$$

redondeado por exceso

4.00 Factor de mantenimiento

De la Tabla 4

fm 0.80

5.00 Superficie de trabajo

S= 1.90 m²

6.00 Flujo luminoso total

$$\Phi_T = \frac{E \cdot S}{n \cdot fm}$$

Φ_T = 848 lux

7.00 Flujo luminoso local

Del tipo de luminaria

Φ_L = 1800.00 lux

7.00 Numero de luminarias

$$N = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L}$$

N= 1 und requeridas

N= 1 und a usar

N ancho= 1 @ 1.00 m

N largo= 1 @ 1.90 m

➤ Vereda : 1.00 x 6.00 = 6.00m²

CALCULO DE LUMINARIAS EN VEREDAS

1.00 Dimensiones del Local

| | | |
|--------|------|---|
| Largo | 6.00 | m |
| Ancho | 1.00 | m |
| Altura | 2.80 | m |

2.00 Nivel de Iluminacion

Tabla 1

tabla 1 según Norma EM.010 - RNE

E= 100.00 lux/m²

3.00 Reflexion de elementos

| | | |
|-------|--------|---|
| Techo | Blanco | ▼ |
| Pared | Claro | ▼ |
| Suelo | Claro | ▼ |

4.00 Mantenimiento del local

Mantenimiento limpio ▼

5.00 Tipo de luminaria

Luminaria tipo: Fluorescente compacto ▼



Watts

24

36

40



6.00 Luminarias por punto

n= 1

CALCULO DE LUMINARIAS EN VEREDAS

1.00 Indice de local (k)

A partir de la geometria del local

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

k= 1.00

k= 1.00

k, es un numero comprendido entre 1 y 10

2.00 Coeficientes de reflexion

De la Tabla 2

Techo= 0.70

Pared= 0.50

Suelo= 0.30

Cálculo del número de luminarias.

3.00 Factor de utilizacion

De la Tabla 3

n= 0.28

$$N = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L}$$

redondeado por exceso

4.00 Factor de mantenimiento

De la Tabla 4

fm 0.80

5.00 Superficie de trabajo

S= 6.00 m²

6.00 Flujo luminoso total

$$\Phi_T = \frac{E \cdot S}{n \cdot fm}$$

Φ_T = 2679 lux

7.00 Flujo luminoso local

Del tipo de luminaria

Φ_L = 1800.00 lux

7.00 Numero de luminarias

$$N = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L}$$

N= 2 und requeridas

N= 2 und a usar

N ancho= 1 @ 1.00 m

N largo= 2 @ 3.00 m

4.3. CÁLCULO DE RADIACIÓN GLOBAL

La radiación global (Global tot) se calcula como la suma de la radiación directa (Dirtot) y difusa (Diftot) de todos los sectores del mapa solar y mapa del cielo, respectivamente.

4.3.1. Datos de ubicación

- La instalación está situada: Tarapoto, San Martín, Perú
- En las coordenadas:
Latitud: -6.29894°
Longitud: -76.22627°
- El campo fotovoltaico estará dispuesto con las siguientes características:
Inclinación: 0°
Desorientación respecto al Norte : 0°
Se empleará un sistema de corriente alterna con un voltaje de 220V.

4.3.2. Calculo de Consumo

Tabla 5 : Carga de Luminarias

| ITEM | LOCAL | LUMINARIAS | CONSUMO (W) | CONSUMO TOTAL (W) | TOTAL kWh/D |
|------|----------------|------------|-------------|-------------------|-------------|
| 1.00 | Dormitorio 1 | 1.00 | 36.00 | 36.00 | 0.43 |
| 2.00 | Dormitorio 2 | 1.00 | 36.00 | 36.00 | 0.43 |
| 3.00 | Sala - comedor | 2.00 | 36.00 | 72.00 | 0.86 |
| 4.00 | Cocina | 2.00 | 40.00 | 80.00 | 0.96 |
| 5.00 | SS - HH | 1.00 | 24.00 | 24.00 | 0.29 |
| 6.00 | Lavanderia | 1.00 | 24.00 | 24.00 | 0.29 |
| 7.00 | Pasadizo | 1.00 | 24.00 | 24.00 | 0.29 |
| 8.00 | Vereda | 2.00 | 24.00 | 48.00 | 0.58 |
| | TOTAL | | | 344.00 | 4.13 |

Fuente: Elaboración propia 2022.

Tabla 6: Carga de equipos electrodomésticos

| ITEM | ARTEFACTO | CANTIDAD | CONSUMO (W) | CONSUMO TOTAL (W) | HORAS/DIA | TOTAL kWh/D |
|--------------|------------------|----------|-------------|-------------------|-----------|-------------|
| 1.00 | Televisor de 24" | 3.00 | 120.00 | 360.00 | 5.00 | 1.80 |
| 2.00 | Computador PC | 1.00 | 300.00 | 300.00 | 3.00 | 0.90 |
| 3.00 | Equipo de sonido | 1.00 | 80.00 | 80.00 | 2.00 | 0.16 |
| 4.00 | Lavadora | 1.00 | 500.00 | 500.00 | 0.50 | 0.25 |
| 5.00 | Licuadaora | 1.00 | 300.00 | 300.00 | 0.25 | 0.08 |
| 6.00 | Refrigeradora | 1.00 | 350.00 | 350.00 | 8.00 | 2.80 |
| 7.00 | Venditador | 2.00 | 50.00 | 100.00 | 3.00 | 0.30 |
| 8.00 | Celular | 4.00 | 10.00 | 40.00 | 2.00 | 0.08 |
| TOTAL | | | | 2,030.00 | | 6.37 |

Fuente: Elaboración propia 2022.

Tabla 7: Consumo total de vivienda unifamiliar

| Consumo Global de Vivienda | TOTAL |
|--------------------------------------|----------|
| Consumo diario total en (kWh/D) | 10.49 |
| Potencia demanda maxima Total en (W) | 2,374.00 |

Fuente: Elaboración propia 2022.

4.3.3. Cálculo de irradiación

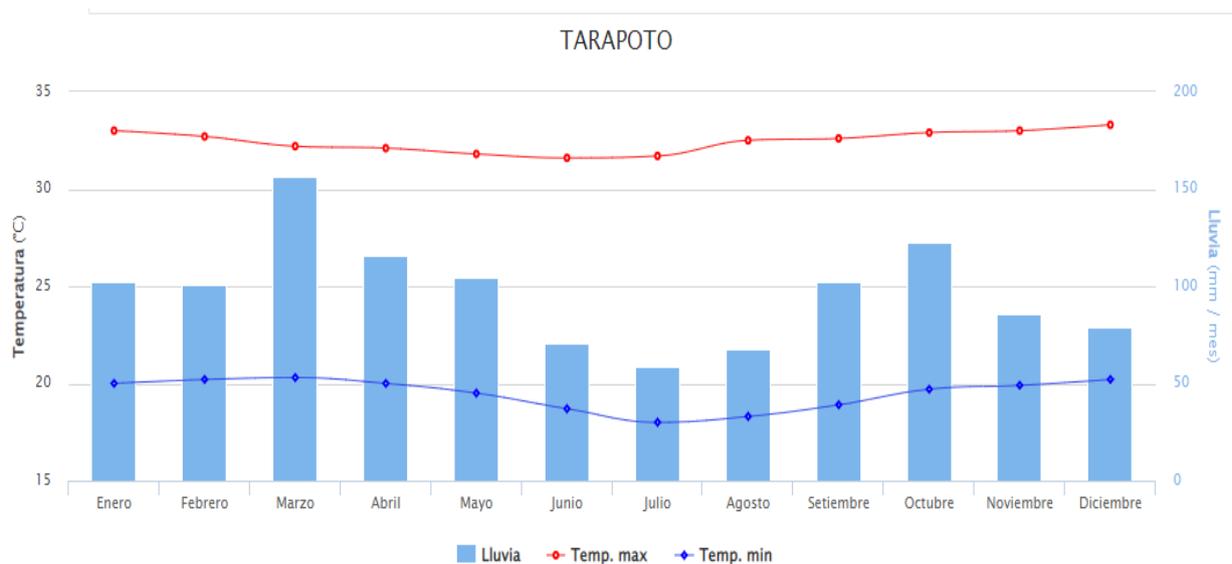
Para TARAPOTO, el mes con temperatura más alta es diciembre (33.3°C); la temperatura más baja se da en el mes de julio (18°C); y llueve con mayor intensidad en el mes de marzo (156.2 mm/mes)

Tabla 8: Datos de temperatura según SENAMHI

| Mes | Temperatura Máxima °C | Temperatura Mínima °C | Precipitación (Lluvia) ML |
|-----------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|
| Enero | 33 | 20 | 102 |
| Febrero | 32.7 | 20.2 | 101 |
| Marzo | 32.2 | 20.3 | 156 |
| Abril | 32.1 | 20 | 116 |
| Mayo | 31.8 | 19.5 | 105 |
| Junio | 31.6 | 18.7 | 71 |
| Julio | 31.7 | 18 | 58 |
| Agosto | 32.5 | 18.3 | 68 |
| Setiembre | 32.6 | 18.9 | 103 |
| Octubre | 32.9 | 19.7 | 122 |
| Noviembre | 33 | 19.9 | 86 |
| Diciembre | 33.3 | 20.2 | 79 |

Fuente: SENAMHI

Figura 8: Grafica de temperatura según SENAMHI



Fuente: SENAMHI

Verificando los datos:

$\beta=15^\circ$ (ángulo de inclinación de la superficie)

$\emptyset=6.50^\circ$ (latitud de Tarapoto)

$nd=168$ (N° de día en el año: 30 de junio)

$\gamma =0$

γ = Ángulo azimut sobre la superficie

$\alpha = 2(nd - 1) /365$

Posición angular de la tierra en órbita

$\alpha = 2.874$ radianes

4.3.4. Cálculo del ángulo de declinación de la tierra

Si la Tierra no se inclinara sobre su eje de rotación, la declinación siempre sería 0° . Sin embargo, la Tierra está inclinada $23,45^\circ$ y el ángulo de declinación varía negativa o positivamente alrededor de esa cantidad. Sólo en los equinoccios de primavera y otoño el ángulo de declinación es igual a 0° .

Formula:

$$\delta = (0,006918 - 0,399912 (\cos \alpha) + (0,070257) (\sen \alpha) - (0,006758) (\cos^2 \alpha) + (0,000907) (\sen^2 \alpha) - 0,002697 (\cos^3 \alpha) + (0,00148) (\sen^3 \alpha)) (180/\pi)$$

Reemplazando datos:

$$\delta = (0,006918 - 0,399912 \cos 2.8747 + 0,070257 \sen 2.8747 - 0,006758 \cos^2(2.8747) + 0,000907 \sen^2(2.8747) - 0,002697 \cos^3(2.8747) + 0,00148 \sen^3(2.8747)) (180/\pi)$$

$$\delta = 23.380^\circ$$

4.3.5. Cálculo del ángulo horario

$\text{Sen } h = \text{sen } L \cdot \text{sen } \delta + \cos L \cdot \cos H \cdot \cos \delta$ Donde: H = Angulo horario, el cual se calcula para cada hora sabiendo que a las 12 del mediodía vale 0° y que el sol recorre 15° en cada hora, de forma tal que a las 11

de la mañana valdrá - 15° a las 10 de la mañana - Page 2 30° y así sucesivamente.

Salida del sol

$$\cos ws = -\tan \phi \tan \delta$$

$$\cos ws = -0.04925$$

$$ws = 92.823^\circ$$

Puesta del sol

$$\cos ws' = -\tan (\phi - \beta) \tan \delta$$

$$\cos ws' = -0.06461$$

$$ws' = 93.704^\circ$$

El ángulo horario será el menor valor encontrado

$$ws' = 93.704^\circ$$

4.3.6. Cálculo de proporción de radiación sobre la superficie inclinada

La radiación que se recibe sobre una superficie inclinada viene determinada por el ángulo de incidencia de los rayos solares sobre esa superficie. Depende tanto del ángulo de la pendiente(s) y la orientación de la misma como de la trayectoria solar

Formula:

$$R_b = \frac{(\cos (\phi - \beta) (\cos \delta) (\sin ws') + (\pi/180) (ws') \sin (\phi - \beta) (\sin \delta))}{(\cos \phi) (\cos \delta) (\sin ws) + [(\pi/180) (ws) (\sin \delta) (\sin \phi)]}$$

Reemplazando:

$$R_b = \frac{(\cos (6.50 - 15) \cos 23.3805 \sin 93.704 + (\pi/180) 93.704 \sin (6.50 - 15) \sin 23.3805)}{(\cos 6.50 \cos 23.3805 \sin 93.704 + (\pi/180) 93.704 \sin 23.3805 \sin 6.50)}$$

$$R_b = 0.823$$

4.3.7. Cálculo del valor de relación de distancia solar

Formula:

$$(R_o/R)^2 = (1.00011 - 0.034221\cos\alpha + (0.00128) (\text{sen}\alpha) + (0.000719) (\cos 2\alpha) + (0.000077) (\text{sen} 2\alpha))$$

Reemplazando:

$$(R_o/R)^2 = (1.00011 - 0.034221\cos 2.8747 + 0.00128\text{sen} 2.8747 + 0.000719\cos^2 2.8747 + 0.000077\text{sen}^2 2.8747)$$

$$(R_o/R)^2 = 1.034$$

4.3.8. Cálculo de radiación solar diaria

Las horas de sol se calculan a partir del tiempo de sol por hora (que se calcula en minutos por los modelos, por ejemplo, en la hora de 2 a 3 pm, el modelo de pronóstico predice 50 minutos de sol). Para horas de sol al día, la duración de la luz del sol se añade cada hora durante todo el día.

Dato: Constante solar $I_o = 1367 \text{ W/m}^2$

Formula:

$$H_o(n) = (24/\pi) (I_o) ((R_o/R)^2) (\cos\phi) (\cos\delta) (\text{sen}\omega) + (2\pi/360) (\omega \text{sen}\delta) (\text{sen}\phi)$$

Reemplazando:

$$H_o(n) = (24/\pi) (1367) (1.034036) (\cos 6.50 \cos 23.3805 \text{sen} 93.704 + (2\pi/360) 93.704 \text{sen} 23.3805 \text{sen} 6.50)$$

$$H_o(n) = 10642.766 \text{ Wh/m}^2$$

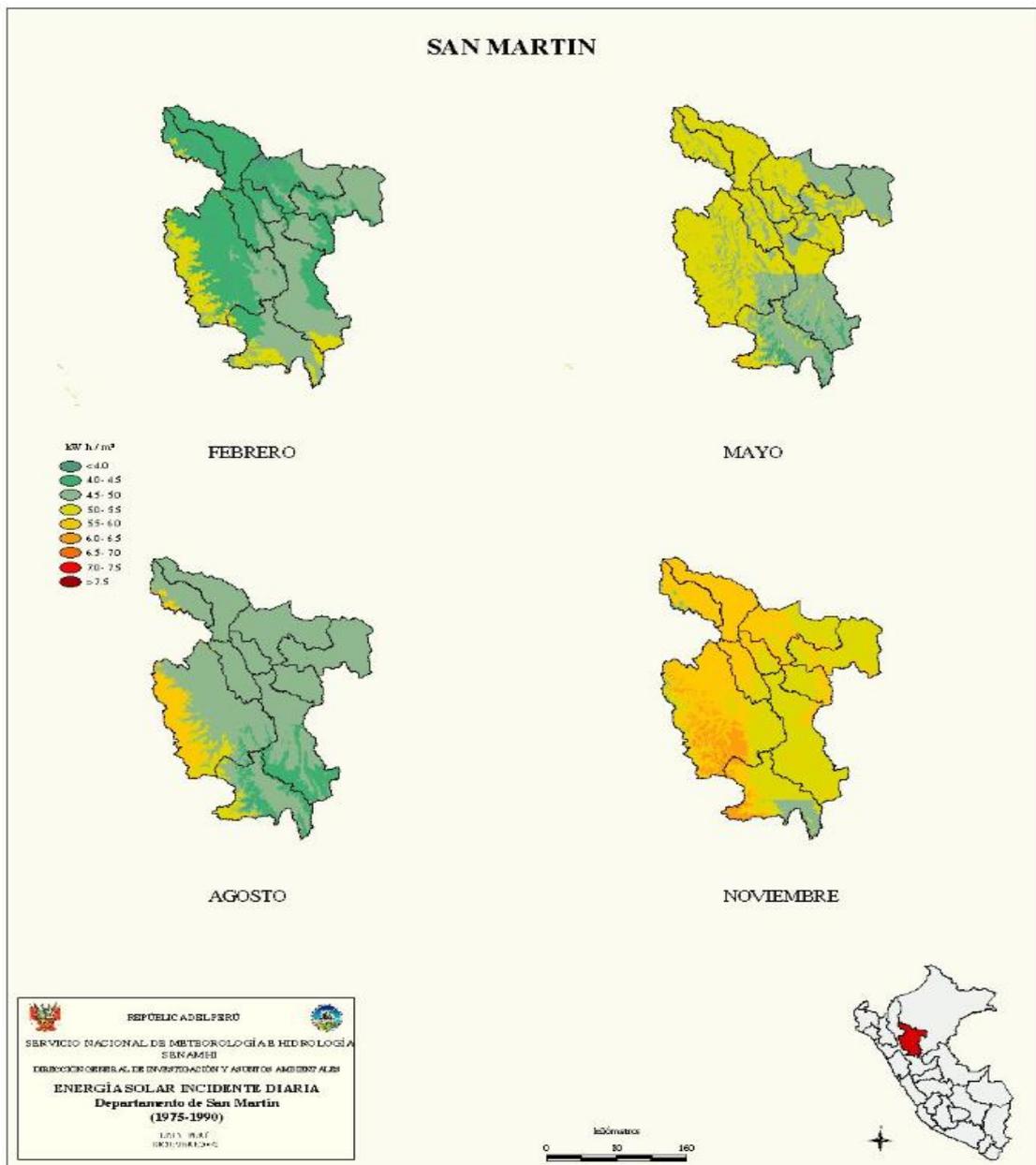
$$H_o(n) = 10.642 \text{ kWh/m}^2$$

4.3.9. Cálculo del índice de claridad

Es la energía que emite el Sol, esta va en todas las direcciones del sistema solar incluyendo la tierra, y es la que determina la temperatura en los planetas y su atmosfera. La energía que emite es mediante ondas electromagnéticas del tipo corta.

El Sol es una estrella (porque posee luz propia) y su temperatura se encuentra en 5.500°C , para generar este tipo de energía lo realiza a través de fusiones nucleares, lo que a su vez trae como consecuencia la pérdida de masa de la estrella. Existe una forma de medir la cantidad de energía que llega a la tierra y esta se llama irradiancia el cual que mide la potencia que por unidad de superficie llega a la tierra.

Figura 11: Claridad según SENAMHI



Fuente: SENAMHI

Según los datos del mapa tenemos lo siguiente.

$$H = 4.5 \text{ kWh/m}^2$$

$$K_t = H/H_o$$

$$K_t = 4.5/10.642$$

$$K_t = 0.422$$

4.3.10. Cálculo de la relación de radiación solar difusa con la radiación media diaria

Formula:

$$\frac{\overline{H_d}}{\overline{H}} = 1.188 - 2.272K_t + 9.473K_t^2 - 21.865K_t^3 + 14.648K_t^4$$

Reemplazando:

$$(\overline{H_d}/\overline{H}) = 1.188 - 2.272K_t + 9.473(K_t)^2 - 21.865(K_t)^3 + 14.648(K_t)^4$$

$$(\overline{H_d}/\overline{H}) = 1.188 - 2.272 \cdot 0.422 + 9.473(0.422)^2 - 21.865(0.422)^3 + 14.648(0.422)^4$$

$$(\overline{H_d}/\overline{H}) = 0.737$$

4.3.11. Cálculo de la relación de radiación solar inclinada por día y la radiación global horizontal diaria.

Formula:

$$\overline{R} = [(\overline{H} - \overline{H_d})/\overline{H}]\overline{R_b} + \left(\frac{\overline{H_d}}{\overline{H}}\right)(1 + \cos\beta)/2 + r(1 - \cos\beta)/2$$

Reemplazando:

$$r = 0.025 \text{ Constante de reflectividad de panel con capa anti reflectante}$$

$$R = [(1 - 0.737)] \cdot 0.823 + 0.734 \cdot (1 + \cos(15)) / (2) + (0.025) \cdot (1 - \cos(15)) / (2)$$

$$R = 0.938$$

4.3.12. Cálculo de la radiación diaria global mensual promedio sobre una superficie inclinada

Formula:

$$H(\beta) = H \cdot R$$

Reemplazando:

$$H(15^\circ) = 4.5 \cdot 0.938$$

$$H(15^\circ) = 4.221 \text{ kWh/m}^2$$

4.4. CÁLCULO DE PANELES

4.4.1. Datos

Consumo diario E_c día = 10.49 kWh/d

$$H(15^\circ) = 4.221 \text{ kWh/m}^2$$

4.4.2. Eficiencia de la instalación

Obtenemos multiplicando las eficiencias de controlador, regulador, inversor y baterías.

Para esta instalación se seleccionan equipos con eficiencias

$$\eta_r = 0.97, \eta_a = 0.95, \eta_i = 0.97$$

$$\eta = \eta_r \times \eta_a \times \eta_i$$

$$\eta = 0.97 \times 0.95 \times 0.97$$

$$\eta = 0.893$$

4.4.3. Cálculo de hora solar

$$SFV = 1000 \text{ W/m}^2$$

potencia pico nominal de panel

$$HSP = H(15) / 1000 \text{ W/m}^2$$

$$HSP = 4.221 \text{ kWh/m}^2 / 1000 \text{ W/m}^2$$

$$HSP = 4.221 \text{ h}$$

4.4.4. Cálculo de potencia

$$PSFV = (E_c \text{ día} / HSP) / \eta$$

$$PSFV = (10.49 \text{ kWh/d} / 4.221\text{h}) / 0.893$$

$$PSFV = 2.783 \text{ kW}$$

4.4.5. Cálculo de numero de paneles

Seleccionaremos paneles de 450W 24v

$$P_{\text{panel}} = W_p = 450 \text{ W}$$

$$\# \text{Paneles} = PSFV / W_p$$

$$\# \text{Paneles} = 2783 \text{ W} / 450\text{W}$$

$$\# \text{Paneles} = 6.18 \approx 7 \text{ paneles}$$

Panel propuesto: panel solar 450w 144 células policristalino

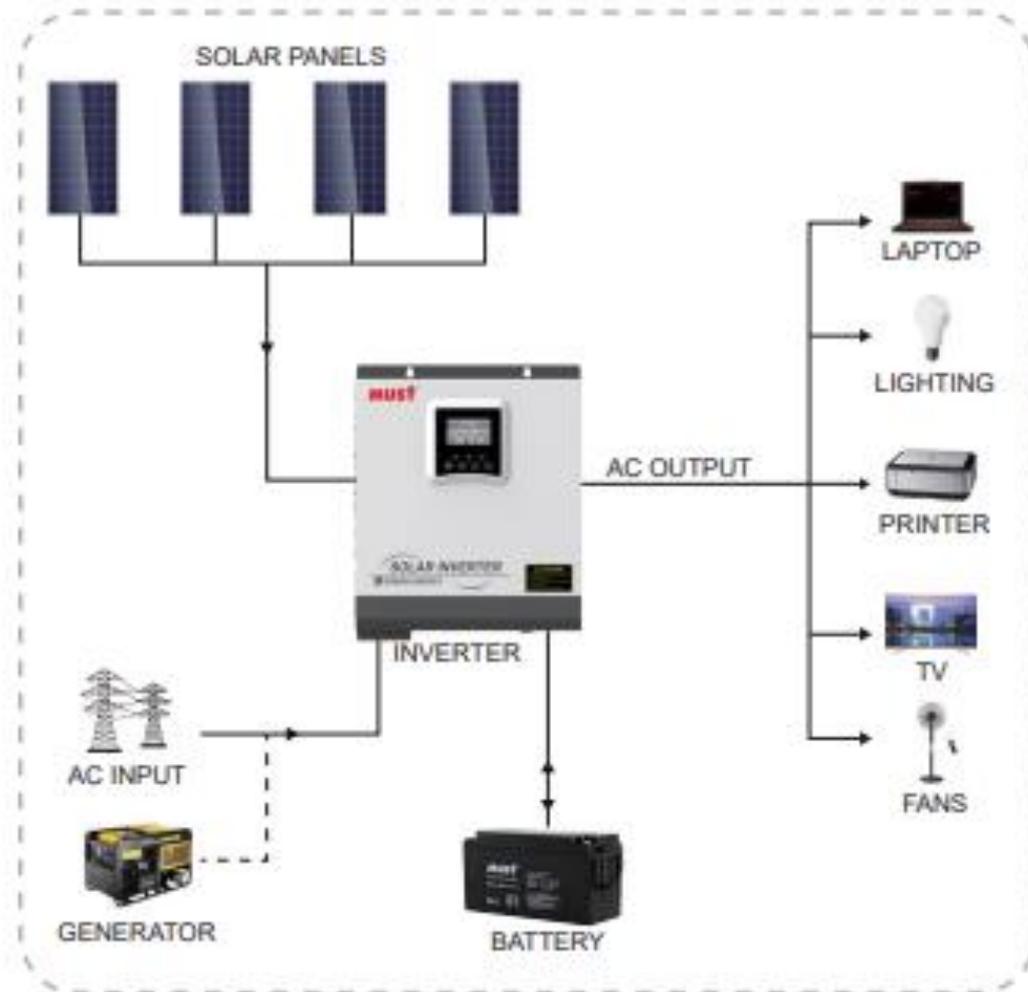
Tabla 9: Especificaciones técnicas de panel solar

MECHANICAL CHARACTERISTICS

| | |
|-----------------------------|--|
| Cell type | Monocrystalline (166x83mm) |
| Number of cells | 144 |
| Dimensions | 2102x1040x35mm |
| Weight | 24.5 kg |
| Glass | 3.2 mm tempered glass |
| Frame | Anodized aluminium alloy |
| Junction box | IP68 rated (3 by pass diodes) |
| Cable | 4.0 mm ² , 300 mm (+) / 300 mm (-) ; Length can be customized |
| Connector | MC4 EVO2 compatible |
| Max front load (e.g.: snow) | 5400 Pa |
| Max back load (e.g.: wind) | 2400 Pa |

Fuente: Catalogo Autosolar

Figura 12: Esquema de Instalación



Fuente: Catalogo Autosolar

4.5. CÁLCULO DE REGULADOR Y CONTROLADOR DE CARGA

Corriente máxima de carga

Calculamos la corriente máxima del controlador dividiendo la potencia total de los paneles por la tensión de las baterías

$$I_{max} = P_{tot} / V_{bat}$$

$$P_{tot} = 7 * 450W = 3150 Wp$$

$$I_{max} = P_{tot} / V_{bat}$$

$$V_{bat} = 48 v \text{ (Asumimos baterías de 48V)}$$

$$I_{max} = 3150/48$$

$$I_{max} = 65.63 A \text{ (Necesitamos un controlador MPPT de 80 A)}$$

Seleccionamos el regulador controlador MUST 5200W 48V MPPT 80A Alta Frecuencia.

Tabla 10: Especificaciones técnicas de regulador y controlador de carga

| MODEL | | PC18-6015A | | PC18-8015A | |
|--------------------------------|---------------------------------------|---|---------|--|---------|
| Nominal Battery System Voltage | | 12V/24V/48VDC (Auto detection); 36V (Setting) | | | |
| ELECTRICAL SPECIFICATIONS | Battery Voltage | 12V | 24V | 36V | 48V |
| | Maximum Battery Current | 60Amps | | 80Amps | |
| | Battery Voltage | | | | |
| | PV Array MPPT Voltage Range | 15-95V | 30-130V | 45-130V | 60-130V |
| | Maximum Input Power | 12 Volt-940W 24 Volt-1880W 36 Volt-2820W 48 Volt-3760W | | 12 Volt-1250W 24 Volt-2500W 36 Volt-3750W 48 Volt-5000W | |
| | Protections | Solar high voltage disconnect Solar high voltage reconnect Battery high voltage disconnect Battery high voltage reconnect High temperature disconnect High temperature reconnect | | | |
| BATTERY CHARGING | Charging Algorithm | 3-Step or 4-Step (Li) | | | |
| | Charging Stages | Bulk,Absorption,Float | | | |
| | Temperature Compenssation Coefficient | -5mV / °C / cell (25°C ref.) | | | |
| | Temperature Compenssation Range | 0°C to+50°C | | | |
| | Temperature Compenssation Set Points | Absorption, Float | | | |
| | Charging Set Points | Absorption Stage | | Float Stage | |
| | Flooded Battery | 14.2V/28.4V/42.6V/56.8V | | 13.7V/27.4V/41.1V/54.8V | |
| | AGM / GEL / LEAD Battery (Default) | 14.4V/28.8V/43.2V/57.6V | | 13.7V/27.4V/41.1V/54.8V | |
| | Over-charging Voltage | 15.5V/30.0V/45.0V/60.0V | | | |
| | Over-charging Comeback Voltage | 14.5V/29.5V/44.5V/59.0V | | | |
| | Battery Defect Voltage | 10.0V/17.0V/25.5V/34.0V | | | |
| MECHANICAL AND ENVIRONMENT | Product Size (W*H*D)(mm) | 315*160*135 | | | |
| | Product Weight (kg) | 4.7kg | | | |
| | Ambient Temperature Range | -10°C to 75°C | | | |
| | Storage Temperature | -40°C to75°C | | | |
| | Humidity | 0%-90% RH (No condensing) | | | |
| | Enclosure | IP20 | | | |

Fuente: Catalogo Autosolar

4.6. CÁLCULO DE BATERÍAS

Se proyecto utilizar baterías de 12V – 150 Ah

Datos:

Ecdia = 10.49 kWh/d = 1049 Wh/d

Vbat = 12V

Qah = (10490 Wh/día) /12V

Qah = 874.17 Ah/día

baterías = (874.17 Ah) / (150 Ah)

baterías = 5.83 ≅ 6 Baterías

Se selecciona: Batería AGM 12V 150Ah Tensite

Tabla 11: Especificaciones técnicas de Baterías

TECHNICAL SPECIFICATIONS

| | | | | | | | |
|---|--|----------------------------|--------------------------|-------------------------|----------|-------------------------|----------|
| BATTERY MODEL | Nominal voltage | | | 12V | | | |
| | Rated capacity (100 hour rate) | | | 150Ah | | | |
| | Cells Per battery | | | 6 | | | |
| DIMENSION | Length | Width | Height | Total Height | | | |
| | 407 mm | 174 mm | 215 mm | 233 mm | | | |
| APPROX. WEIGHT | 35.5 kg ± 3% | | | | | | |
| CAPACITY @ 25°C | 10 hour rate (12A, 10.8V) | 5 hour rate (19.2A, 10.5V) | 3 hour rate (30A, 10.2V) | 1 hour rate (72A, 9.6V) | | | |
| | 120 Ah | 96 Ah | 90 Ah | 72 Ah | | | |
| MAX. DISCHARGE CURRENT | 1200 A (5 sec.) | | | | | | |
| INTERNAL RESISTANCE | Full charged Vat 25°C: Approx. 3.9mΩ | | | | | | |
| CAPACITY AFFECTED BY TEMP. (10 HR) | 40°C | 25°C | 0°C | -15°C | | | |
| | 102% | 100% | 85% | 65% | | | |
| SELF DISCHARGE @25°C | After 3 months storage | | | After 6 months storage | | After 12 months storage | |
| | 91% | | | 82% | | 64% | |
| CHARGE METHOD @25°C | Cycle Use | | | Float Use | | | |
| | 14.1-14.4V (Initial charging current less than 36A) | | | 13.50-13.80V | | | |
| CONSTRUCTION | Container | Electrolyte | Separator | Positive | Negative | Safety valve | Terminal |
| | BS (UL94-HB) / Flame retardant ABS (UL94-V0) | Sulfuric acid | Fiber glass | Lead dioxide | Lead | EPDR | Copper |

Fuente: Catalogo Autosolar

4.7. CÁLCULO DE INVERSOR DC/AC

Potencia de inductor

Datos:

Potencia: $P_C = 2374 \text{ W}$ (demanda máxima)

Voltaje de la carga: 220V AC

Voltaje del cargador: 12V DC

Frecuencia: 60 Hz

Fases: monofásica

$P_{inv} = P_C * FS$

(FS: Factor de seguridad 1.2)

$P_{inv} = 2374W * 1.2$

$P_{inv} = 2848.80W$

Se selecciona el inductor PV1800 VPM Series (1KW-5KW)

Tabla 12: Especificaciones técnicas de inversor DC/AC

| MODEL | | PV18-1012 VPM | PV18-2024 VPM | PV18-3024 VPM | PV18-3048 VPM | PV18-4048 VPM | PV18-5048 VPM |
|--------------------------------------|---------------------------------------|--|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Default Battery System Voltage | | 12VDC | 24VDC | | 48VDC | | |
| INVERTER OUTPUT | Rated Power | 1000VA / 1000W | 2000VA / 2000W | 3000VA / 3000W | 3000VA / 3000W | 4000VA / 4000W | 5000VA / 5000W |
| | Surge Power | 2000VA | 4000VA | 6000VA | 6000VA | 8000VA | 10000VA |
| | Waveform | Pure sine wave | | | | | |
| | AC Voltage Regulation (Batt.Mode) | 220VAC~240VAC(Setting) | | | | | |
| | Inverter Efficiency(Peak) | 90%~93% | | | | | |
| | Transfer Time | 10ms(UPS / VDE4105) / 20ms(APL) | | | | | |
| AC INPUT | Voltage | 230VAC | | | | | |
| | Selectable Voltage Range | 170~280VAC(UPS) / 90~280VAC(APL) / 184~253VAC(VDE) | | | | | |
| | Frequency Range | 50Hz / 60Hz (Auto sensing) | | | | | |
| BATTERY | Normal voltage | 12VDC | 24VDC | | 48VDC | | |
| | Floating Charge Voltage | 13.7VDC | 27.4VDC | | 54.8VDC | | |
| | Overcharge Protection | 15VDC | 30VDC | | 60VDC | | |
| SOLAR CHARGER & AC CHARGER* | Maximum PV Array Open Circuit Voltage | 75VDC | 145VDC | | 145VDC | | |
| | PV Array MPPT Voltage Range | 15~75VDC | 30~120VDC | | 60~130VDC | | |
| | Standby Power Consumption | 2W | | | | | |
| | Maximum PV Array Power | 625W | 1500W | | 4000W | | |
| | Maximum Solar Charge Current | 60A | | | 80A | | |
| | Maximum Efficiency | 98% | | | | | |
| | Maximum AC Charge Current | 10A or 20A | 20A or 30A | | 60A | | |
| Maximum Charge Current | 70A | 80A | | 140A | | | |
| MECHANICAL SPECIFICATIONS | Machine Dimensions (W*H*D)(mm) | 225*355*92 | 272*355*100 | | 297.5*468*125 | | |
| | Package Dimensions (W*H*D)(mm) | 410*300*178 | 425*390*215 | | 638*395*241 | | |
| | Net Weight(kg) | 5 | 7.4 | | 14 | | |
| | Gross Weight(kg) | 5.5 | 9.5 | | 16.4 | | |
| OTHER | Humidity | 5% to 95% Relativ Humidity (Non-condensing) | | | | | |
| | Operating Temperature | 0°C~50°C | | | | | |
| | Storage Temperature | -15°C -60°C | | | | | |

Fuente: Catalogo Autosolar

Finalmente se tendría el sistema solar fotovoltaico:

Tabla 13: Componente de sistema solar

| ITEM | COMPONENTE | CANTIDAD | PARAMETROS |
|------|----------------------|----------|------------|
| 1.00 | PANELES SOLARES | 7.00 | 450 WP |
| 2.00 | REULADOR CONTROLADOR | 1.00 | 80A |
| 3.00 | BATERIAS | 6.00 | 12V 150Ah |
| 4.00 | INVERSOR DC/AC | 1.00 | 1KW - 5KW |

Fuente: Elaboración propia 2022.

4.8. Propuesta económica

Tabla 14: Presupuesto del sistema solar fotovoltaico

| ITEM | COMPONENTE | CANTIDAD | PARAMETROS | PRECIO | TOTAL |
|--------------------------|---|----------|------------|----------|------------------|
| 1.00 | PANELES SOLARES | 7.00 | 450 WP | 756.37 | 5,294.59 |
| 2.00 | REULADOR CONTROLADOR | 1.00 | 80A | 2,558.09 | 2,558.09 |
| 3.00 | BATERIAS | 6.00 | 12V 150Ah | 681.47 | 4,088.82 |
| 4.00 | INVERSOR DC/AC | 1.00 | 1KW - 5KW | 1,132.95 | 1,132.95 |
| 5.00 | Juego Conectores WEIDMULLER PVStick MC4 | 1.00 | | 27.20 | 27.20 |
| 6.00 | Fusible DC 16A 500V 10x38 | 2.00 | | 5.00 | 10.00 |
| 7.00 | Portafusible DC 32A 690V 10x38 | 2.00 | | 33.95 | 67.90 |
| 8.00 | Terminal de Compresión Cable 50mm - Perno 8mm | 4.00 | | 6.48 | 25.92 |
| 9.00 | Terminal de Compresión Cable 50mm - Perno 10mm | 2.00 | | 6.48 | 12.96 |
| 10.00 | Desconector de Baterías DC 275A 48V | 1.00 | | 219.46 | 219.46 |
| 11.00 | Termomagnético 16A 600Vdc 2P ZJ Beny | 1.00 | | 42.40 | 42.40 |
| 12.00 | Termomagnético 2x32A 6kA Monofásico ABB | 1.00 | | 68.51 | 68.51 |
| 13.00 | Tablero Adosable 8 Polos KBA ELECTRIC | 1.00 | | 55.83 | 55.83 |
| 14.00 | Base Galvanizada Instalación Inversor | 1.00 | | 231.98 | 231.98 |
| 15.00 | Cable Unifilar Solar PV 6mm2 H1Z2Z2-K 1,5kV Rojo | 20.00 | | 4.98 | 99.60 |
| 16.00 | Cable Unifilar Solar PV 6mm2 H1Z2Z2-K 1,5kV Negro | 20.00 | | 4.98 | 99.60 |
| 17.00 | Cable unifilar MIGUELEZ 50 mm2 POWERFLEX VERDE | 2.00 | | 49.19 | 98.38 |
| 18.00 | Cable unifilar MIGUELEZ 50 mm2 POWERFLEX Negro | 2.00 | | 49.19 | 98.38 |
| TOTAL PRESUPUESTO | | | | | 14,232.57 |

Fuente: Elaboración propia 2022

Son catorce mil doscientos treinta y dos con 57/100 nuevos soles

CAPITULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. DISCUSIÓN

- Los resultados guardan relación favorable con la investigación actualizada del diario (La República, 2020), quien sostiene que la energía de paneles solares o energía fotovoltaica tiene una cabida muy favorable y acogedora en Sudamérica puesto a que el clima de estas regiones ayudan a los trabajos de energías renovables; uno de esos países en Brasil.

- (OSINERGMIN, 2018), quien refiere a modo de concepto básico y muy bien planteado que la energía solar vista como fuente importante de energía renovable ayuda a concientizar a nivel mundial con las personas de escasos recursos de electrificación, aprovechando los sorprendentes niveles de radiación para el óptimo trabajo de los paneles solares.

- (BOHÓRQUEZ, 2009), quien manifiesta que Colombia tiene un nivel de población alta y que conviven con la concientización del medio ambiente, es por ello que se confirma el aporte del autor.

- (BOHÓRQUEZ, 2009), también confirma que el proceso de instalación para un proyecto de energía solar fotovoltaica en es un tanto elevado y que oscila entre 2.000 millones de dólares entre fases y fases.

- (Cieza, 2017), en su investigación da a conocer el cable de recolección de energía en un panel solar son las células, cuya función es obtener niveles de electricidad a partir de la energía emitida por el sol. También confirma que un módulo de paneles solares está basado en células en paralelo o circuito en serie lo cual es importante para incrementar el voltaje.

- La investigación se realizó con el objetivo de mejorar las condiciones de las viviendas unifamiliares en la ciudad de Tarapoto a través de la energía solar fotovoltaica sin consumir la energía eléctrica pública.
- El diseño solar fotovoltaico realizado disminuiría la contaminación y el consumo de energía eléctrica de la red pública al cargo de la empresa electro oriente al igual que Pedroza Arias, Edgar en su trabajo de investigación titulado: Diseño de un sistema eléctrico residencial con energía solar, para suministrar energía a la red eléctrica de una vivienda unifamiliar en Yopal – Casanare, Colombia 2014, concluye que disminuiría ostensiblemente el consumo y requerimientos que se le hacen a la red de ENERCA, que para nadie es oculto que es bastante deficiente debido a que la carga del municipio de Yopal supera con creces las redes instaladas, aumentando los problemas de apagones y bajos voltajes en las viviendas.
- Utilizar las fuentes de energías renovables convencionales dan una solución de ahorro sostenible a la sociedad evitando así la contaminación a nuestro ecosistema al igual que Jamjachi Rojas, Juan Jesús. En su trabajo de investigación titulado: Diseño de un sistema eléctrico híbrido para una vivienda residencial, Huancayo 2021, concluye que La energía eléctrica, distribuida a través de fuentes renovables convencionales y no convencionales dan solución a la actual demanda energética con un ahorro sostenible de la sociedad, evitando que muchas centrales de generación entren en funcionamiento, sobre todo las que producen daños al ecosistema.
- En el Perú ya se cuenta con empresas especializadas en la distribución y venta de sistemas solares con paneles fotovoltaicos y micro inversores, los cuales son importados directamente de Europa, Estados Unidos y China, en el país no existe tecnología para poder producirlos.

- Con el avance de la tecnología disminuirá el costo por panel, inversores y microinversores, así como su instalación, dando así una mayor accesibilidad para todo tipo de familias de clase media.
- Si se toma en cuenta la tarifa de la Empresa Eléctrica no va en aumento, por lo cual será posible obtener los retornos de inversión a un plazo máximo promedio de 5 años.
- La instalación de los equipos y la puesta en funcionamiento depende directamente de las empresas proveedoras, únicamente ellos tienen el personal calificado y especializado para la manipulación y conexión de dichos equipos.
- Se debe tener especial cuidado con el cálculo de niveles de energía disponibles, en base a información confiable sobre los recursos para evitar crear falsas expectativas entre los usuarios.
- Los paneles fotovoltaicos tienen un tiempo de vida entre 25 y 30 años.
- Todos los aparatos electrodomésticos de la casa pueden utilizarse mientras esté en funcionamiento el sistema de paneles fotovoltaicos.
- Equipos importantes como bombas de agua, instalaciones en cisternas y alumbrados especiales, también pueden ser utilizados mientras está en funcionamiento los paneles fotovoltaicos, mas sin embargo según el consumo en Kilowatts que se necesite así mismo aumentaría la cantidad de paneles solares.

5.2. CONCLUSIONES

- Se realizó un diseño de sistema de celdas fotovoltaicas para generar electricidad de una vivienda unifamiliar del Distrito de Tarapoto, compuesta por paneles solares de 340 Wp, de 72 células de tipo policristalino, regulador controlador de 80A del tipo MPPT, baterías AGM de 12V x 150 Ah y un inversor DC/AC de 1KW.
- Se obtuvo la radiación solar existente en la vivienda unifamiliar en estudio conociendo su latitud y ubicación geográfica, tomando como referencia el mes más frío o de menor temperatura obteniéndose la radiación global diaria promedio mensual de 4.221 kWh/m.
- Se determinó el cálculo de consumo total de luminarias en el software Microsoft Excel 2021 con un valor de 4.13 kWh y el consumo de los artefactos eléctricos según datos publicados por OSINERGMIN con un valor de 6.37 kWh haciendo un total de 10.49 kWh/D.
- En cuanto al cálculo de inversión para el sistema solar fotovoltaico es de 14,232.57 nuevos soles.
- La presente investigación busca, mediante la aplicación de las teorías y conceptos sobre energía eléctrica y solar, obtener alternativas que permitan que con la utilización de energías alternativas como la solar ya que estas son inagotables, se pueda inyectar directamente a la red eléctrica permitiendo de esta manera el ahorro de energía eléctrica disminuyendo consumos y por ende las tarifas.
- La investigación realizada aportará una solución en ahorro de energía a la población y puede servir como documento de consulta para otros proyectos similares y a los autores del proyecto ser la herramienta que les permita graduarse como tecnólogos en electrónica.

5.3. RECOMENDACIONES

- Para este tipo de diseños se recomienda realizar un cálculo correcto de consumo energético teniendo en cuenta la hora de máxima demanda para así tener un buen diseño solar fotovoltaico para así reducir los costos de costos en energía eléctrica.
- Para realizar un buen diseño solar fotovoltaico se recomienda tener la lista de artefactos electrodomésticos que se utilizara en la vivienda.
- Se recomienda utilizar las estaciones meteorológicas más cercanas al proyecto para así obtener los datos correctos y obtener un resultado óptimo para el diseño solar fotovoltaico.
- Es importante rescatar que aunque el beneficio monetario es bastante llamativo, el aporte al planeta es la verdadera razón del proyecto, ya que se contribuirá a disminuir la contaminación y permitirá brindar una solución aplicable a zonas que no se encuentren conectadas a las redes nacionales.
- Se recomienda concientizar a las personas en el consumo energético, informar que la fuente proveniente de la energía eléctrica genera una contaminación significativa, es de resaltar que otros países han empezado a producir energía que genera muy baja contaminación, sin embargo el nivel de población aumenta cada día y es indispensable aumentar la producción energética.
- Se debe fomentar el uso de energías renovables, además de las hidroeléctricas, ya que los otros tipos de energías renovables tienen diversas aplicaciones como: repetidores de radio o televisión, alumbrado público, bombeo de agua, suministro de energía a viviendas rurales y/o urbanas, etc.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Burga, Campos, Carrasco y Castro (2020). Implementación de energía fotovoltaica para reducir el consumo de energía eléctrica en el Centro Ganadero Cortez – Motupe. UCV – Perú.
- Castillo, L. F. (2017). Derecho de la energía en América Latina. Tomo I. Colombia: U. Externado de Colombia.
- Clemente De La Cruz, Wuilber (2014). Optimización del sistema solar fotovoltaico para la generación de energía eléctrica en viviendas aisladas Altoandinas. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Delgado Rojas, J. (2016). Propuesta de auditoría energética para reducir el consumo de energía eléctrica, empresa Agribrands Purina. Pimentel: Universidad César Vallejo.
- ENERGÍA SOLAR. - Néstor Quadri. - Quinta Edición. - Librería y Editorial Alsina.
- GARCÍA, Rocío. Tesis de pregrado: Análisis del potencial energético para la generación de energía eléctrica utilizando captación solar en sombrillas de estacionamiento. Universidad Veracruzana, 2013. PIRIZ, Imanol. Tesis de maestría: Energía solar térmica y fotovoltaica aislada para pequeñas comunidades en Perú. Escuela de Caminos, 2013.
- INSTALACIÓN DE PÁNELES SOLARES TÉRMICOS. - Tomás Perales Benito. - Creaciones Copyright.
- Ley de Concesiones Eléctricas y su Reglamento. (1992). Perú: Ministerio de Energía y Minas.

- Miranda Brolo, Karla (2015). Implementación de energía solar en la vivienda guatemalteca. Universidad Rafael Landívar – Guatemala.

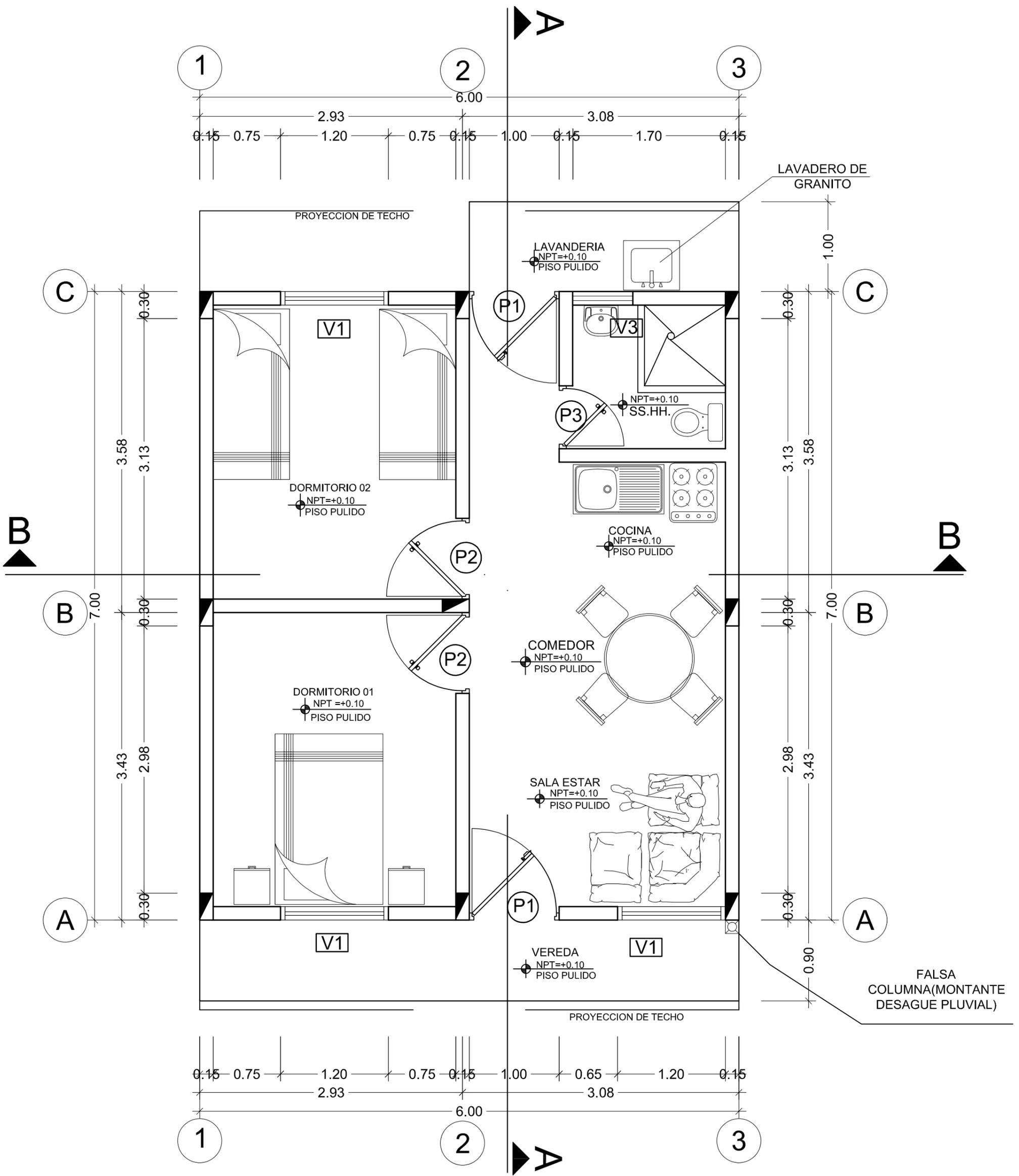
- Pedroza y Vasquez (2014). Diseño de un sistema eléctrico residencial con energía solar, para suministrar energía a la red eléctrica de una vivienda unifamiliar en Yopal-Casanare. UNATD – Colombia.

- Talla Chicoma, E. D. (2015). Ahorro de energía eléctrica en una industria cervecera como estrategia de excelencia operativa”. Universidad Nacional de San Marcos: Lima.

ANEXOS

| | | |
|----------|---|--|
| Anexo 1 | : | Plano de Distribución de Vivienda Unidad de Análisis |
| Anexo 2 | : | Cálculo luminarias dormitorio 1 |
| Anexo 3 | : | Cálculo luminarias dormitorio 2 |
| Anexo 4 | : | Cálculo luminarias sala comedor |
| Anexo 5 | : | Cálculo luminarias cocina |
| Anexo 6 | : | Cálculo luminarias servicios higiénicos |
| Anexo 7 | : | Cálculo luminarias lavandería |
| Anexo 8 | : | Cálculo luminarias pasadizos |
| Anexo 9 | : | Cálculo luminarias vereda |
| Anexo 10 | : | Cotización |
| Anexo 11 | : | Especificaciones panel solar |
| Anexo 12 | : | Especificaciones controlador |
| Anexo 13 | : | Especificaciones de baterías |

ANEXO 1
PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE
VIVIENDA UNIDAD DE
ANÁLISIS



ARQUITECTURA-DISTRIBUCIÓN
ESC. 1/50

ANEXO 2
CÁLCULO LUMINARIAS
DORMITORIO 1

DATOS PARA DE LUMINARIAS DORMITORIO 1

1.00 Dimensiones del Local

| | | |
|--------|------|---|
| Largo | 3.25 | m |
| Ancho | 2.70 | m |
| Altura | 2.80 | m |

3.00 Reflexion de elementos

| | | |
|-------|--------|---|
| Techo | Blanco | ▼ |
| Pared | Claro | ▼ |
| Suelo | Claro | ▼ |

5.00 Tipo de luminaria

Luminaria tipo: Fluorescente compacto ▼



Watts

- 24
- 36
- 40

2.00 Nivel de Iluminacion

Tabla 1

tabla 1 según Norma EM.010 - RNE

E= 50.00 lux/m²

4.00 Mantenimiento del local

Mantenimiento limpio ▼

6.00 Luminarias por punto

n= 1

RESULTADO DEL CACULO DE LUMINARIAS DORMITORIO 1

1.00 Indice de local (k)

A partir de la geometria del local

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

k= 1.00

k= 1.00

k, es un numero comprendido entre 1 y 10

2.00 Coeficientes de reflexion

De la Tabla 2

Techo= 0.70

Pared= 0.50

Suelo= 0.30

3.00 Factor de utilizacion

De la Tabla 3

n= 0.28

4.00 Factor de mantenimiento

De la Tabla 4

fm 0.80

6.00 Flujo luminoso total

$$\Phi_T = \frac{E \cdot S}{n \cdot fm}$$

Φt= 1959 lux

Cálculo del número de luminarias.

$$N = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L}$$

redondeado por exceso

5.00 Superficie de trabajo

S= 8.78 m²

7.00 Flujo luminoso local

Del tipo de luminaria

Φl= 2700.00 lux

7.00 Numero de luminarias

$$N = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L}$$

N= 1 und requeridas

N= 1 und a usar

N ancho= 1 @ 2.70 m

N largo= 1 @ 3.25 m

ANEXO 3
CÁLCULO LUMINARIAS
DORMITORIO 2

DATOS DE LUMINARIAS DORMITORIO 2

1.00 Dimensiones del Local

| | | |
|--------|------|---|
| Largo | 3.28 | m |
| Ancho | 2.70 | m |
| Altura | 2.80 | m |

3.00 Reflexion de elementos

| | | |
|-------|--------|---|
| Techo | Blanco | ▼ |
| Pared | Claro | ▼ |
| Suelo | Claro | ▼ |

5.00 Tipo de luminaria

Luminaria tipo: Fluorescente compacto ▼



Watts

- 24
- 36
- 40

2.00 Nivel de Iluminacion

Tabla 1

tabla 1 según Norma EM.010 - RNE

E= 50.00 lux/m²

4.00 Mantenimiento del local

Mantenimiento limpio ▼

6.00 Luminarias por punto

n= 1

RESULTADO DEL CACULO DE LUMINARIAS DORMITORIO 2

1.00 Indice de local (k)

A partir de la geometria del local

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

k= 1.00

k= 1.00

k, es un numero comprendido entre 1 y 10

2.00 Coeficientes de reflexion

De la Tabla 2

Techo= 0.70

Pared= 0.50

Suelo= 0.30

3.00 Factor de utilizacion

De la Tabla 3

n= 0.28

4.00 Factor de mantenimiento

De la Tabla 4

fm 0.80

6.00 Flujo luminoso total

$$\Phi_T = \frac{E \cdot S}{n \cdot fm}$$

Φt= 1977 lux

Cálculo del número de luminarias.

$$N = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L} \quad \text{redondeado por exceso}$$

5.00 Superficie de trabajo

S= 8.86 m²

7.00 Flujo luminoso local

Del tipo de luminaria

Φl= 2700.00 lux

7.00 Numero de luminarias

$$N = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L}$$

N= 1 und requeridas

N= 1 und a usar

N ancho= 1 @ 2.70 m

N largo= 1 @ 3.28 m

ANEXO 4
CÁLCULO LUMINARIAS SALA
COMEDOR

DATOS DE LUMINARIAS SALA - COMEDOR

1.00 Dimensiones del Local

| | | |
|--------|------|---|
| Largo | 3.43 | m |
| Ancho | 2.85 | m |
| Altura | 2.80 | m |

3.00 Reflexion de elementos

| | | |
|-------|--------|---|
| Techo | Blanco | ▼ |
| Pared | Claro | ▼ |
| Suelo | Claro | ▼ |

5.00 Tipo de luminaria

Luminaria tipo: Fluorescente compacto ▼



Watts

- 24
- 36
- 40

2.00 Nivel de Iluminacion

Tabla 1
 tabla 1 según Norma EM.010 - RNE
 E= 100.00 lux/m²

4.00 Mantenimiento del local

Mantenimiento limpio ▼

6.00 Luminarias por punto

n= 1

RESULTADO DEL CALCULO DE LUMINARIAS SALA - COMEDOR

1.00 Indice de local (k)

A partir de la geometria del local

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

k= 1.00

k= 1.00

k, es un numero comprendido entre 1 y 10

2.00 Coeficientes de reflexion

De la Tabla 2

Techo= 0.70

Pared= 0.50

Suelo= 0.30

3.00 Factor de utilizacion

De la Tabla 3

n= 0.28

4.00 Factor de mantenimiento

De la Tabla 4

fm 0.80

6.00 Flujo luminoso total

$$\Phi_T = \frac{E \cdot S}{n \cdot fm}$$

Φ_T = 4364 lux

Cálculo del número de luminarias.

$$N = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L} \quad \text{redondeado por exceso}$$

5.00 Superficie de trabajo

S= 9.78 m²

7.00 Flujo luminoso local

Del tipo de luminaria

Φ_L = 2700.00 lux

7.00 Numero de luminarias

$$N = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L}$$

N= 2 und requeridas

N= 2 und a usar

N ancho= 1 @ 1.43 m

N largo= 2 @ 3.43 m

ANEXO 5
CÁLCULO LUMINARIAS
COCINA

DATOS DE LUMINARIAS COCINA

1.00 Dimensiones del Local

| | | |
|--------|------|---|
| Largo | 2.85 | m |
| Ancho | 1.53 | m |
| Altura | 2.80 | m |

3.00 Reflexion de elementos

| | | |
|-------|--------|---|
| Techo | Blanco | ▼ |
| Pared | Claro | ▼ |
| Suelo | Claro | ▼ |

5.00 Tipo de luminaria

Luminaria tipo: Fluorescente compacto ▼



Watts

- 24
- 36
- 40

2.00 Nivel de Iluminacion

Tabla 1
 tabla 1 según Norma EM.010 - RNE
 E= 300.00 lux/m²

4.00 Mantenimiento del local

Mantenimiento limpio ▼

6.00 Luminarias por punto

n= 2

RESULTADO DEL CALCULO DE LUMINARIAS COCINA

1.00 Indice de local (k)

A partir de la geometria del local

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

k= 1.00

k= 1.00

k, es un numero comprendido entre 1 y 10

2.00 Coeficientes de reflexion

De la Tabla 2

Techo= 0.70

Pared= 0.50

Suelo= 0.30

3.00 Factor de utilizacion

De la Tabla 3

n= 0.28

4.00 Factor de mantenimiento

De la Tabla 4

fm 0.80

6.00 Flujo luminoso total

$$\Phi_T = \frac{E \cdot S}{n \cdot fm}$$

Φ_T = 5840 lux

Cálculo del número de luminarias.

$$N = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L} \quad \text{redondeado por exceso}$$

5.00 Superficie de trabajo

S= 4.36 m²

7.00 Flujo luminoso local

Del tipo de luminaria

Φ_L = 3000.00 lux

7.00 Numero de luminarias

$$N = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L}$$

N= 1 und requeridas

N= 1 und a usar

N ancho= 1 @ 1.53 m

N largo= 1 @ 2.85 m

ANEXO 6
CÁLCULO LUMINARIAS
SERVICIOS HIGIÉNICOS

DATOS DE LUMINARIAS SS-HH

1.00 Dimensiones del Local

| | | |
|--------|------|---|
| Largo | 1.70 | m |
| Ancho | 1.60 | m |
| Altura | 2.80 | m |

3.00 Reflexion de elementos

| | | |
|-------|--------|---|
| Techo | Blanco | ▼ |
| Pared | Claro | ▼ |
| Suelo | Claro | ▼ |

5.00 Tipo de luminaria

Luminaria tipo: Fluorescente compacto ▼



Watts

- 24
- 36
- 40

2.00 Nivel de Iluminacion

Tabla 1

tabla 1 según Norma EM.010 - RNE

E= 100.00 lux/m²

4.00 Mantenimiento del local

Mantenimiento limpio ▼

6.00 Luminarias por punto

n= 1

RESULTADO DEL CALCULO DE LUMINARIAS SS-HH

1.00 Indice de local (k)

A partir de la geometria del local

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

k= 1.00

k= 1.00

k, es un numero comprendido entre 1 y 10

2.00 Coeficientes de reflexion

De la Tabla 2

Techo= 0.70

Pared= 0.50

Suelo= 0.30

3.00 Factor de utilizacion

De la Tabla 3

n= 0.28

4.00 Factor de mantenimiento

De la Tabla 4

fm 0.80

6.00 Flujo luminoso total

$$\Phi_T = \frac{E \cdot S}{n \cdot fm}$$

Φ_T = 1214 lux

Cálculo del número de luminarias.

$$N = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L}$$

redondeado por exceso

5.00 Superficie de trabajo

S= 2.72 m²

7.00 Flujo luminoso local

Del tipo de luminaria

Φ_L = 1800.00 lux

7.00 Numero de luminarias

$$N = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L}$$

N= 1 und requeridas

N= 1 und a usar

N ancho= 1 @ 1.60 m

N largo= 1 @ 1.70 m

ANEXO 7
CÁLCULO LUMINARIAS
LAVANDERÍA

DATOS DE LUMINARIAS LAVANDERIA

1.00 Dimensiones del Local

| | | |
|--------|------|---|
| Largo | 3.00 | m |
| Ancho | 1.00 | m |
| Altura | 2.80 | m |

3.00 Reflexion de elementos

| | | |
|-------|--------|---|
| Techo | Blanco | ▼ |
| Pared | Claro | ▼ |
| Suelo | Claro | ▼ |

5.00 Tipo de luminaria

Luminaria tipo: Fluorescente compacto ▼



Watts

- 24
- 36
- 40

2.00 Nivel de Iluminacion

Tabla 1

tabla 1 según Norma EM.010 - RNE

E= 20.00 lux/m²

4.00 Mantenimiento del local

Mantenimiento limpio ▼

6.00 Luminarias por punto

n= 1

RESULTADO DEL CACULO DE LUMINARIAS LAVANDERIA

1.00 Indice de local (k)

A partir de la geometria del local

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

k= 1.00

k= 1.00

k, es un numero comprendido entre 1 y 10

2.00 Coeficientes de reflexion

De la Tabla 2

Techo= 0.70

Pared= 0.50

Suelo= 0.30

3.00 Factor de utilizacion

De la Tabla 3

n= 0.28

4.00 Factor de mantenimiento

De la Tabla 4

fm 0.80

6.00 Flujo luminoso total

$$\Phi_T = \frac{E \cdot S}{n \cdot fm}$$

Φ_T = 268 lux

Cálculo del número de luminarias.

$$N = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L} \quad \text{redondeado por exceso}$$

5.00 Superficie de trabajo

S= 3.00 m²

7.00 Flujo luminoso local

Del tipo de luminaria

Φ_L = 1800.00 lux

7.00 Numero de luminarias

$$N = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L}$$

N= 1 und requeridas

N= 1 und a usar

N ancho= 1 @ 1.00 m

N largo= 1 @ 3.00 m

ANEXO 8
CÁLCULO LUMINARIAS
PASADIZOS

DATOS DE LUMINARIAS PASADIZO

1.00 Dimensiones del Local

| | | |
|--------|------|---|
| Largo | 1.90 | m |
| Ancho | 1.00 | m |
| Altura | 2.80 | m |

3.00 Reflexion de elementos

| | | |
|-------|--------|---|
| Techo | Blanco | ▼ |
| Pared | Claro | ▼ |
| Suelo | Claro | ▼ |

5.00 Tipo de luminaria

Luminaria tipo: Fluorescente compacto ▼



Watts

- 24
- 36
- 40

2.00 Nivel de Iluminacion

Tabla 1
 tabla 1 según Norma EM.010 - RNE
 E= 100.00 lux/m²

4.00 Mantenimiento del local

Mantenimiento limpio ▼

6.00 Luminarias por punto

n= 1

RESULTADO DEL CACULO DE LUMINARIAS PASADIZO

1.00 Indice de local (k)

A partir de la geometria del local

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

k= 1.00

k= 1.00

k, es un numero comprendido entre 1 y 10

2.00 Coeficientes de reflexion

De la Tabla 2

Techo= 0.70

Pared= 0.50

Suelo= 0.30

3.00 Factor de utilizacion

De la Tabla 3

n= 0.28

4.00 Factor de mantenimiento

De la Tabla 4

fm 0.80

6.00 Flujo luminoso total

$$\Phi_T = \frac{E \cdot S}{n \cdot fm}$$

Φ_T = 848 lux

Cálculo del número de luminarias.

$$N = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L} \quad \text{redondeado por exceso}$$

5.00 Superficie de trabajo

S= 1.90 m²

7.00 Flujo luminoso local

Del tipo de luminaria

Φ_L = 1800.00 lux

7.00 Numero de luminarias

$$N = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L}$$

N= 1 und requeridas

N= 1 und a usar

N ancho= 1 @ 1.00 m

N largo= 1 @ 1.90 m

ANEXO 9
CÁLCULO LUMINARIAS
VEREDA

DATOS DE LUMINARIAS VEREDAS

1.00 Dimensiones del Local

| | | |
|--------|------|---|
| Largo | 6.00 | m |
| Ancho | 1.00 | m |
| Altura | 2.80 | m |

3.00 Reflexion de elementos

| | | |
|-------|--------|---|
| Techo | Blanco | ▼ |
| Pared | Claro | ▼ |
| Suelo | Claro | ▼ |

5.00 Tipo de luminaria

Luminaria tipo: Fluorescente compacto ▼



Watts

- 24
- 36
- 40

2.00 Nivel de Iluminacion

Tabla 1
 tabla 1 según Norma EM.010 - RNE
 E= 100.00 lux/m²

4.00 Mantenimiento del local

Mantenimiento limpio ▼

6.00 Luminarias por punto

n= 1

RESULTADO DEL CACULO DE LUMINARIAS VEREDA

1.00 Indice de local (k)

A partir de la geometria del local

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

k= 1.00

k= 1.00

k, es un numero comprendido entre 1 y 10

2.00 Coeficientes de reflexion

De la Tabla 2

Techo= 0.70

Pared= 0.50

Suelo= 0.30

3.00 Factor de utilizacion

De la Tabla 3

n= 0.28

4.00 Factor de mantenimiento

De la Tabla 4

fm 0.80

6.00 Flujo luminoso total

$$\Phi_T = \frac{E \cdot S}{n \cdot fm}$$

Φt= 2679 lux

Cálculo del número de luminarias.

$$N = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L} \quad \text{redondeado por exceso}$$

5.00 Superficie de trabajo

S= 6.00 m²

7.00 Flujo luminoso local

Del tipo de luminaria

Φl= 1800.00 lux

7.00 Numero de luminarias

$$N = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L}$$

N= 2 und requeridas

N= 2 und a usar

N ancho= 1 @ 1.00 m

N largo= 2 @ 3.00 m

ANEXO 10 COTIZACIÓN

Autosolar Energía del Perú S.A.C

Carretera Panamericana Sur KM 29.5 Megacentro, Unidad I-6, Lurin
Referencia: Frente a Campomar, entrada al Megacentro altura Puente VIDU
Teléfono: (01)715-1357
autosolar@autosolar.pe
R.U.C: 20602492118

Enrique Bartra

Enrique Bartra

| DOCUMENTO | NÚMERO | PÁGINA | FECHA |
|-------------|----------|--------|------------|
| Presupuesto | 1 014108 | 1 | 02/09/2022 |

| CLIENTE | R.U.C. | AGENTE | CONDICION DE PAGO | VALIDEZ DE LA OFERTA |
|---------|--------|-----------------------|-------------------|---------------------------------|
| 28623 | 29 | Jennifer Chapilliquen | Contado | 15 días, salvo cambio de tarifa |

GARANTÍA DE UN AÑO EN LOS EQUIPOS OFERTADOS

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | PRECIO UD. | SUBTOTAL | DTO. | TOTAL |
|---------|---|----------|------------|----------|------|----------|
| | *KIT SOLAR AISLADO*** | | | | | |
| | producción por día 9562,5w/día | 0,00 | | | | |
| | *ESTA COTIZACION CUENTA CON UN DESCUENTO, EL CUAL ES VALIDO HASTA AGOTAR STOCK** | 0,00 | | | | |
| | A) EQUIPOS | 0,00 | | | | |
| 1002042 | Panel Solar ECO GREEN 450W 24V Mono PERC Clase A | 6,00 | 756,37 | 4.538,22 | | 4.538,22 |
| 3004097 | Inv. Carg. MUST 5200W 48V MPPT 80A Alta Frecuencia | 1,00 | 2.558,09 | 2.558,09 | | 2.558,09 |
| 1708242 | Batería GEL 150Ah 12V Tensite | 8,00 | 681,47 | 5.451,76 | | 5.451,76 |
| | B) ACCESORIOS | 0,00 | | | | |
| 5504017 | Juego Conectores WEIDMULLER PVStick MC4 | 1,00 | 27,20 | 27,20 | | 27,20 |
| 5504027 | Fusible DC 16A 500V 10x38 | 2,00 | 5,00 | 10,00 | | 10,00 |
| 5504024 | Portafusible DC 32A 690V 10x38 | 2,00 | 33,95 | 67,90 | | 67,90 |
| 5504018 | Terminal de Compresión Cable 50mm - Perno 8mm | 4,00 | 6,48 | 25,92 | | 25,92 |
| 5505121 | Terminal de Compresión Cable 50mm - Perno 10mm | 2,00 | 6,48 | 12,96 | | 12,96 |
| 5504022 | Desconector de Baterías DC 275A 48V | 1,00 | 219,46 | 219,46 | | 219,46 |
| 7107010 | Termomagnético 16A 600Vdc 2P ZJ Beny | 1,00 | 42,40 | 42,40 | | 42,40 |
| 7102025 | Termomagnético 2x32A 6kA Monofásico ABB | 1,00 | 68,51 | 68,51 | | 68,51 |
| 5504052 | Tablero Adosable 8 Polos KBA ELECTRIC | 1,00 | 55,83 | 55,83 | | 55,83 |
| 9506083 | Base Galvanizada Instalación Inversor | 1,00 | 231,98 | 231,98 | | 231,98 |
| | C) CABLEADO | 0,00 | | | | |
| 5201002 | Cable Unifilar Solar PV 6mm2 H1Z2Z2-K 1,5kV Rojo | 20,00 | 4,98 | 99,60 | | 99,60 |
| 5201003 | Cable Unifilar Solar PV 6mm2 H1Z2Z2-K 1,5kV Negro | 20,00 | 4,98 | 99,60 | | 99,60 |

| TIPO | IMPORTE | DESCUENTO | PRONTO PAGO | PORTES | FINANCIACIÓN | BASE | I.G.V | R.E. |
|------|---------|-----------|-------------|--------|--------------|------|-------|------|
| | | | | | | | | |

TOTAL: S/.

COMPRAS DEL DIA DE HOY SERAN PROCESADAS AL DIA SIGUIENTE LABORAL
GARANTIA DE TRANSPORTE A PROVINCIA SOLO POR LAS EMPRESAS:

MARVISUR - SHALOM

NO INCLUYE ENVÍO A OTRAS AGENCIAS NI INSTALACION, SALVO SE INDIQUE EN LA COTIZACIÓN

**TIPO DE MONEDA: NUEVOS SOLES
PARA DOLARES: TIPO DE CAMBIO DEL DIA: 3,69**

Firmado Autosolar



FORMA DE PAGO: TRANSFERENCIA BANCARIA

DATOS BANCARIOS EN SOLES Y DOLARES

BCP SOLES: 1942448005022 / CCI: 00219400244800502298

BCP DOLARES: 1942552861183 / CCI: 00219400255286118390

INTERBANK SOLES: 6373001500225 / CCI: 00363700300150022563

Autosolar Energía del Perú S.A.C

Carretera Panamericana Sur KM 29.5 Megacentro, Unidad I-6, Lurin
Referencia: Frente a Campomar, entrada al Megacentro altura Puente VIDU
Teléfono: (01)715-1357
autosolar@autosolar.pe
R.U.C: 20602492118

Enrique Bartra

Enrique Bartra

| DOCUMENTO | NÚMERO | PÁGINA | FECHA |
|-------------|----------|--------|------------|
| Presupuesto | 1 014108 | 2 | 02/09/2022 |

| CLIENTE | R.U.C. | AGENTE | CONDICION DE PAGO | VALIDEZ DE LA OFERTA |
|---------|--------|-----------------------|-------------------|---------------------------------|
| 28623 | 29 | Jennifer Chapilliquen | Contado | 15 días, salvo cambio de tarifa |

GARANTÍA DE UN AÑO EN LOS EQUIPOS OFERTADOS

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | PRECIO UD. | SUBTOTAL | DTO. | TOTAL |
|---------|--|----------|------------|----------|------|--------|
| 5201029 | Cable unifilar MIGUELEZ 50 mm2 POWERFLEX VERDE | 2,00 | 49,19 | 98,38 | | 98,38 |
| 5201031 | Cable unifilar MIGUELEZ 50 mm2 POWERFLEX Negro | 2,00 | 49,19 | 98,38 | | 98,38 |
| 5504021 | --Cable de Interconexión Baterías Serie 50mm-- | 6,00 | | | | |
| 5504047 | --Cable de Interconexión Baterías Paralelo 35mm-- | 2,00 | 52,98 | 105,96 | | 105,96 |
| | D) ESTRUCTURA | 0,00 | | | | |
| 1507115 | --Estructura 3 Paneles 144c 40mm Coplanar Falcat-- | 2,00 | 323,81 | 647,62 | | 647,62 |
| | *OBSERVACION | | | | | |
| | - el precio de los equipos, accesorios y cableado es variable | | | | | |
| | - el descuento aplicado es variable | | | | | |
| | - la estructura se a planteado en un primer plano, esta es variable según el espacio donde será colocada | | | | | |
| | - el cableado que se a considerado es un aproximado, este puede variar de acuerdo al espacio donde será instalado el sistema | 0,00 | | | | |
| | *NOTA: | | | | | |
| | - EL COSTO DE ENVIO ES ADICIONAL | | | | | |
| | - EL ENVIO A PROVINCIAS SE REALIZA POR LAS AGENCIAS MAVISUT O SHALON | | | | | |
| | - NO ESTA INCLUIDO EL COSTO DE ESTRUCTURAS | | | | | |
| | - NO ESTA INCLUIDO EL COSTO DE INSTALACION | 0,00 | | | | |

| TIPO | IMPORTE | DESCUENTO | PRONTO PAGO | PORTES | FINANCIACIÓN | BASE | I.G.V | R.E. |
|-------|-----------|-----------|-------------|--------|--------------|-----------|----------|------|
| 18,00 | 14.459,77 | | | | | 14.459,77 | 2.602,76 | |
| 10,00 | | | | | | | | |
| 4,00 | | | | | | | | |

TOTAL: S/. 17.062,53

COMPRAS DEL DIA DE HOY SERAN PROCESADAS AL DIA SIGUIENTE LABORAL
GARANTIA DE TRANSPORTE A PROVINCIA SOLO POR LAS EMPRESAS:

MARVISUR - SHALOM

NO INCLUYE ENVÍO A OTRAS AGENCIAS NI INSTALACION, SALVO SE INDIQUE EN LA COTIZACIÓN

**TIPO DE MONEDA: NUEVOS SOLES
PARA DOLARES: TIPO DE CAMBIO DEL DIA: 3,69**

Firmado Autosolar



FORMA DE PAGO: TRANSFERENCIA BANCARIA

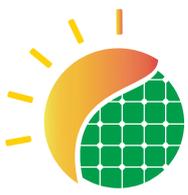
DATOS BANCARIOS EN SOLES Y DOLARES

BCP SOLES: 1942448005022 / CCI: 00219400244800502298

BCP DOLARES: 1942552861183 / CCI: 00219400255286118390

INTERBANK SOLES: 6373001500225 / CCI: 00363700300150022563

ANEXO 11
ESPECIFICACIONES PANEL
SOLAR



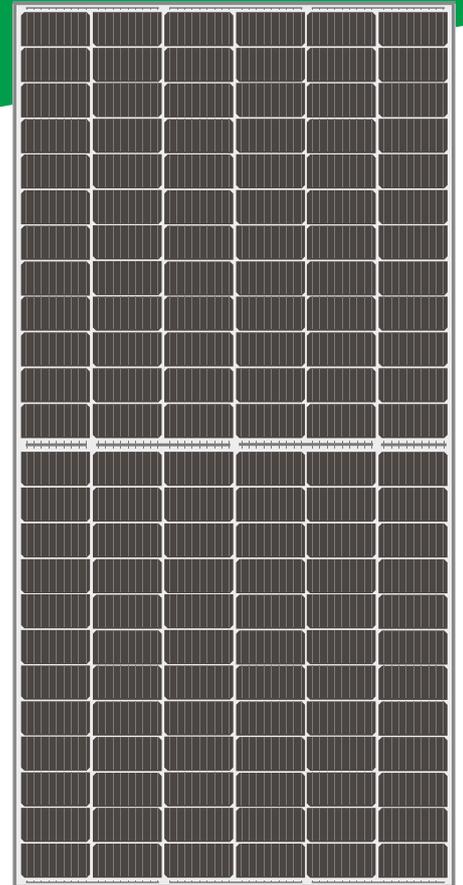
ECO GREEN ENERGY
Building a Greener World

HELIOS PLUS

445-455W

by Eco Green Energy

M6 / 166 mm Cell - 144 cells



French Quality Module

Founded in 2008, Eco Green Energy is a french brand solar PV manufacturer and distributing now its PV module in more than 60 countries over the world. Helios Plus solar modules are made only with grade A cells for highest power generation, lowest LCOE, and ensured more than 25 years lifespan.

KEY FEATURES



PERC Cells Technology



Lower LCOE and BOS



Anti PID/ Low LID protection



Less Hot Spot Shading effects



Lower temperature coefficient

144-Cell

MONOCRYSTALLINE MODULE

20.81%

MAXIMUM EFFICIENCY

0~+5W

POSITIVE POWER TOLERANCE

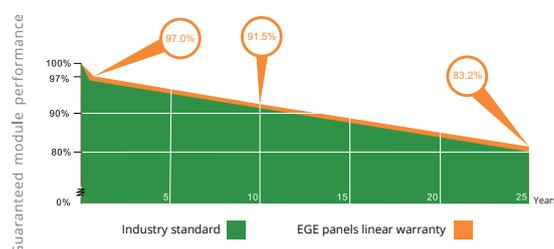
GRADE A

CELLS GUARANTEED



LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

12-Year Product Warranty · 25-Year Linear Power Warranty



COMPREHENSIVE CERTIFICATES

IEC 61215/ IEC 61730 / IEC 61701/ UL 61730
ISO 9001 : Quality Management Systems



ELECTRICAL DATA AT STC*

| | | | |
|-----------------------------|---------|---------|---------|
| Power output (Pmax) | 445 W | 450 W | 455 W |
| Power tolerance | 0~+5 W | 0~+5 W | 0~+5 W |
| Module efficiency | 20.36% | 20.58% | 20.81% |
| Maximum power voltage (Vmp) | 40.84 V | 40.96 V | 41.06 V |
| Maximum power current (Imp) | 10.90 A | 10.99 A | 11.08 A |
| Open circuit voltage (Voc) | 49.14 V | 49.28 V | 49.41 V |
| Short circuit current (Isc) | 11.48 A | 11.57 A | 11.66 A |

*Standard Test Conditions: Irradiance: 1 000 W / m² • Cell temperature: 25°C • AM: 1.5

ELECTRICAL DATA AT NMOT*

| | | | |
|-----------------------------|----------|----------|----------|
| Power output (Pmax) | 331.80 W | 335.53 W | 339.26 W |
| Maximum power voltage (Vmp) | 38.29 V | 38.40 V | 38.49 V |
| Maximum power current (Imp) | 8.65 A | 8.73 A | 8.80 A |
| Open circuit voltage (Voc) | 45.57 V | 45.70 V | 45.82 V |
| Short circuit current (Isc) | 9.33 A | 9.41 A | 9.48 A |

*Nominal Operating Cell Temperature: Irradiance: 800 W / m² • Ambient temperature: 20°C
• AM: 1.5 • Wind speed: 1 m/s

MECHANICAL CHARACTERISTICS

| | |
|-----------------------------|--|
| Cell type | Monocrystalline (166x83mm) |
| Number of cells | 144 |
| Dimensions | 2102x1040x35mm |
| Weight | 24.5 kg |
| Glass | 3.2 mm tempered glass |
| Frame | Anodized aluminium alloy |
| Junction box | IP68 rated (3 by pass diodes) |
| Cable | 4.0 mm ² , 300 mm (+) / 300 mm (-) ; Length can be customized |
| Connector | MC4 EVO2 compatible |
| Max front load (e.g.: snow) | 5400 Pa |
| Max back load (e.g.: wind) | 2400 Pa |

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

| | |
|---------------------------------|-------------|
| NMOT | 41 °C ±3 °C |
| Temperature coefficient of Pmax | -0.35%/°C |
| Temperature coefficient of Voc | -0.30%/°C |
| Temperature coefficient of Isc | +0.05%/°C |

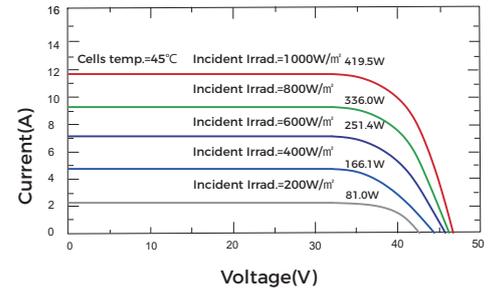
MAXIMUM RATINGS

| | |
|-----------------------------|----------------|
| Operating temperature range | -40 °C ~+85 °C |
| Maximum system voltage | 1500V/DC(IEC) |
| Max series fuse rating | 25 A |

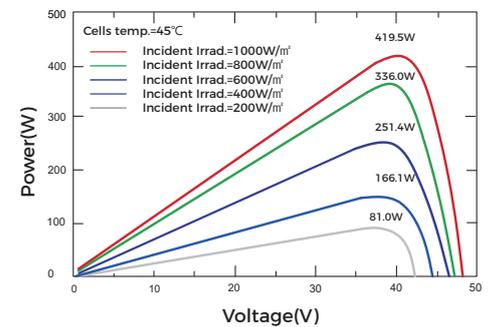
PACKAGING (2102x1040x35mm)

| Type | Pcs | Weight |
|-------------------|---------------------|---------|
| Per Pallet | 31 pcs | 800 kg |
| 40ft HQ Container | 682 pcs (22pallets) | 17.60 t |

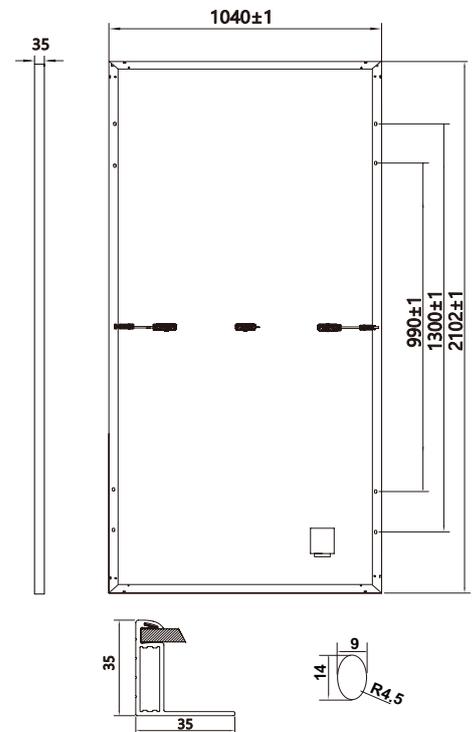
PV MODULE : EGE-450W-144M(M6)



PV MODULE : EGE-450W-144M(M6)



Dimension of PV Module (mm)



ANEXO 12
ESPECIFICACIONES
CONTROLADOR



PC1800A SERIES (60A / 80A)

MPPT Solar Charge Controller

Shenzhen Must Energy Technology Co.,Ltd.

Tel: +86 755-29022692, 29101136

Email: sales@must-solar.com

Web: www.must-solar.com

MUST[®]

MUST®

PC1800A Series (60A/80A) MPPT Solar Charge Controller



INTRODUCTION

MPPT (Maximum Power Point Tracking) Solar Charge Controller offer an efficient, safe, multi-stage recharging process that prolongs battery life and assures peak performance from a solar array. Each Charge Controller allows customized battery recharging.

FEATURES

- LCD display , easy to operate on LCD screen
- Multi stage charging (3-stage charging , parallel charging and equalized charging function)
- BTS - Battery remote temperature sensor terminal
- Enable to charge Li-thium, Gel , lead-acid battery
- With RS485 & USB communication port
- Protection: PV array short circuit, PV reverse polarity, Battery reverse polarity, Over charging, Output short circuit



Max charging current
60A to 80A



Air cooling



Multi protection



Battery smart
charge design



Battery DC voltage
12V/24V/48V (Auto detection)
36V (Setting)



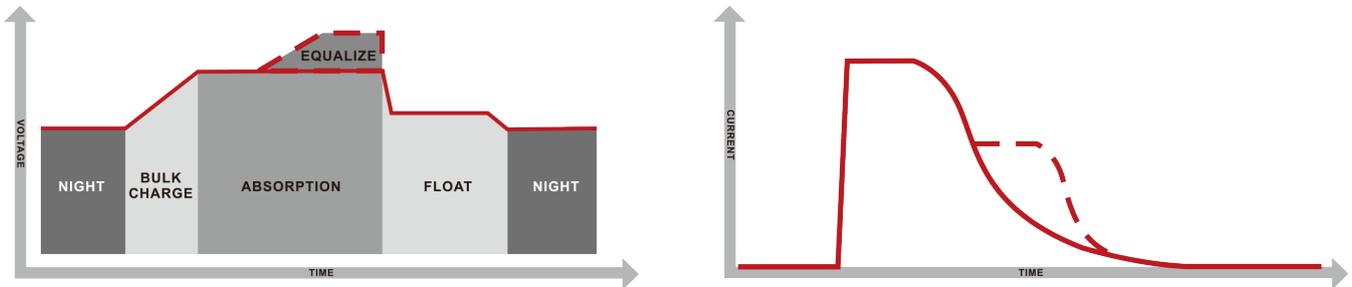
Advanced maximum
power point tracking (MPPT)
technology



High tracking efficiency
>99.5%

EQUALIZE STAGE CHARGING FUNCTION

Equalization function reverses the buildup of negative chemical effects like stratification, a condition where acid concentration is greater at the bottom of the battery than at the top. Equalization also helps to remove sulfate crystals that might have built up on the plates.



BATTERY REVERSE PROTECTION

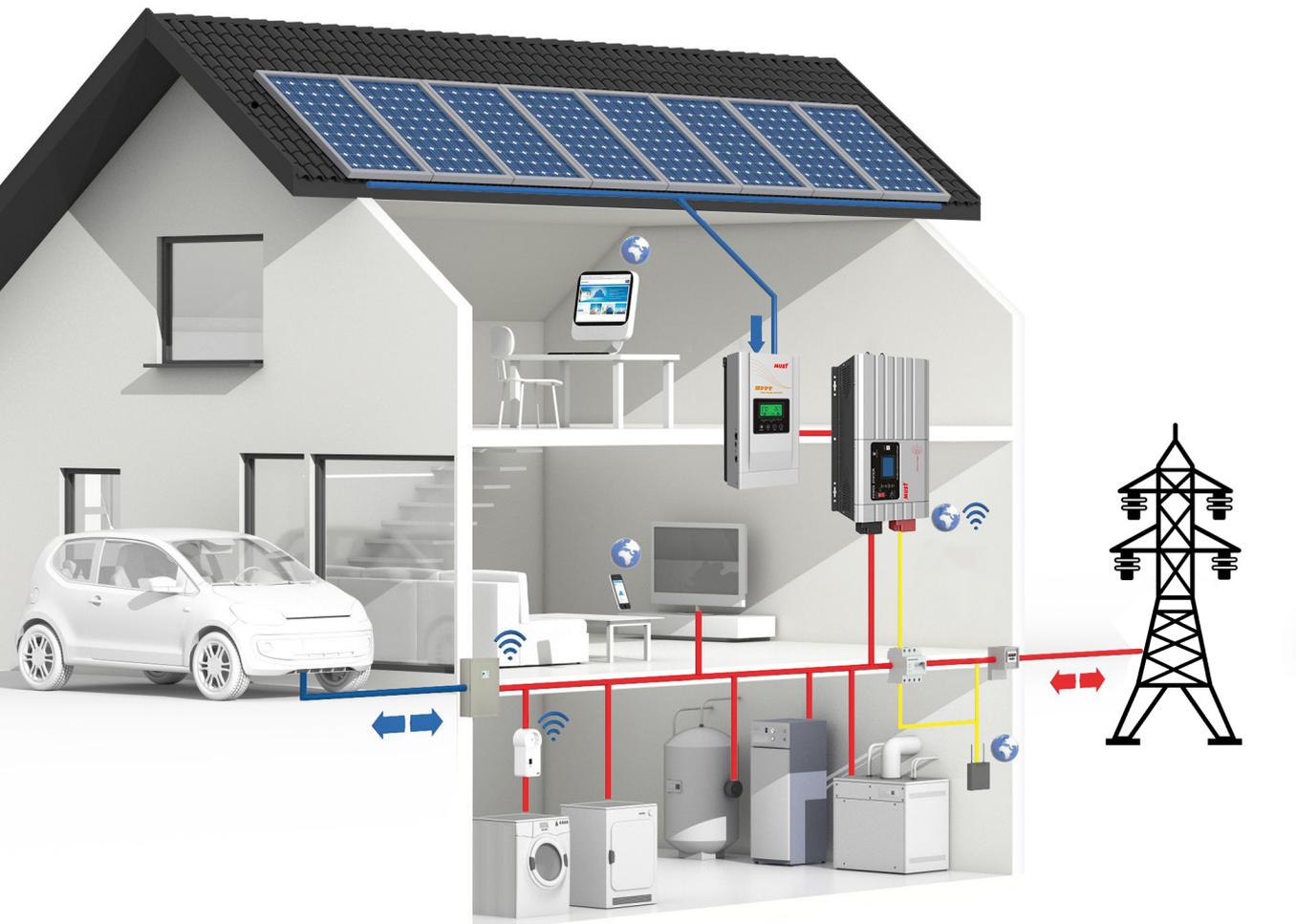
There's a battery reverse protection function in the board, then the controller will be perfectly protected even installer or user connect the battery in reverse pole accidentally

APPLICABLE PLACE

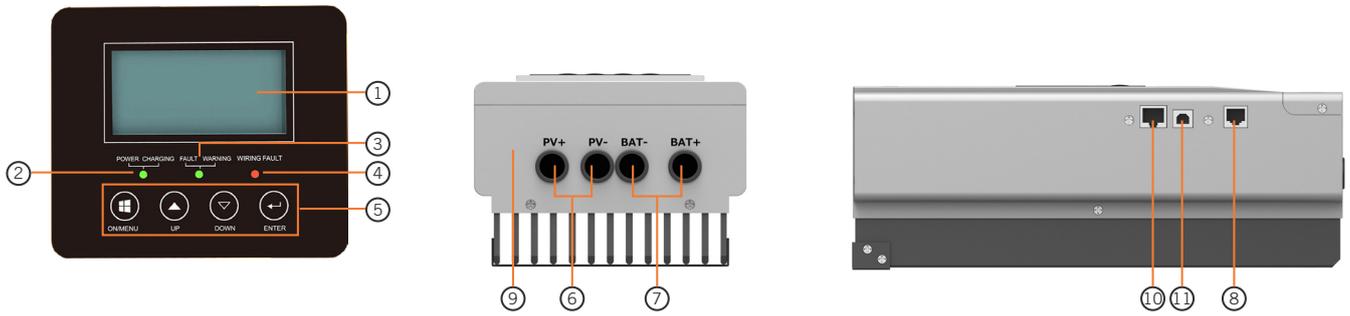
The solar charge controller is an automatic control device, it can be used in all solar power systems to control solar panel array to charge batteries.

Solar Inverter System Connection:

Power Inverter + Solar Charge Controller + Battery + Solar Panels + Grid + Application Loads



PC1800A Series (60A/80A) MPPT Solar Charge Controller



- | | | |
|--------------------------------|--|------------------------------|
| 1. LCD display | 5. Operation button | 9. Wiring box cover |
| 2. Power ON/Charging indicator | 6. PV connextors | 10. RS485 communication port |
| 3. Fault and warning indicator | 7. Battery connectors | 11. USB |
| 4. Wiring fault indicator | 8. Battery temperature sensor terminal | |

| MODEL | | PC18-6015A | | PC18-8015A | |
|--------------------------------|---------------------------------------|---|---------|--|---------|
| Nominal Battery System Voltage | | 12V/24V/48VDC (Auto detection); 36V (Setting) | | | |
| ELECTRICAL SPECIFICATIONS | Battery Voltage | 12V | 24V | 36V | 48V |
| | Maximum Battery Current | 60Amps | | 80Amps | |
| | Battery Voltage | | | | |
| | PV Array MPPT Voltage Range | 15~95V | 30~130V | 45~130V | 60~130V |
| | Maximum Input Power | 12 Volt-940W 24 Volt-1880W 36 Volt-2820W 48 Volt-3760W | | 12 Volt-1250W 24 Volt-2500W 36 Volt-3750W 48 Volt-5000W | |
| | Protections | Solar high voltage disconnect Solar high voltage reconnect Battery high voltage disconnect Battery high voltage reconnect High temperature disconnect High temperature reconnect | | | |
| BATTERY CHARGING | Charging Algorithm | 3-Step or 4-Step (Li) | | | |
| | Charging Stages | Bulk,Absorption,Float | | | |
| | Temperature Compenssation Coefficient | -5mV / °C / cell (25°C ref.) | | | |
| | Temperature Compenssation Range | 0°C to+50°C | | | |
| | Temperature Compenssation Set Points | Absorption, Float | | | |
| | Charging Set Points | Absorption Stage | | Float Stage | |
| | Flooded Battery | 14.2V/28.4V/42.6V/56.8V | | 13.7V/27.4V/41.1V/54.8V | |
| | AGM / GEL / LEAD Battery (Default) | 14.4V/28.8V/43.2V/57.6V | | 13.7V/27.4V/41.1V/54.8V | |
| | Over-charging Voltage | 15.5V/30.0V/45.0V/60.0V | | | |
| | Over-charging Comeback Voltage | 14.5V/29.5V/44.5V/59.0V | | | |
| | Battery Defect Voltage | 10.0V/17.0V/25.5V/34.0V | | | |
| MECHANICAL AND ENVIRONMENT | Product Size (W*H*D)(mm) | 315*160*135 | | | |
| | Product Weight (kg) | 4.7kg | | | |
| | Ambient Temperature Range | -10°C to 75°C | | | |
| | Storage Temperature | -40°C to75°C | | | |
| | Humidity | 0%~90% RH (No condensing) | | | |
| | Enclosure | IP20 | | | |

**ANEXO 13
ESPECIFICACIONES DE
BATERÍAS**



CHARACTERISTICS



Compact size ideal for any type of use.

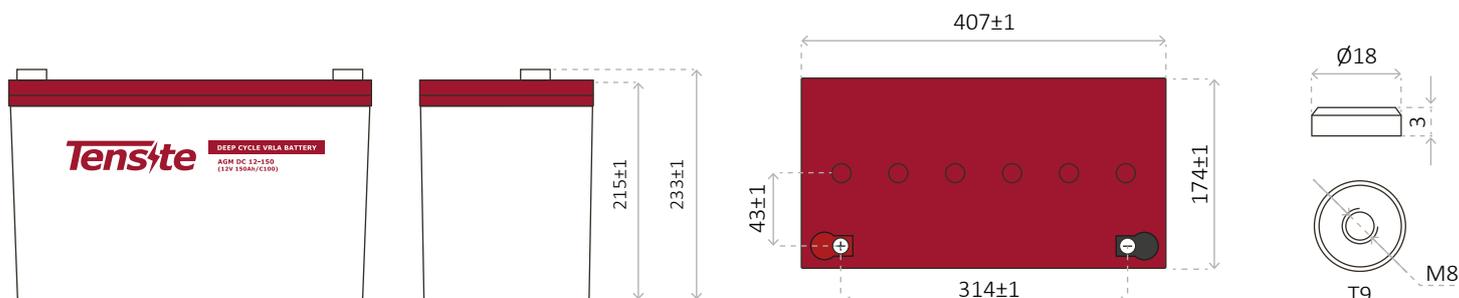


Great performance due to its Deep Cycle technology.



Perfect to use as accumulator in photovoltaic installations.

DIMENSIONS



AGM DEEP CYCLE BATTERY 12V 150 AH

DEEP CYCLE SERIES BATTERY

DC series VRLA batteries are superior Deep Cycle design with thick plates, high-density active materials and slightly stronger electrolyte, which can withstand repeated deep cyclic applications. Deep Cycle series batteries are the special design batteries with 10 years floating design life at 25°C. Meet with IEC, BS,JIS and Eurobat standard, UL(MH62092), CE approved.



APPLICATION

- Emergency Power System
- Communication equipment
- Telecommunication systems
- Uninterruptible power supplies
- Power tools
- Marine equipment
- Medical equipment
- Solar and wind power system

GENERAL FEATURES

- Safety Sealing
- Non-spillable construction
- High power density
- Excellent recovery from Deep discharge
- Thick plates and high active materials
- Longer life and low self-discharge design

TECHNICAL SPECIFICATIONS

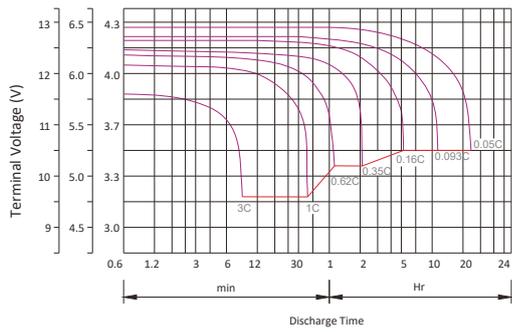
| | | | | | | |
|---|--|-------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| BATTERY MODEL | Nominal voltage | | | 12V | | |
| | Rated capacity (100 hour rate) | | | 150Ah | | |
| DIMENSION | Cells Per battery | | | 6 | | |
| | Length 407 mm | Width 174 mm | Height 215 mm | Total Height 233 mm | | |
| APPROX. WEIGHT | 35.5 kg ± 3% | | | | | |
| CAPACITY @ 25°C | 10 hour rate (12A, 10.8V) | 5 hour rate (19.2A, 10.5V) | 3 hour rate (30A, 10.2V) | 1 hour rate (72A, 9.6V) | | |
| | 120 Ah | 96 Ah | 90 Ah | 72 Ah | | |
| MAX. DISCHARGE CURRENT | 1200 A (5 sec.) | | | | | |
| INTERNAL RESISTANCE | Full charged Vat 25°C: Approx. 3.9mΩ | | | | | |
| CAPACITY AFFECTED BY TEMP. (10 HR) | 40°C | 25°C | 0°C | -15°C | | |
| | 102% | 100% | 85% | 65% | | |
| SELF DISCHARGE @25°C | After 3 months storage | | After 6 months storage | After 12 months storage | | |
| | 91% | | 82% | 64% | | |
| CHARGE METHOD @25°C | Cycle Use 14.1-14.4V (Initial charging current less than 36A) | | | Float Use 13.50-13.80V | | |
| | Container BS (UL94-HB) / Flame retardant ABS (UL94-V0) | Electrolyte Sulfuric acid | Separator Fiber glass | Positive Lead dioxide | Negative Lead | Safety valve EPDR |

BATTERY DISCHARGE TABLE

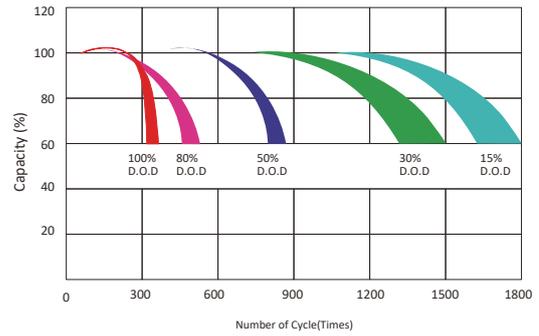
CONSTANT CURRENT (AMP) AND CONSTANT POWER (WATT) DISCHARGE TABLE AT 25 °C

| F.V / TIME | 5 min | 10 min | 15 min | 30 min | 1 hr | 2 hr | 3 hr | 4 hr | 5 hr | 8 hr | 10 hr | 20 hr |
|------------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 9.60 | A | 384.0 | 253.0 | 204.0 | 137.0 | 72.0 | 42.0 | 31.0 | 24.0 | 19.8 | 14.0 | 6.8 |
| | W | 3967.0 | 2704.0 | 2189.0 | 1471.0 | 778.0 | 461.0 | 343.0 | 270.0 | 225.1 | 160.9 | 79.1 |
| 10.20 | A | 372.0 | 228.0 | 192.0 | 131.0 | 68.0 | 40.0 | 30.0 | 23.4 | 19.4 | 13.7 | 6.6 |
| | W | 3976.0 | 2551.0 | 2151.0 | 1468.0 | 765.0 | 462.0 | 347.0 | 272.1 | 226.6 | 160.1 | 77.4 |
| 10.50 | A | 360.0 | 204.0 | 168.0 | 122.0 | 66.0 | 39.0 | 29.0 | 23.0 | 19.2 | 13.6 | 6.6 |
| | W | 3933.0 | 2325.0 | 1919.0 | 1409.0 | 759.0 | 454.0 | 341.0 | 269.6 | 225.1 | 159.5 | 78.0 |
| 10.80 | A | 347.0 | 193.0 | 156.0 | 113.0 | 63.0 | 38.0 | 29.0 | 22.7 | 18.7 | 13.2 | 6.5 |
| | W | 3894.0 | 2221.0 | 1800.0 | 1307.0 | 738.0 | 447.0 | 337.0 | 267.8 | 221.3 | 156.4 | 77.2 |
| 11.10 | A | 335.0 | 180.0 | 144.0 | 101.0 | 61.0 | 37.0 | 28.0 | 22.1 | 18.2 | 12.8 | 6.1 |
| | W | 3803.0 | 2090.0 | 1679.0 | 1179.0 | 720.0 | 440.0 | 328.0 | 263.0 | 217.7 | 153.8 | 74.2 |

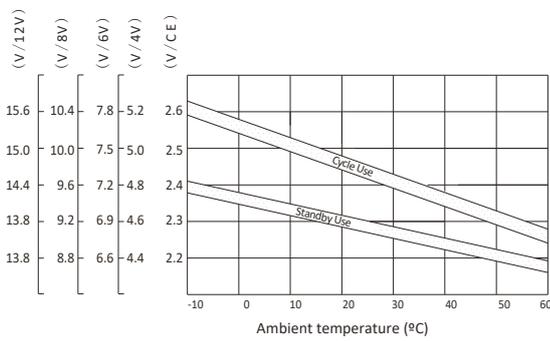
Discharge characteristic Curve



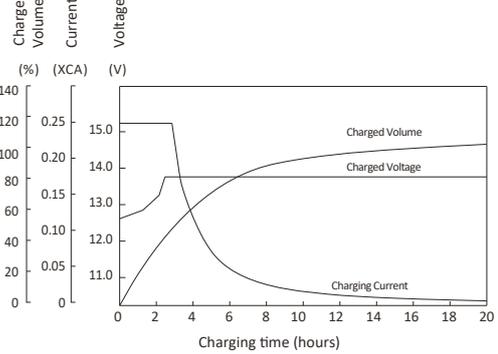
Cycle service life in relation to depth of discharge



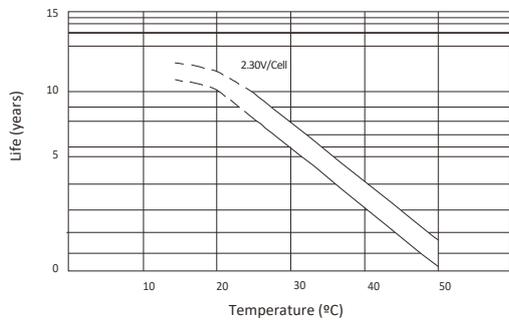
Relationship between charging voltage and temperature



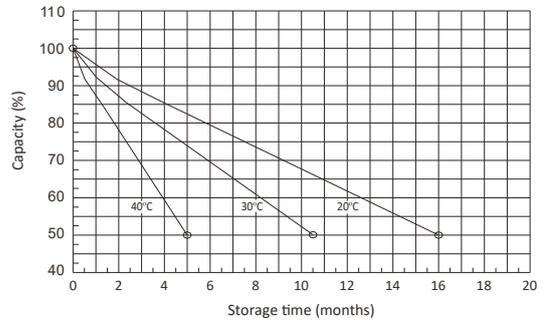
Constant voltage charging characteristic (0.25CA, at 25°C)



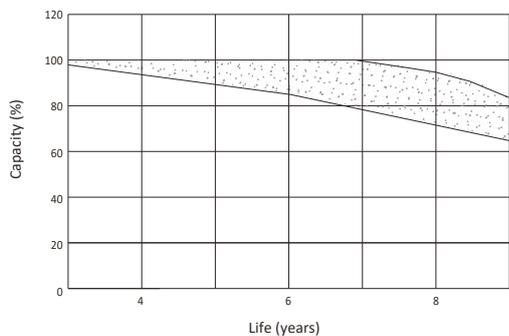
Temperature effects on float life



Self-discharge characteristic

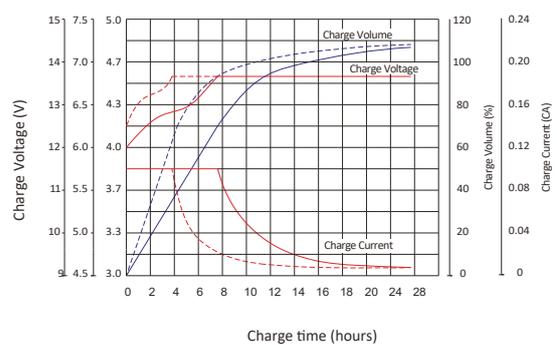


Life characteristics of standby use*



*Testing conditions:
Floating voltage 2.27 to 2.30V/Cell
Ambient temperature 25°C

Charge characteristic Curve for standby use**



**Discharge 100% (0.05CA 20h)
Charge 50% (0.05CA 10h)
Charge Voltage 2.275V/C
Charge Current 0.1CA
Temperature 25°C