



Universidad Científica del Perú - UCP
Registrado en el Asiento N° 100010 de la Partida N° 11000310, Personales jurídicos de Iquitos,
Superintendencia de los Registros Públicos - SRIJAP

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

TESIS

**“DISEÑO DE UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO PARA
IMPLEMENTAR SISTEMAS DE BOMBEO DE AGUA EN
VIVIENDAS UNIFAMILIARES, TARAPOTO - 2021”**

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

**AUTORES: BACH. ISIDRO CÓRDOVA CÓRDOVA
 BACH. NINLLER MENDOZA ISUIZA**

ASESOR : ING. VÍCTOR EDUARDO SAMAMÉ ZATTA, M.SC.

Tarapoto – San Martín - Perú

2022

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a toda mi familia y aquellas personas que me motivaron e impulsaron desinteresadamente en todo mi proceso de formación universitaria el mismo que hoy se refleja en el cierre de este ciclo importante dentro del ámbito profesional.

Isidro Córdova Córdova

Dedico la presente tesis a Dios, a mis maravillosos padres: Lucas y Yolanda, por su esfuerzo y apoyo incondicional, para poder realizarme en todo lo que soy como persona. A mis hermanas Rina luz y Anlly que en todo momento me ayudaron y estuvieron presentes en este camino para lograr lo que más anhelaba el título profesional.

Ninller Mendoza Isuiza

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por conservar siempre mi vida y salud, por poner en mi camino personas especiales que me inspiran constantemente hacia la búsqueda de muchas otras metas en todos los aspectos de mi vida o como parte de mi desarrollo integral.

Agradezco también a todos mis docentes universitarios que impartieron sus enseñanzas, conocimientos y experiencias a fin de forjarme como profesional competente. Finalmente agradezco a mi familia quienes formaron parte de este reto.

Isidro Córdova Córdova

Expresamos nuestro agradecimiento al M.SC.Ing. Víctor Eduardo Samamé Zatta por apoyarnos, ser guía para el desarrollo de la presente tesis.

Finalmente, a nuestra casa de estudio la universidad científica del Perú y a su plana docente.

Ninller Mendoza Isuiza

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:

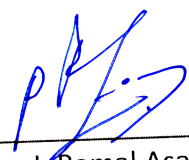
La Tesis titulada:

**“DISEÑO DE UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO PARA IMPLEMENTAR
SISTEMAS DE BOMBEO DE AGUA EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES,
TARAPOTO - 2021”**

De los alumnos: **ISIDRO CÓRDOVA CÓRDOVA Y NINLLER MENDOZA ISUIZA**,
de la Facultad de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente
la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **9% de plagio**.

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

San Juan, 30 de Setiembre del 2022.



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

Document Information

Analyzed document	UCP_INGENIERÍA CIVIL_2022_TESIS_ISIDROCORDOVA_NINLLERMENDOZA_V1.pdf (D145051298)
Submitted	9/28/2022 4:51:00 PM
Submitted by	Comisión Antiplagio
Submitter email	revision.antiplagio@ucp.edu.pe
Similarity	9%
Analysis address	revision.antiplagio.ucp@analysis.orkund.com

Sources included in the report

SA	Universidad Científica del Perú / UCP_INGENIERÍA CIVIL_2022_TESIS_WILMERHUI API _DAVIDACUÑA_V1.pdf Document UCP_INGENIERÍA CIVIL_2022_TESIS_WILMERHUI API _DAVIDACUÑA_V1.pdf (D143627891) Submitted by: revision.antiplagio@ucp.edu.pe Receiver: revision.antiplagio.ucp@analysis.orkund.com		22
SA	9. TESIS. ASTUHUAMAN RUIZ -RUIZ PIMENTEL.pdf Document 9. TESIS. ASTUHUAMAN RUIZ -RUIZ PIMENTEL.pdf (D142844921)		1
SA	INFORME FINAL DE TESIS - TELLO AGUILAR y TORRES ARIZA.docx Document INFORME FINAL DE TESIS - TELLO AGUILAR y TORRES ARIZA.docx (D112391249)		1
W	URL: https://www.docsity.com/es/instalaciones-sanitarias-7/5002682/ Fetched: 8/16/2021 11:53:27 PM		1
W	URL: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/30566/fernandez_gj.pdf.txt?sequence=4&jsessionid=CA3A5F4D4B72C54556F04E0A2BFCDEF2?sequence=4 Fetched: 12/10/2021 6:17:11 AM		15
SA	18060--Manchego Marino, Armando.pdf Document 18060--Manchego Marino, Armando.pdf (D60199137)		3
W	URL: https://www.docsity.com/es/instalaciones-de-agua-fria-y-calculos/5694573/ Fetched: 4/28/2021 6:01:11 PM		11
SA	padilla_chm.pdf Document padilla_chm.pdf (D29594678)		1
SA	INFORME FINAL - 2DA REVISION - CARLOS ARIAS.pdf Document INFORME FINAL - 2DA REVISION - CARLOS ARIAS.pdf (D80822409)		1
SA	17614-Calcina Flores, Mauro Enrique_.pdf Document 17614-Calcina Flores, Mauro Enrique_.pdf (D70033958)		1
SA	IFM v3.docx Document IFM v3.docx (D113805085)		1

Entire Document

1
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL TESIS "DISEÑO DE UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO PARA IMPLEMENTAR SISTEMAS DE BOMBEO DE AGUA EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES, TARAPOTO - 2021" PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL AUTORES : BACH. ISIDRO CORDOVA CORDOVA BACH. NINLLER MENDOZA ISUIZA ASESOR : ING. VÍCTOR EDUARDO SAMAMÉ ZATTA, M.SC. Tarapoto – San Martín - Perú 2022

2 DEDICATORIA
Dedico este proyecto a toda mi familia y aquellas personas que me motivaron e impulsaron desinteresadamente en todo mi proceso de formación universitaria el mismo que hoy se refleja en el cierre de este ciclo importante dentro del ámbito profesional. Isidro Córdova Córdova Dedico la presente tesis a Dios, a mis maravillosos padres: Lucas y Yolanda, por su esfuerzo y apoyo incondicional, para poder realizarme en todo lo que soy como persona. A mis hermanas Rina luz y Anlly que en todo momento me ayudaron y estuvieron presentes en este camino para lograr lo que más anhelaba el título profesional. Ninller Mendoza Isuiza

3 AGRADECIMIENTO Agradezco a Dios por conservar siempre mi vida y salud, por poner en mi camino personas especiales que me inspiran constantemente hacia la búsqueda de muchas otras metas en todos los aspectos de mi vida o como parte de mi desarrollo integral. Agradezco también a todos mis docentes universitarios que impartieron sus enseñanzas, conocimientos y experiencias a fin de forjarme como profesional competente. Finalmente agradezco a mi familia quienes formaron parte de este reto. Isidro Córdova Córdova Expresamos nuestro agradecimiento al M.SC.Ing. Víctor Eduardo Samamé Zatta por apoyarnos, ser guía para el desarrollo de la presente tesis. Finalmente, a nuestra casa de estudio la universidad científica del Perú y a su plana docente. Ninller Mendoza Isuiza

4
HOJA DE APROBACIÓN Tesis sustentada en acto público el día de del 2022, a lashoras. _____ Ing. JOEL PADILLA MALDONADO, M.Sc. Presidente del Jurado Evaluador _____ Ing. LUIS ARMANDO CUSCO TRIGOZO Miembro del Jurado Evaluador _____ Ing. CALEB RIOS VARGAS, M. Sc Miembro del Jurado Evaluador _____ Ing. VÍCTOR EDUARDO SAMAMÉ ZATTA, M.SC. Asesor

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Con Resolución Decanal N° 888-2021-UCP-FCEI del 03 de diciembre 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. Víctor Eduardo Samamé Zatta, M.Sc.

En la ciudad de Tarapoto, siendo las 20:00 horas del día 12 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 IMPLEMENTAR SISTEMAS DE BOMBEO DE AGUA EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES, TARAPOTO - 2021"**.

Presentado por los sustentantes:

ISIDRO CÓRDOVA CÓRDOVA y NINLLER MENDOZA ISUIZA

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

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

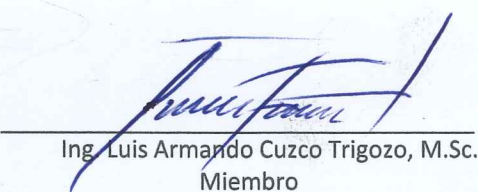
El Jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

La sustentación es: **APROBADA POR MAYORÍA (CON LA NOTA DE QUINCE)**

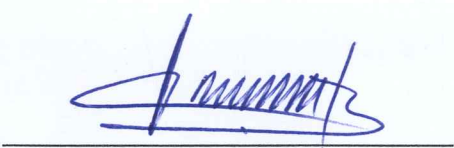
En fe de lo cual los miembros del Jurado firman el acta.



Ing. Joel Padilla Maldonado, M. SC.
Presidente



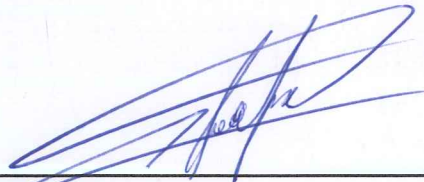
Ing. Luis Armando Cuzco Trigozo, M.Sc.
Miembro



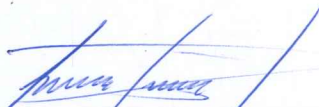
Ing. Caleb Ríos Vargas, M.Sc.
Miembro

HOJA DE APROBACIÓN

Tesis sustentada en acto público el día 12 de Octubre del 2022, a las 20 horas.



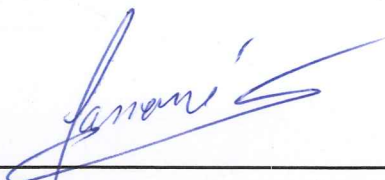
Ing. JOEL PADILLA MALDONADO, M.Sc.
Presidente del Jurado Evaluador



Ing. LUIS ARMANDO CUZCO 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

ÍNDICE DE CONTENIDO

PORTADA.....	1
DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	4
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS.....	6
HOJA DE APROBACIÓN.....	7
ÍNDICE DE CONTENIDO	8
ÍNDICE DE CUADROS O TABLAS.....	11
ÍNDICE DE GRÁFICOS	12
RESUMEN	13
ABSTRACT	14
 CAPITULO I: MARCO TEORICO	 15
1.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO	15
1.1.1. Ámbito Internacional	15
1.1.2. Ámbito Nacional	19
1.2. BASES TEÓRICAS.....	21
1.3. DEFINICIONES DE TERMINOS BÁSICOS.....	26
 CAPITULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	 46
2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	46
2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	47
2.2.1. Problema General.....	47
2.2.2. Problemas Específicos	47
2.3. OBJETIVOS	48
2.3.1. Objetivo General.....	48
2.3.2. Objetivos específicos.....	48
2.4. HIPÓTESIS	48
2.4.1. Hipótesis general	48
2.4.2. Hipótesis Específicas.....	48
2.5. VARIABLES	48
2.5.1. Identificación de Variables.....	49
2.5.2. Definición Conceptual y Operacional de las Variables.....	49
2.5.3. Operacionalización de las Variables.....	50
 CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	 51

3.1.	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	51
3.1.1.	Tipo de Investigación.....	51
3.1.2.	Diseño de Investigación.....	51
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA	52
3.2.1.	Población.....	52
3.2.2.	Muestra.....	52
3.3.	TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	52
3.4.	PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	53
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....		55
4.1.	RESULTADOS.....	55
4.2.	CALCULO DE CAPACIDAD DE ELECTROBOMBA.....	58
4.2.1.	Consumo promedio diario	58
4.2.2.	Sistema de almacenamiento y regulación.....	58
4.2.3.	Máxima demanda simultanea	59
4.2.4.	Equipo de bombeo	62
4.2.5.	Diámetro de las tuberías de distribución	63
4.2.6.	Diámetro de la tubería de alimentación.....	64
4.2.7.	Diámetro de la tubería de impulsión y succión.....	65
4.2.8.	Consumo total de consumo de electrobomba.....	67
4.3.	Diseño de sistema solar fotovoltaico	67
4.3.1.	Cálculo de irradiación.....	67
4.3.2.	Cálculo del ángulo de declinación de la tierra	68
4.3.3.	Cálculo del ángulo horario.....	69
4.3.4.	Cálculo de proporción de radiación sobre la superficie inclinada.....	69
4.3.5.	Cálculo del valor de relación de distancia solar	70
4.3.6.	Cálculo de radiación solar diaria	70
4.3.7.	Cálculo del índice de claridad	71
4.3.8.	Cálculo de la relación de radiación solar difusa con la radiación media diaria	69
4.3.9.	Cálculo de la relación de radiación solar inclinada por día y la radiación global horizontal diaria	72
4.3.10.	Cálculo de la radiación diaria global mensual promedio sobre una superficie inclinada	73
4.4.	CÁLCULO DE PANELES.....	73
4.4.1.	Datos.....	73
4.4.2.	Eficiencia de la instalación	73
4.4.3.	Cálculo de hora solar	73

4.4.4. Cálculo de potencia.....	73
4.4.5. Cálculo de numero de paneles.....	74
4.4.6. Cálculo de regulador y controlador de carga	75
4.4.7. Cálculo de baterías	76
4.4.8. Cálculo de inversor dc/ac.....	76
4.5. PRESUPUESTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN.....	78
CAPITULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	79
5.1. DISCUSIÓN	79
5.2. CONCLUSIONES	80
5.3. RECOMENDACIONES	81
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82
ANEXOS	85

ÍNDICE DE CUADROS O TABLAS

Tabla 1: Operacional de las Variables	50
Tabla 2: Técnicas de instrumentos	53
Tabla 3: Cálculo de dotación	58
Tabla 4: Anexo N° 2 de la Norma IS.010 -Instalaciones Sanitarias del R.N.E.).....	60
Tabla 5: Cuento de aparatos sanitarios	60
Tabla 6: Gastos probables para la aplicación MH	61
Tabla 7: Gasto de bombeo según IS.010 Anexo N°5.....	65
Tabla 8: Cálculo eléctrico de electrobomba	67
Tabla 9: Consumo total de electrobomba	67
Tabla 10: Datos de temperatura según SENAMHI	67
Tabla 11: Equipamiento del sistema solar fotovoltaico.....	78
Tabla 12: Presupuesto.....	78

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1: Funcionamiento global del ciclo de carbono	23
Figura 2: Principales energías renovables y no renovables	27
Figura 3: Sistema fotovoltaico autónomo	28
Figura 4: Sistema fotovoltaico conectado a la Red	29
Figura 5: Efecto fotovoltaico	30
Figura 6: Niveles de radiación solar en el mundo.....	31
Figura 7: Niveles de radiación solar en el mundo.....	34
Figura 8: Sección módulo fotovoltaico	35
Figura 9 : Instalación solar fotovoltaica aislada.....	37
Figura 10: Partes del sistema fotovoltaico conectado a la red.....	40
Figura 11: Bombas centrifugas de superficie	42
Figura 12: Bombas centrifugas de superficie	42
Figura 13: Bomba centrífuga sumergible	43
Figura 14: Bomba volumétrica de cilindro	44
Figura 15: Bomba de diafragma sumergible	45
Figura 16: Plano de planta piso 1	56
Figura 17: Plano de planta piso 2	57
Figura 18: Dimensionamiento de cisterna.....	59
Figura 19: Dimensionamiento de tanque elevado	59
Figura 20: Interpolación de datos.....	62
Figura 21: Determinación de caudal	62
Figura 22: Esquema de instalación del sistema de bombeo	66
Figura 23: Grafico de temperatura según SENAMHI	68
Figura 24: Mapa de índice de claridad según SENAMHI	71
Figura 25 : Especificaciones técnicas de Panel solar.....	74
Figura 26: Esquema de instalación de panel solar	74
Figura 27: Especificaciones de regulador y controlador de carga	75
Figura 28: Especificaciones técnicas de baterías	76
Figura 29: Especificaciones técnicas de inversor dc/ac:	77

RESUMEN

La región San Martín es considerada una de las regiones más cálidas del Perú, teniendo como temperatura entre 21°C a 34°C, muy difícil baja a menos de 20°C. Por tal motivo evidenciando que tenemos radiación solar casi todo el año, el proyecto en mención tiene una de las mejores alternativas en la actualidad, ya que de esta manera se ahorraría en energía eléctrica, se reduciría los costos y se utilizaría lo que la naturaleza nos brinda.

El objetivo general del presente trabajo de investigación es realizar el diseño de un sistema solar fotovoltaico para implementar sistemas de bombeo de agua en viviendas unifamiliares en la ciudad de Tarapoto.

El presente estudio de investigación tiene la finalidad de hacer uso de la energía solar mediante paneles fotovoltaicos que estos a su vez sirvan como energía y así hacer funcionar un sistema de bombeo de agua en la ciudad de Tarapoto.

PALABRAS CLAVE

Panel Fotovoltaico, energía solar, bomba de agua.

ABSTRACT

The San Martín region is considered one of the warmest regions of Peru, with a temperature between 21°C and 34°C, very difficult to drop below 20°C. For this reason, evidencing that we have solar radiation almost all year round, the project in question has one of the best alternatives at present, since in this way it would save electricity, reduce costs and use what nature gives us. provides.

The general objective of this project is to design a photovoltaic solar system to implement water pumping systems in single-family homes in the city of Tarapoto.

The purpose of this research study is to make use of solar energy through photovoltaic panels that in turn serve as energy and thus operate a water pumping system in the city of Tarapoto.

KEYWORDS

Photovoltaic panel, solar energy, water pump.

CAPITULO I: MARCO TEORICO

1.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

En esta sección se presentan un conjunto de estudios previos que se han realizado sobre el tema que como investigadores se decidió investigar, considerando antecedentes teóricos o antecedentes de campo realizados a nivel local, nacional e internacional.

1.1.1. Ámbito Internacional

Es interesante echar la vista atrás y comprobar cómo ha sido utilizada la energía del sol en el pasado. Hasta llegar a las placas solares repletas de sensores que conocemos a día de hoy se ha pasado por muchas fases y diseños de lo más dispares buscando siempre aprovechar la gran cantidad de energía que el astro rey aporta cada día a nuestro planeta.

La primera referencia histórica que se puede encontrar al uso de la energía solar se encuentra en la antigua Grecia con Arquímedes. Durante la batalla de Siracusa en el siglo III a.C. que enfrentó a los romanos y los griegos, algunos escritos relatan cómo Arquímedes utilizó unos espejos hexagonales hechos de bronce para reflejar los rayos solares concentrándolos en la flota romana con el objetivo de destruirla.

Muchos siglos más tarde, Leonardo da Vinci también pensó en el uso del sol. En el año 1515 comenzó un de sus muchos proyectos, aunque este sería uno de los que nunca llegaría a acabar. Su idea era construir un concentrador de 6 kilómetros de diámetro a base de espejos cóncavos para la producción de vapor y calor industrial.

A mediados del siglo XVIII, Georges-Louis Leclerc, conde de Buffon, fascinado por los relatos de la guerra de Siracusa y los espejos de Arquímedes, siguió investigando en ese mismo campo. Para comenzar, utilizó 24 cristales de gafas con los que se percató de que

fácilmente podía conseguir un fuego a 20 metros de distancia encendiendo un combustible mezcla de brea y polvo de carbón.

Entonces decidió construir un aparato más ambicioso en el que unió 168 piezas de cristal 15 de lado, desplazando su objetivo a 50 metros consiguiendo de nuevo su objetivo. Tras ello, creó su concentrador de energía solar definitivo con 360 piezas de cristal de 20 centímetros.

Experimentando con ello se percató de que, si concentraba 120 de los cristales en un combustible a 6 metros de distancia, este ardía inmediatamente. A esa misma distancia, con 45 espejos podía fundir una tinaja de arcilla y con 117 cristales podía fundir una viruta de plata.

Pero si hay alguien que realmente fue importante para el avance de la energía solar, ese fue Augustin Mouchot, desarrollando en el año 1868 los primeros sensores solares. Tras ello, serían muchos los que seguirían sus pasos, siendo especialmente destacables John Ericsson, que en 1870 diseñó un colector parabólico que se ha seguido usando durante más de 100 años, y Aubrey Eneas, quien fundó la primera empresa de energía solar en 1900, The Solar Motor Co.

Pero ninguno de todos los personajes de la historia de la energía solar fue tan ambicioso como Frank Schuman. Schuman fundó en 1911 su empresa Sun Poper Co, creando su primera planta solar en Tancony, Estados Unidos, en 1911, generando un total de 20kW. Tras ello, abrió su siguiente planta solar en Maadi, Egipto, en 1912, consiguiendo generar 88kW.

Pero su ambición no tenía límites, por lo que luchó por conseguir una planta solar capaz de generar toda la energía consumida por el mundo entero. Para ello, planteó construir en el Sahara 52.600 kilómetros cuadrados de colectores solares para producir 198MW, lo que hubiera sido el equivalente al consumo de energía mundial en 1909.

Schuman llegó a conseguir una subvención de 200.000 dólares para comenzar con su proyecto, pero el comienzo de la primera guerra mundial cambió todo. Sus planes fueron paralizados automáticamente y todos los trabajadores de la planta solar de Maadi regresaron a Alemania para combatir del lado de Alemania. Schuman murió durante el transcurso de la guerra, y al final de ella, con la derrota de Alemania y la pérdida de todas las colonias africanas, el proyecto cayó en el olvido.

A continuación, se presentan algunos estudios específicos relacionados con la presente investigación:

A. CABRERA, Ignacio y FERMÍN, Rigoberto. (2003). En su tesis titulada “Celdas fotovoltaicas para energizar un sistema de bombeo de agua”. Universidad Autónoma Metropolitana de Iztapalapa. Llegaron a la conclusión:

- Un examen para la generación de electricidad a partir de la luz solar, que depende de la maravilla física llamada "efecto fotovoltaico", que fundamentalmente consiste en convertir la luz solar en energía eléctrica mediante métodos para dispositivos semiconductores llamados células fotovoltaicas. Se tiene en cuenta que entre los usos más significativos de la energía solar fotovoltaica está orientada al bombeo de agua y que están destinados al suministro de agua en regiones aisladas.

B. RODRIGUES, Salmeron y RIVAS, Blando. (2014). En su tesis titulada: “Estudio de pre inversión de un sistema fotovoltaico para el bombeo de agua en la comunidad de San Antonio del municipio de Jinotepe”. Universidad Nacional de Ingeniería. Llegaron a las siguientes conclusiones:

- Existen muchos métodos de bombeo solar, algunos como las motobombas tradicionales, es decir, una sola bomba de acuerdo al número de paneles fotovoltaicos puede incrementar su capacidad de fuerza hasta un límite pertinente, esto dependiendo de cómo está compuesto el sistema, de los cuales se puede nombrar su estructura que son el soporte de los paneles, y el calibre de los que conducen la energía eléctrica. Estas bombas tienen un periodo de vida entre 5 a 10 años, dependiendo de la marca, uso y la tecnología de fabricación; en cambio, un sistema de energía solar su periodo de uso es de 20 años aproximadamente.
- Es por ello, que una alternativa son los paneles de energía fotovoltaica, esto brinda garantía de un eficiente funcionamiento además de ser económico, aunque la instalación es costosa; sin embargo, el costo de su mantenimiento es muy bajo.

C. ALVARES, Arboleada. (2017): Analisis de sistema de riego computarizado alimentado por energia fotovoltaica utilizando PLC. (Tesis de Pregrado). Universidad Catolica de Santiago de Guayaquil. Concluye lo siguiente:

- Que la empresa satisface las necesidades hechas utilizando activos normales utilizando paneles fotovoltaicos como fuente para bombear y proporcionar agua. Los paneles fotovoltaicos son un caso razonable de energía eléctrica, ya que son progresivamente viables y estables para sostener el sistema de bombeo, reduciendo los gastos a largo plazo. Su capacidad es bombear en la medida en que haya radiación basada en la energía solar.

1.1.2. Ámbito Nacional

El Perú es un País privilegiado debido a que en toda su extensión existe radiación solar directa, la misma que a la fecha no está siendo aprovechada de manera significativa a pesar de que existen normativas para el uso de energías renovable en la electrificación rural. Particularmente en la región San Martín la radiación es alta sobre pasa los cinco kw/día, siendo este favorable para el uso ya sea en iluminación, calentamiento de agua, micro climatización de ambientes, bombeo de agua, etc; y es amigable con el medio ambiente, por lo que su uso es indefectible e imperecedero.

El propósito fundamental del estudio es optimizar los diversos factores del sistema solar fotovoltaico a fin de obtener energía eléctrica de manera efectiva en las viviendas aisladas de la región san martín, respectivamente. Esta optimización consiste en manipular las variables relacionadas al ángulo de elevación, acimut y la posición del controlador de carga respecto al panel solar; para así obtener un resultado benéfico y satisfactorio al usuario y para lograr esto, se construyó dos módulos uno en cada localidad con fines exclusivos de la experimentación, y toma de datos y luego sr procesados bajo la técnica de la estadística, particularmente diseños experimentales DOE.

A continuación, se presentan algunos estudios específicos relacionados con la presente investigación:

A. ALATA, Rey. (2015). En su tesis titulada: “Dimensionamiento de un sistema de bombeo con paneles solares caso: UNALM”. Universidad Nacional de Ingeniería. Llegó a la conclusión que:

- El bombeo de agua con energía fotovoltaica se convertido en una opción importante para el desarrollo. En el Perú a partir de 1978, donde se utilizaron motores de CC de potencia media y baja (menos de 800 W), acoplados directamente al generador fotovoltaico por bombas externos.

- De esta manera, la consideración de intercambiar los motores actuales en la aplicación de bombeo fotovoltaico ofreció un desarrollo en la innovación del hardware, expandiendo la calidad inquebrantable y el funcionamiento de la fuerza de trabajo.
- Sea como sea, a pesar de las diversas mejoras presentadas como convertidores de CA / CC o inversores de CC / CA, seguimos buscando enfoques para mejorar los sistemas de bombeo fotovoltaicos, su rendimiento, fiabilidad, el rango de potencia y una reducción en los costos.
- Esta prueba consistió en el dimensionamiento de un sistema de bombeo con paneles solares fotovoltaicos para una estación de bombeo de agua. El uso de esta prueba se creará como un programa piloto para suministrar agua para los servicios higiénicos de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

B. HERNANDEZ, Quijaite. (s.f.): Bombeo de agua con energía solar en el departamento de Ica. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería. Llegó a la conclusión:

- En las zonas rurales las redes de energía eléctrica se encuentran distantes de las zonas rurales, por lo que su instalación demandaría un costo muy elevado; aun contando con un bombeo pequeño, más aun sabiendo que el recurso hídrico en la costa peruana es escaso, por lo que tener agua a disponibilidad es variado; es por ello, que no es raro ver pozos que funcionan con sistemas convencionales con bombeo Diésel que no garantizan una gran potencia.

1.2. BASES TEÓRICAS

Las bases teóricas son todas aquellas teorías, conceptos, características, funciones que están relacionadas con el tema de estudio, la cual permitirán al investigador recopilar Información.

1.2.1. La Energía del Presente

Sin la energía no existiría la vida. Todos los organismos poseen la capacidad de transformar el alimento que ingieren en energía con la que mantienen sus funciones vitales, de moverse en busca de más alimento y de reproducirse. En el caso del ser humano, esa energía (llamada endosmótica) se ha complementado, desde el descubrimiento y el uso del fuego, con un creciente volumen de energía exosomática, cuyo uso es inseparable de la cultura y del propio ser humano como especie.

En el curso de la Historia se registra un aumento casi constante de la cantidad de energía empleada, primero procedente de las fuentes más cercanas y fáciles de explotar (la biomasa vegetal) y posteriormente, con el advenimiento de la Revolución Industrial a partir del siglo XVII, de fuentes más concentradas y recónditas: primero el carbón y posteriormente el gas natural y el petróleo, cuyo empleo sistemático constituye la base del modelo de producción y consumo contemporáneo.

En los últimos años, sin embargo, la constatación científica generalizada del cambio climático y de los efectos ambientales negativos de nuestro modelo de desarrollo está conduciendo a nuevas políticas y a nuevos patrones de producción y consumo. Quizá esos cambios estén alumbrando un nuevo modelo de desarrollo, un modelo que, a largo plazo, deberá basarse principalmente en las energías renovables y la eficiencia energética.

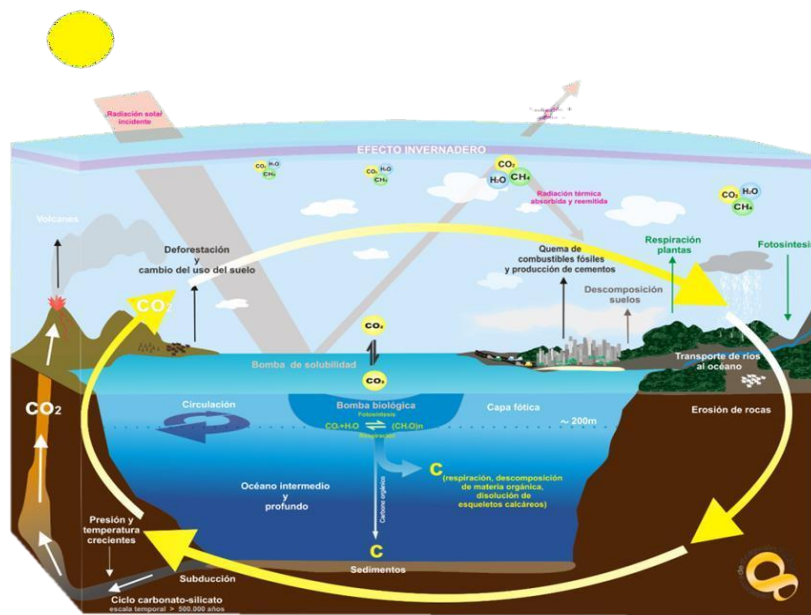
1.2.1.1. Las Energías Fósiles

La mayor parte de la energía que empleamos en la Tierra se ha producido gracias a luz del sol: el , el Sol es el motor del ciclo del agua, que permite producir energía hidroeléctrica; las diferencias de presión del aire que se producen en la atmósfera originan los vientos, cuya energía se puede aprovecharse gracias a los aerogeneradores, la energía solar es la que han generado las grandes masas vegetales que, en el período conocido como carbonífero –hace más de 300 millones de años- , han producido el carbón, la base energética de la Revolución Industrial del siglo XIX. También el petróleo tiene su origen en restos vegetales y animales, procedente de algas y plancton de los primitivos mares y lagos.

La vida vegetal posee una extraordinaria capacidad para aprovechar la luz solar gracias a la fotosíntesis. El resultado global de la fotosíntesis, un conjunto de reacciones químicas, es la formación de materia orgánica a partir de la inorgánica con la ayuda de la luz del sol. Concretamente, a partir del dióxido de carbono (CO_2) y del agua se forma una molécula de glucosa y se libera oxígeno gaseoso, la combinación de moléculas de glucosa formara la celulosa, base material de la biomasa vegetal. La fotosíntesis posee además el efecto de regular la composición de nuestra atmosfera, produciendo oxígeno a partir del dióxido de carbono.

El metabolismo de los animales herbívoros se fundamenta sobre la transformación inversa: la biomasa vegetal se transforma en una especie de combustión. En combinación con el oxígeno, en CO_2 y agua. De este modo, el dióxido de carbono vuelve a la atmosfera para ser transformado de nuevo por los vegetales a través de la fotosíntesis. A este proceso recurrente se le conoce como ciclo del carbono.

Figura 1: Funcionamiento global del ciclo de carbono



Fuente: Moro Vallina, Miguel: Instalaciones solares fotovoltaicas, Pg. 3 F

Cuando el ser humano emplea combustibles fósiles, está utilizando reservas de carbono que han tardado decenas de millones de años en formarse. Además, el CO_2 generado con su combustión, en el contexto de la deforestación de grandes áreas del planeta, no encuentra suficiente materia viva vegetal que lo asimile. Su concentración atmosférica aumenta, contribuyendo así al denominado efecto invernadero.

1.2.2. Las Energías Renovables y el ahorro energético

Se presentan 2 grandes problemas con el uso de energías fósiles: su carácter finito, no renovable, y la contaminación que su uso produce. En cambio, las energías renovables, al basarse en el flujo continuo, ilimitado, de la energía solar, no se agotará mientras este continúe. Las más utilizadas son la biomasa, la energía hidráulica y más recientemente, las energías eólica y solar. La energía solar se emplea tanto para producir agua caliente (energía solar térmica y energía termoeléctrica) como para producir energía eléctrica.

1.2.2.1. Tipos de energía renovable

El término, energía renovable, engloba una serie de fuentes de energía que en teoría se consideran inagotables a escala humana, ya que se producen de forma continua con el paso del tiempo.

Estas fuentes son una alternativa a las otras llamadas convencionales (no renovables) y producen un impacto ambiental mínimo con la excepción de la geotermia, la totalidad de las energías renovables derivan directa o indirectamente de la energía solar.

Directamente en el caso de la luz y el calor producidos por la radiación solar, e indirectamente en el caso de las energías eólica, hidráulica, mareas, olas y biomasa, entre otras; porque su calor provoca en la Tierra las diferencias de presión que dan origen a los vientos, fuente de la energía eólica. También de éste procede la energía hidráulica, pues ordena el ciclo del agua y causa la evaporación que predispone la formación de nubes, y, por tanto, de las lluvias.

Las plantas se alimentan del Sol para realizar la fotosíntesis, vivir y crecer; toda esta materia vegetal es la biomasa. Por último, el sol se aprovecha directamente, pues conforma lo que es la energía solar y la energía solar fotovoltaica. Sin embargo, la mayoría de veces se configura de forma distinta y separando cada una de ellas.

Las energías renovables, a lo largo de la historia y hasta bien entrado el siglo XIX, han cubierto la práctica total de las necesidades energéticas del hombre. Sólo en los últimos cien años han sido superadas, primero por el empleo del carbón, y a partir de 1950 por el petróleo y en menor medida por el gas natural. La energía nuclear, con 441 centrales nucleares en 2003, con una potencia instalada de 360 GW, cubre una parte

insignificante del consumo mundial, y a pesar de algunas previsiones optimistas, su papel será siempre marginal. Las energías renovables han constituido una parte importante de la energía utilizada por los humanos desde tiempos remotos, especialmente la solar, la eólica y la hidráulica. La navegación a vela, los molinos de viento o de agua y las disposiciones constructivas de los edificios para aprovechar la energía solar, son buenos ejemplos de ello.

Con el invento de la máquina de vapor, por James Watt, se fueron abandonando estas formas de aprovechamiento, por considerarse inestables en el tiempo y caprichosas, utilizándose cada vez más los motores térmicos y eléctricos, en una época en la que el escaso consumo, no hacía prever un agotamiento de las fuentes, ni otros problemas ambientales que más tarde se presentaron.

Hacia la década de años 1970, las energías renovables se consideraron una alternativa a las energías tradicionales, tanto por su disponibilidad presente y futura, garantizada (a diferencia de los combustibles fósiles que precisan miles de años para su formación) como por su menor impacto ambiental en el caso de las energías limpias, y por esta razón, fueron llamadas energías alternativas. Actualmente, muchas de estas energías son una realidad, no una alternativa, por lo que el nombre de alternativas ya no debe emplearse.

Se considera que el Sol abastecerá estas fuentes de energía (radiación solar, viento, lluvia, etc.) durante los próximos cuatro mil millones de años. La primera ventaja de una cierta cantidad de fuentes de energía renovables es que no producen gases de efecto invernadero ni otras emisiones, contrariamente a lo que ocurre con los combustibles, sean fósiles o renovables.

Algunas fuentes renovables no emiten dióxido de carbono adicional, salvo los necesarios para su construcción y funcionamiento, y no presentan ningún riesgo suplementario, tales como el riesgo nuclear.

En la actualidad hay sistemas de energía renovable que utilizan más de una de ellas en su configuración. Esto depende de los recursos naturales al alcance, la tecnología disponible y las necesidades que se cubrirán.

1.2.3. La energía solar

La electricidad es una de las formas de energía más versátiles y que mejor se adaptan a cada necesidad. Su utilización esta tan extendida que difícilmente podría concebirse una sociedad tecnológicamente avanzada que no hiciese uso de ella.

Hoy en día existen miles de aparatos que, bien en forma de corriente continua o corriente alterna, utilizan la electricidad como fuente de energía, y su uso ha provocado un gran aumento de la demanda de si consumo eléctrico.

Este hecho ha proporcionado la búsqueda de nuevas fuentes de energía y nuevos sistemas de producción eléctrica, basados, fundamentalmente, en el uso de energías renovables.

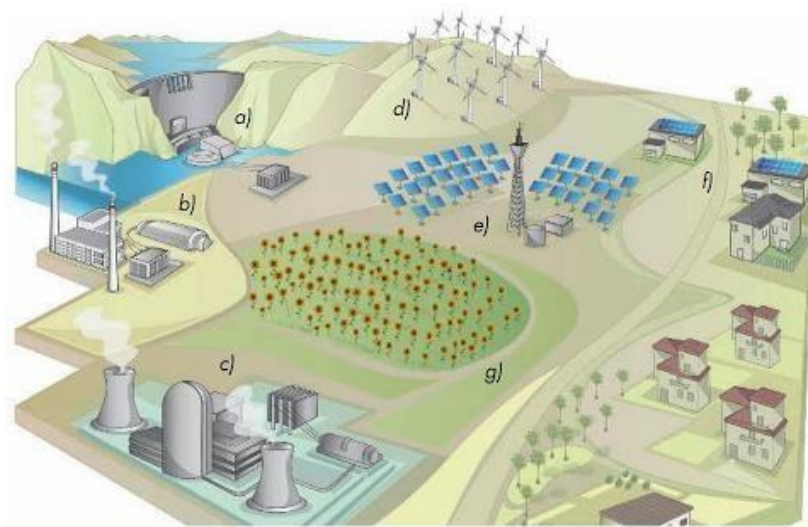
Los sistemas tradicionales de producción de electricidad tienen una problemática asociada que hace necesario intentar desarrollar otro tipo de fuentes energéticas.

- **Centrales hidráulicas:** el efecto invernadero y el cambio climático hacen que cada vez las sequías sean cada vez más prolongadas y, por tanto, no se pueda asegurar la producción estable de electricidad a través de estas centrales.

- **Centrales térmicas:** tienen el problema que los combustibles fósiles son un recurso limitado en el tiempo. Además, provocan una gran emisión de gases contaminantes perjudiciales para el efecto invernadero.
- **Centrales nucleares:** tienen el problema de la eliminación de los residuos generados, además del potencial de riesgo de un accidente nuclear.

Como ya hemos comentado, la tendencia actual es la utilización de energías renovables. Es aquí donde cobra importancia la energía solar. Varias son las formas de aprovechar el sol para la producción de electricidad, se distingue entre:

Figura 2: Principales energías renovables y no renovables



Fuente: Díaz T., Instalaciones solares fotovoltaicas, pág. 8

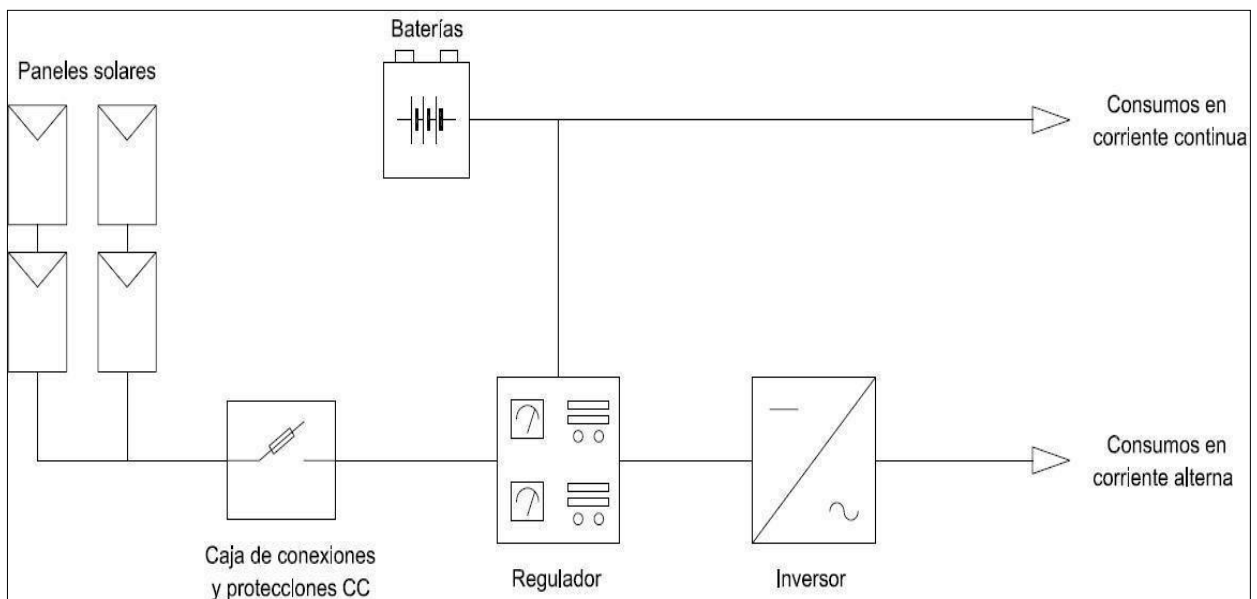
Principales energías renovables y no renovables:

- a) Hidráulica.
- b) Térmica.
- c) Nuclear.
- d) Eólica.
- e) Solar Térmica.
- f) Solar Fotovoltaico.
- g) Biomasa.

- **Métodos indirectos:** el sol aprovecha para calentar el fluido (que puede ser agua, sodio, sales fundidas...) y convertirlo en vapor con el fin de producir electricidad mediante el movimiento de un alternador. La producción de la electricidad se realiza mediante un ciclo termodinámico convencional, como se haría en una central térmica de combustible fósil.
- **Modos directos:** en ellos la luz del sol es convertida directamente a la electricidad mediante el uso de las células solares. Se distingue entre sistemas conectados a la red y sistemas aislados.

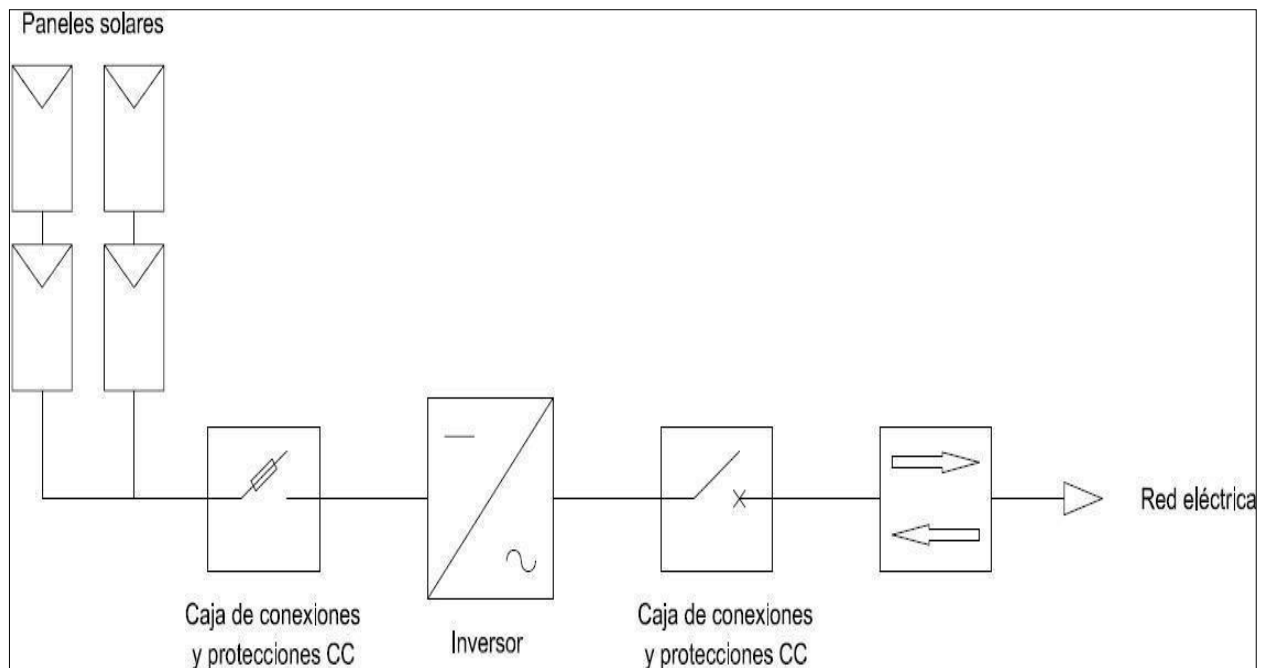
En la Figura 3 y figura 4 se muestran los 2 tipos de conexiones fotovoltaicas.

Figura 3: Sistema fotovoltaico autónomo



Fuente: Miguel Pareja Aparicio. 2010. Energía Solar Fotovoltaica

Figura 4: Sistema fotovoltaico conectado a la Red



Fuente: Miguel Pareja Aparicio. 2010. Energía Solar Fotovoltaica

1.3. DEFINICIONES DE TERMINOS BÁSICOS

El objetivo de la presente sección abordar los principales conceptos que usaremos en la aplicación de la metodología propuesta.

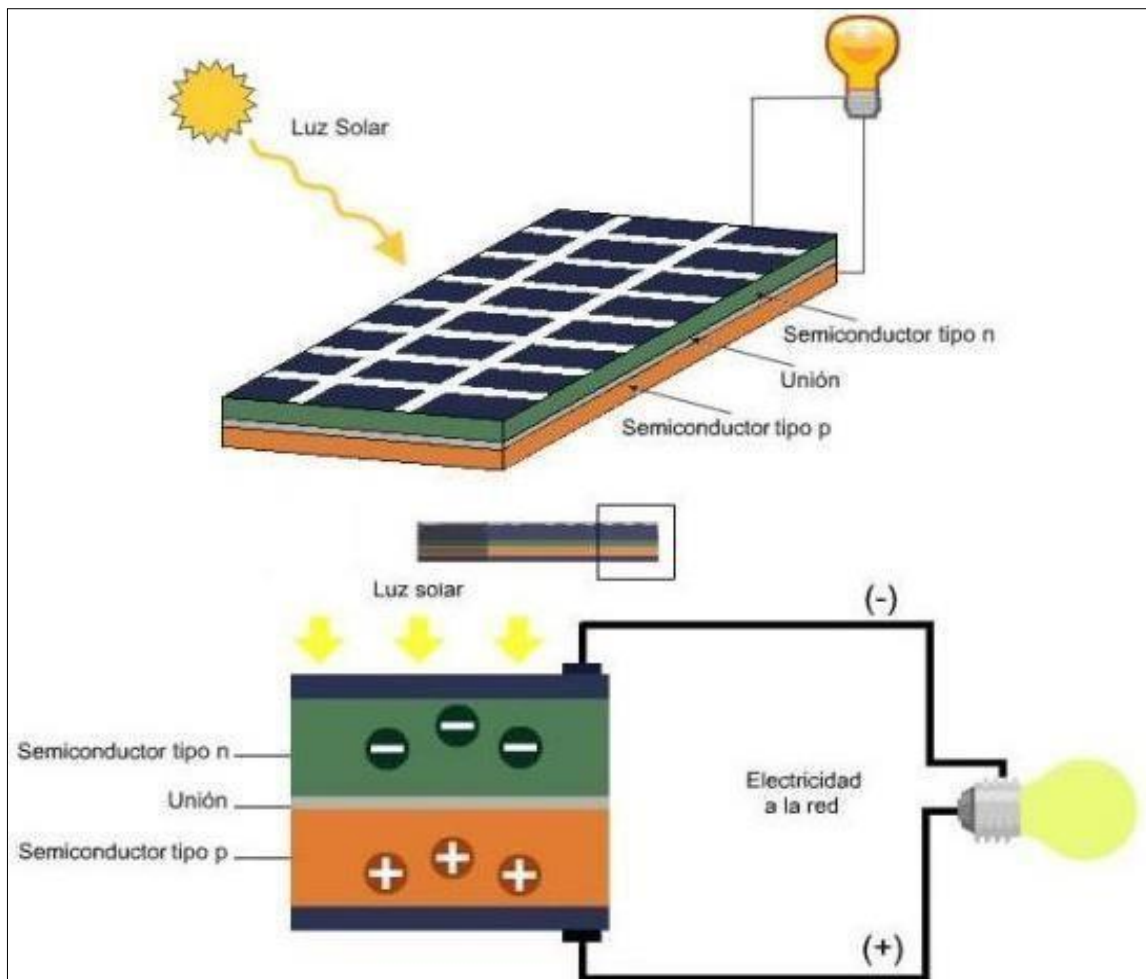
1.3.1. Panel fotovoltaico

Un panel solar es un dispositivo que aprovecha la energía del sol para generar calor o electricidad. ... Los paneles solares fotovoltaicos constan de multitud de celdas, llamadas células fotovoltaicas, que convierten la radiación solar en electricidad.

1.3.2. Funcionamiento Panel Fotovoltaico

Este funcionamiento se basa en el efecto fotovoltaico y se produce cuando el material de la celda solar (silicio u otro material semiconductor) absorbe parte de los fotones del sol. El fotón absorbido libera a un electrón que se encuentra en el interior de la celda. Ambos lados de la celda están conectados por un cable eléctrico, así que se genera una corriente eléctrica como se puede observar en la figura 5.

Figura 5: Efecto fotovoltaico



Fuente: <https://alternativassolares.com>

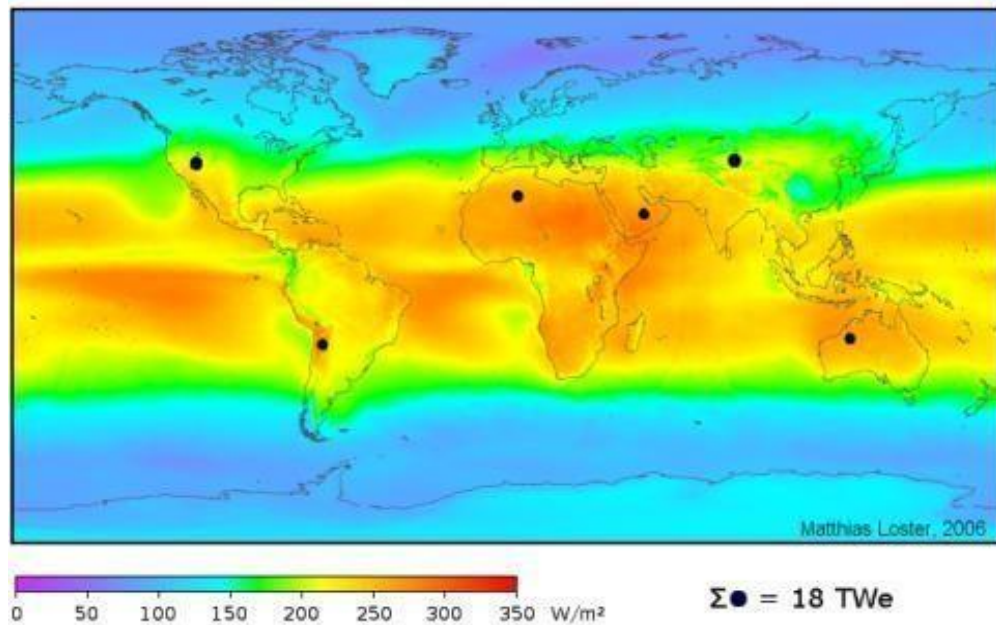
El panel solar es una aplicación eficiente para el uso de energía solar. Este puede ser utilizado para producir, tanto agua caliente a través de colectores solares, como electricidad por medio de paneles fotovoltaicos. Los paneles fotovoltaicos se componen de numerosas celdas de silicio, también llamadas células fotovoltaicas, que convierten la luz en electricidad.

El nivel de energía proporcionado por un panel fotovoltaico depende de los siguientes aspectos:

- Tipo de panel y área del mismo.
- Nivel de radiación e insolación del área a ser instalado.
- Longitud de onda de luz solar.

Una celda fotovoltaica de silicio de 100cm² de superficie, produce aproximadamente 1.5 Watt de energía, a 0.5 voltio (cc) y 3 amperes de corriente bajo condiciones óptimas (la luz solar en pleno verano a una radiación de 1000 W/m². La energía entregada por esta celda es casi proporcional al nivel de radiación solar.

Figura 6: Niveles de radiación solar en el mundo



Fuente: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/db/Solar_land_area.png

1.3.3. Energía Solar Fotovoltaica

La energía solar es la energía obtenida directamente del Sol. La radiación solar incidente en la Tierra puede aprovecharse, por su capacidad para calentar, a través del aprovechamiento de la radiación en dispositivos ópticos o de otro tipo; pues es un tipo de energía renovable y limpia, lo que se conoce como energía verde.

Ya que el Sol es una fuente inagotable de energía debido a las reacciones nucleares; la Tierra recibe en el exterior de su atmósfera una potencia total de $1.73 \cdot 10^{14}$ kW.

La distribución temporal de la energía solar que alcanza la superficie es muy irregular. No solamente varía la insolación máxima diaria (horas en las que el Sol está encima del horizonte del lugar) sino que la radiación solar es más o menos atenuada, según la composición instantánea de la atmósfera que atraviesa. Por ello, la radiación solar puede ser directa, difusa y albedo; pero la energía solar fotovoltaica utiliza la radiación directa y la radiación difusa, para la generación eléctrica.

En término medio sólo el 47% de la radiación incidente sobre la atmósfera terrestre alcanza la superficie del planeta. El 31% lo hace directamente y el otro 16% después de ser dispersada por polvo en suspensión, vapor de agua y moléculas del aire. La energía restante, un 53%, es reflejada hacia el espacio exterior o absorbida en la atmósfera.

La potencia de la radiación solar que se recibe en un instante determinado sobre un metro cuadrado de superficie se conoce como irradiancia (I_s) y se expresa en W/m^2 . Se puede asumir que en buenas condiciones de irradiación el valor es superior a los $1000 W/m^2$ en la superficie terrestre, este es un valor de referencia en la ingeniería relacionada con la energía solar.

La energía solar fotovoltaica FV desarrollada en los años 50 por condicionamiento de la carrera espacial, alimentando todos los sistemas eléctricos y electrónicos de los satélites y estaciones espaciales. Con el paso del tiempo la tecnología fotovoltaica ha ido reduciendo costes y mejorando el rendimiento y fiabilidad de los componentes.

A este desarrollo contribuyen de manera favorable, entre otros factores, la aparición de aparatos eléctricos cada vez menos exigentes en consumo de energía, la fabricación de electrónica de control, potencia de alta calidad, fiabilidad y la mejora de los sistemas electroquímicos de acumulación de energía.

La energía solar fotovoltaica como tal, tiene su origen en estudios e investigaciones sobre el efecto fotoeléctrico. Se dice que éste es instantáneo, ya que la radiación aparece sin retraso sensible; dado que el número de fotoelectrones emitidos, es decir, la intensidad de la corriente producida, es proporcional a la radiación recibida; la velocidad de la emisión no influye en absoluto la intensidad luminosa, ni su estado de polarización, pero sí su frecuencia o longitud de onda; y para cada metal existe una frecuencia mínima de la radiación luminosa por debajo de la cual no se presenta el efecto fotoeléctrico.

Las células fotoeléctricas son dispositivos basados en la acción de radiaciones luminosas sobre ciertas superficies metálicas. El efecto de esas radiaciones puede ser de tres tipos: el efecto fotoemisor o fotoexterno, provoca en el metal un arranque de electrones con liberación de los mismos; el efecto foto conductivo o foto interno, modifica la conductividad eléctrica del metal y el efecto fotovoltaico, crea una fuerza electromotriz en el metal.

En este último, se encuentra integradas las células fotovoltaicas, que generan un paso de corriente proporcional al flujo luminoso que reciben. Estas células no requieren ni tensión auxiliar ni vacío, razón por la cual son utilizadas para la conversión de energía solar en energía eléctrica. Chapin, Fueller y Pearson desarrollaron en 1954 la primera célula solar capaz de convertir, la luz del Sol en energía eléctrica.

Los materiales usados para las células fotovoltaicas son los semiconductores, ya que la energía que liga a los electrones de valencia con su núcleo es similar a la energía de los fotones que constituyen la luz solar.

1.3.4. Componentes de un Sistema Fotovoltaico Aislado

Un sistema fotovoltaico aislado está compuesto por los siguientes elementos como se puede observar en la figura.

1.3.4.1. Módulos Fotovoltaicos

Denominado panel solar o módulo fotovoltaico, su principal función es la de proporcionar energía a la instalación a partir de la irradiación solar, aprovechando el efecto fotoeléctrico. Un módulo fotovoltaico está formado por la interconexión de varias células solares en serie y/o paralelo, para adaptar el panel a los niveles de tensión y corriente, puesto que cada célula puede suministrar del orden de 0.5 voltios. Las células se fabrican mediante la cristalización del silicio, por lo que se encuentran 3 tipos principales.

Figura 7: Niveles de radiación solar en el mundo

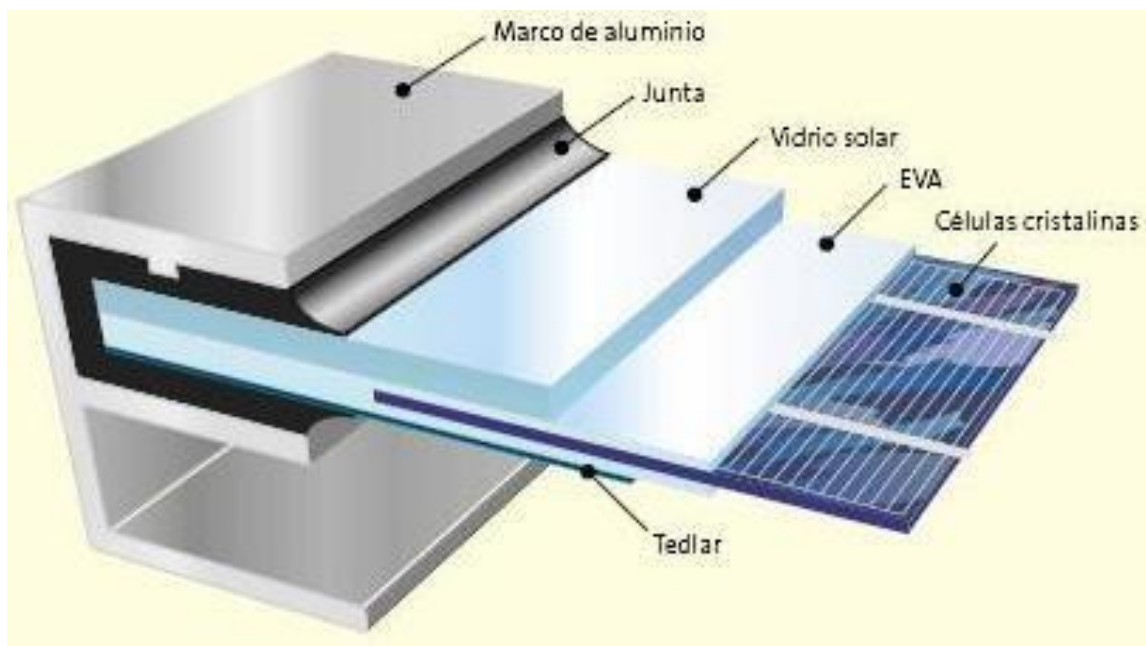


Fuente: Karla Anneliz Miranda Brolo (2016). Niveles de radiación.

Las condiciones estándar de medida (CEM) quedan definidas por los siguientes valores:

- Irradiación: 1000 W/m².
- Temperatura: 25° C.
- Incidencia normal.
- Espectro radiante o masa de aire: AM 1.5.

Figura 8: Sección módulo fotovoltaico



Fuente: Miguel Pareja Aparicio. 2010. Energía Solar Fotovoltaica

1.3.4.2. Regulador de carga

El regulador es el encargado de controlar los procesos de carga y descarga de la batería. Las principales tareas que realiza son (Pareja, M. 2010):

- Evita sobrecargas en la batería: que una vez cargada la batería (EDC=100%) no continúe cargando. Así se evita la generación de gases y aumenta la vida de la misma.

- Impide sobre descarga de la batería en los periodos de luz solar insuficiente: cuando una vez la batería esta descargada no continúe suministrando corriente a la instalación; aumenta la vida de la batería.
- Asegura el funcionamiento del sistema en el punto de máxima eficacia.

1.3.4.3. Acumulador o Batería

La energía producida por el campo fotovoltaico se caracteriza por su variabilidad tanto diaria como estacional y, además, su aleatoriedad. Esto afecta negativamente a la disponibilidad de la energía y, consiguientemente, a su autonomía. Para evitar este inconveniente es necesario incluir en el sistema los acumuladores eléctricos o baterías.

El uso de acumuladores eléctricos, o batería, permite:

- Dotar al sistema de una fuente eléctrica independiente de las condiciones de radiación solar existentes.
- Dotar al sistema de una autonomía de servicio de los módulos fotovoltaicos.
- Dotar al sistema de cierta capacidad de puntas de intensidad superiores a la nominal.
- Dotar al sistema de condiciones de estabilidad en la tensión aceptables para los elementos de consumo.

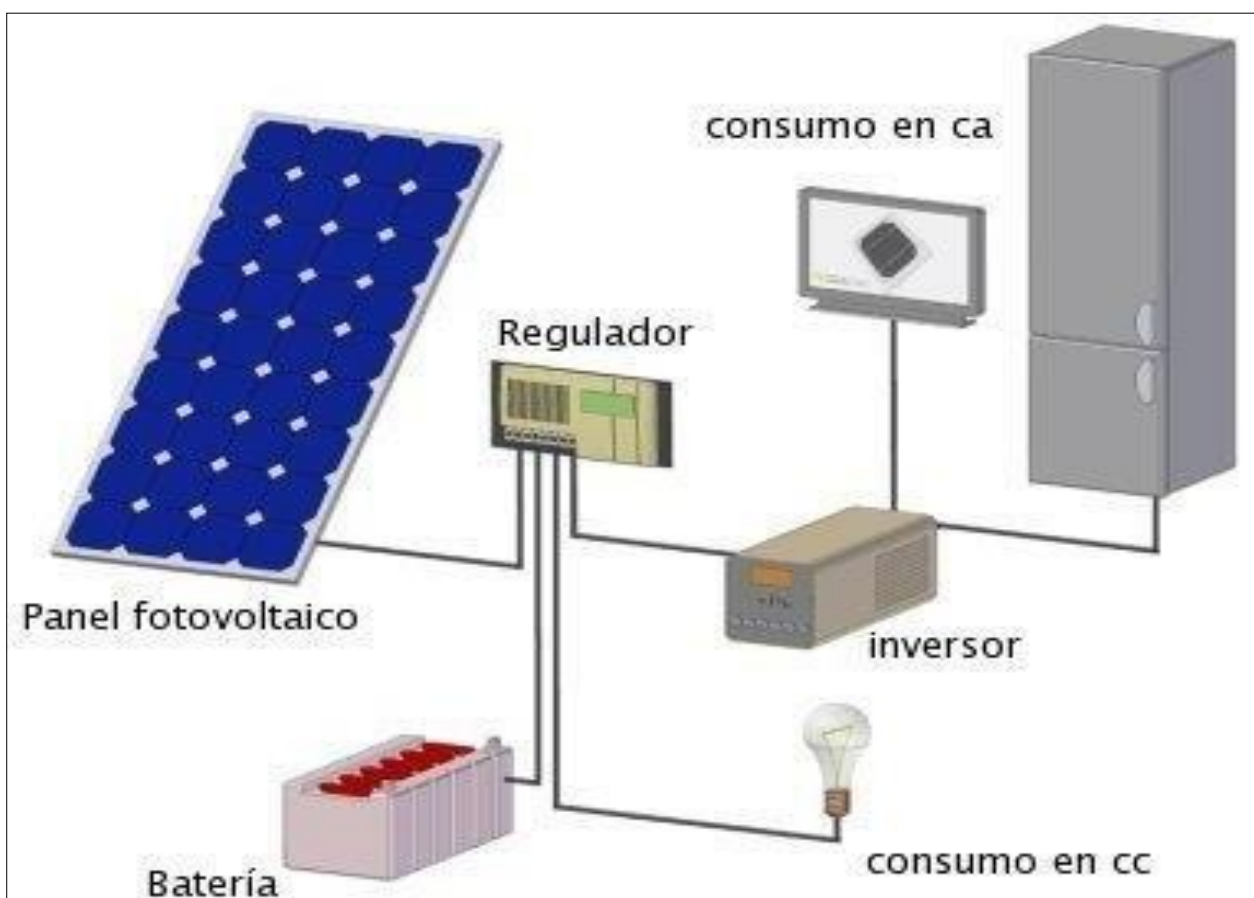
1.3.4.4. Convertidor

Su función es alterar la tensión y características de la intensidad que reciben convirtiéndola a la adecuada para los usos que necesiten (suministros). Existen diferentes clases de convertidores: cc/cc, ca/cc, ac/cc, cc/ac.

El más utilizado en una instalación fotovoltaica aislada es el del tipo cc/ac, que convierte la tensión del banco de batería a consumos de corriente alterna. A este tipo de reguladores se les suele denominar inversores.

Los de tipo ca/cc y ca/ca no se utilizan en instalaciones solares fotovoltaicas aisladas.

Figura 9 : Instalación solar fotovoltaica aislada



Fuente: [https:// www.solarweb.net](https://www.solarweb.net)

1.3.4.5. Dimensionamiento de los Sistemas Solares Fotovoltaicos

El dimensionamiento del sistema solar fotovoltaico consiste determinar su capacidad para satisfacer la demanda de energía de los usuarios. En zonas rurales y aisladas, donde no existen sistemas auxiliares, el sistema FV debe poseer una alta confiabilidad. Debido a que un sistema es un conjunto de componentes, cada uno de ellos debe ser tan confiable, que lo ponga en peligro al sistema. El método de dimensionamiento se fundamenta en el balance de energía.

Energía generada = Energía consumida + Pérdidas propias del sistema FV.

Los requerimientos del usuario son el punto de partida de todo ciclo. En el caso de la energía renovable esto no es diferente. Junto con las condiciones climáticas, que ya han sido discutidas con detenimiento en la sección de recursos de energía solar, un sistema puede diseñarse exactamente para satisfacer las necesidades del usuario a los más bajos costos.

Después de que el sistema se ha diseñado y se ha determinado su tamaño, el usuario debe ser instruido en cómo operar y dar mantenimiento a su sistema. Para esto debe dársele un entrenamiento rápido, pero sencillo, y completo junto con un manual con texto y diagramas fáciles de comprender.

1.3.5. Las Aplicaciones Conectadas a la Red Eléctrica

Tienen como objetivo principal maximizar anualmente la producción de energía eléctrica que es inyectada a la red.

Estos sistemas se están utilizando sobre tejados en viviendas e industrias (integración en edificios), y para plantas de generación de energía (centrales fotovoltaicas).

También existe otro tipo de aplicaciones en las cuales los módulos fotovoltaicos son utilizados como elementos constructivos en diversos entornos urbanos, tales como barreras anti sonido en autopistas y vías de tren, cubiertas de piscinas y aparcamientos, etc.

La potencia nominal de las instalaciones en viviendas o edificios en general está relacionada con la superficie útil disponible para la instalación del generador fotovoltaico, aproximadamente de 8 a 10 m² por kWp en función del rendimiento del generador fotovoltaico.

La potencia típica de la mayor parte de las instalaciones se sitúa en torno a los 5 kWp en viviendas y hasta 100 kWp en otras instalaciones (edificios e integración urbana).

La conexión a red de este tipo de instalaciones se puede realizar directamente a la red de baja tensión, en modo monofásico hasta 5 kW y en trifásico para el resto.

Otro tipo de instalaciones fotovoltaicas de conexión a red son las centrales fotovoltaicas de generación eléctrica, con potencias nominales superiores a los 100 kWp, suelen disponer de una conexión a la red eléctrica en media o alta tensión, disponiendo de un centro de transformación en el que se eleva la tensión de salida de los inversores fotovoltaicos adecuándola a la tensión de la línea eléctrica.

Además de generar energía eléctrica, también pueden laminar los picos de demanda de consumo eléctrico que normalmente ocurren simultáneamente con los picos de generación fotovoltaicos, al mediodía.

Figura 10: Partes del sistema fotovoltaico conectado a la



Fuente: <https://www.alternativassolares.com>

1. Paneles Fotovoltaicos
2. Cableado DC
3. Inversores DC-AC
4. Cableado AC
5. Componentes de seguridad DC - AC
6. Contador Bi-direccional.

1.3.6. SUBSISTEMA MOTOR-BOMBA

Para el subsistema motor – bomba lo detallaremos en dos partes:

a. Motores: Los motores se encargan de cambiar la energía eléctrica dada por el generador en energía mecánica. Los motores que se requieren en aplicaciones de bombeo fotovoltaico deben ser de baja potencia y deben tener rendimientos altos. Este tipo de motores no son normales, por lo que pueden ser continuamente costosos. Según el tipo de suministro de intensidad, los motores pueden percibir los motores de CC y los motores de CA.

Dentro de los motores de corriente continua, podemos percibir motores magnéticos inmutables con cepillos y sin cepillos, motores serie, motores shunt o motores compuestos. Dentro de los motores de CA podemos percibir motores monofásicos y trifásicos que dependen del tipo de corriente para su funcionamiento y también ser motores sincrónicos o motores no simultáneos. (PAREDES, 2001, p. 45)

b. Bombas: Una bomba es la máquina que cambia la energía mecánica en energía hidráulica. Es posible reconocer dos tipos principales de bombas: de desplazamiento positivo o volumétrico y bombas dinámicas o de intercambio de fuerza.

Las bombas de desplazamiento positiva tienen una depresión cuyo volumen se desplaza debido al desarrollo de una parte móvil, lo que restringe el líquido que los llena para moverse hacia un camino dictado por la apertura y el cierre de las válvulas. El más utilizado en el bombeo fotovoltaico de este tipo de bombeo es la bomba de cilindro. Las bombas de cilindro son apropiadas para altas calidades de estatura de cheque y bajas velocidades de flujo (PAREDES, 2001, p. 45)

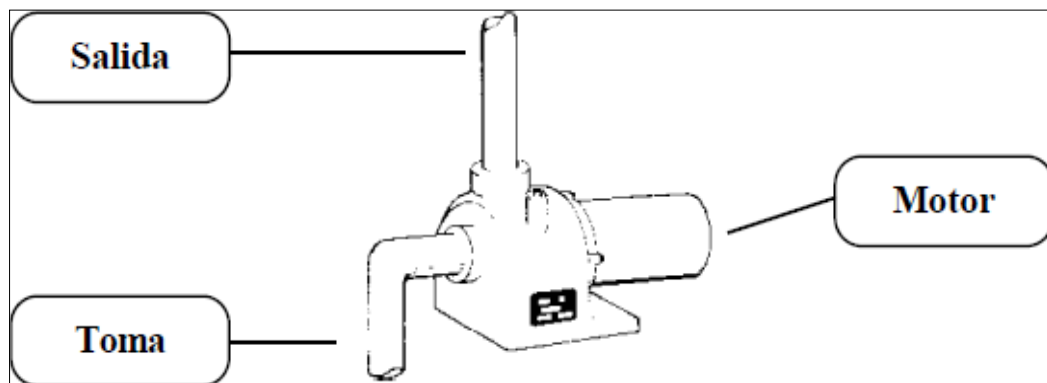
Bombas centrífugas: La bomba centrífuga la más ampliamente reconocido tiene paletas acoplados a un sistema de giro rápido que fundamentalmente "tira" el agua hacia arriba.

Algunos modelos se fusionan, dentro del cuerpo de la bomba, hasta tres fases de bombeo centrífugo, que funcionan en una progresión constante.

Las bombas de corriente son vistas como centrífugas. En estos bombeos, un instrumento giratorio hace una mosca sólida, que empuja, dentro del bombeo, el agua que se va a extraer.

Es normal que por cada unidad de volumen infundido se extraiga dos, lo que habla de una paridad neta de una unidad.

Figura 11: Bombas centrífugas de superficie



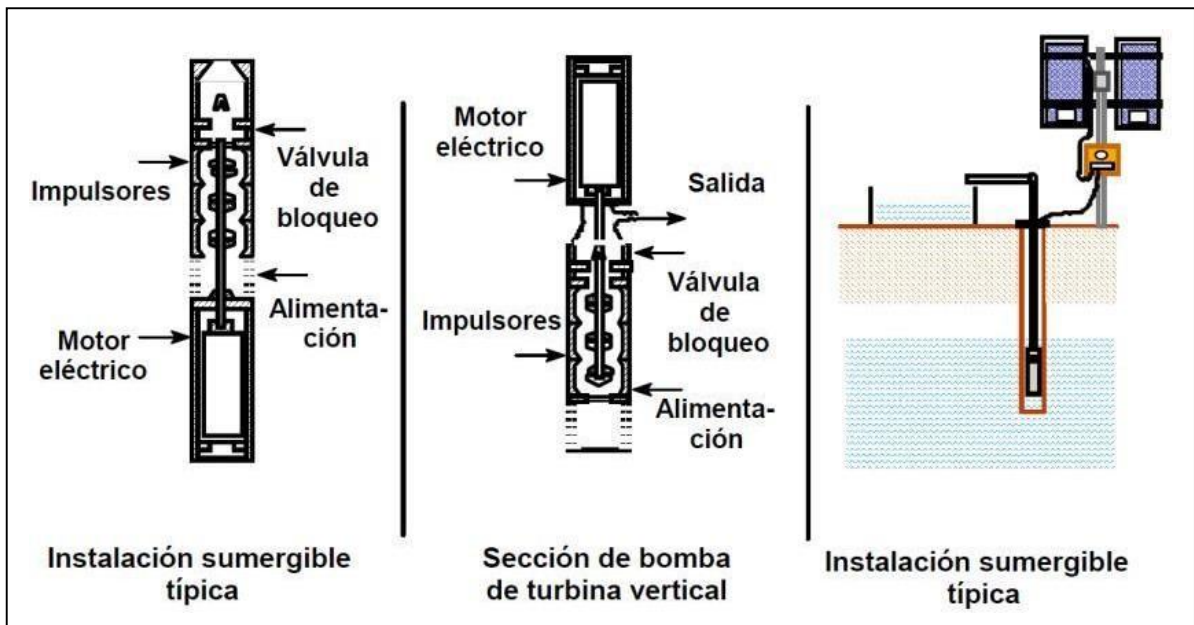
Fuente: Elaboración Propia 2022.

Figura 12: Bombas centrífugas de



Fuente: Perú Bombas INGENIERÍA HIDRÁULICA

Figura 13: Bomba centrífuga sumergible



Fuente: <http://www.climamild.vzpla.net/bonveo.html>

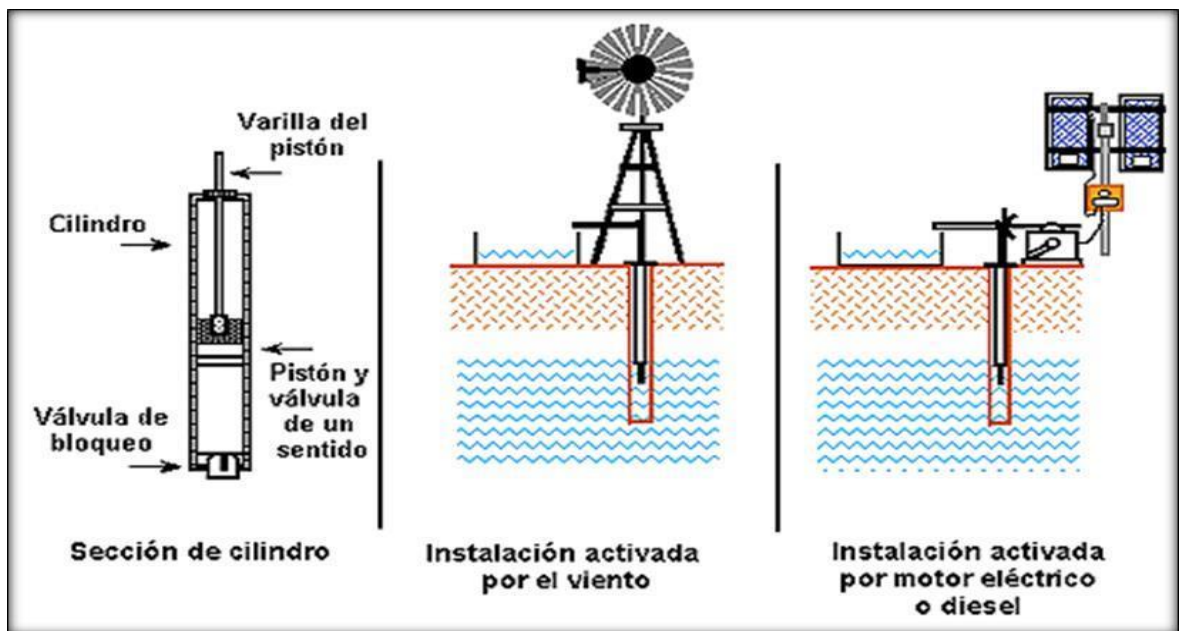
Bombeos volumétricos: Las bombas de desplazamiento positiva son apropiadas para el bombeo de bajas velocidades de flujo y / o cuando la profundidad es enorme.

Una parte de este bombeo utiliza una cámara y un cilindro para mover los paquetes de agua a través de una cámara sellada. Otros utilizan un cilindro con diagramas.

Cada ciclo mueve una cantidad limitada de fluido hacia arriba. El caudal se corresponde con el volumen de agua.

Esto significa una tarea competente en un amplio rango de cargas dinámicas. En el punto en que la radiación solar sube, la velocidad del motor también aumenta y, de este modo, el flujo del bombeo de agua sube.

Figura 14: Bomba volumétrica de cilindro



Fuente: <http://www.climamild.vzpla.net/bonveo.html>

Bombas de cilindro: Las bombas de cilindro han sido excepcionalmente frecuentes en aplicaciones de bombeo mecánicas dadas por viento, tracción humana o animal.

Su regla es que cada vez que el cilindro baja, el agua del pozo ingresa a su pozo y cuando se eleva, empuja el agua hacia la superficie. La energía eléctrica requerida para trabajar se aplica solo durante parte del ciclo de bombeo.

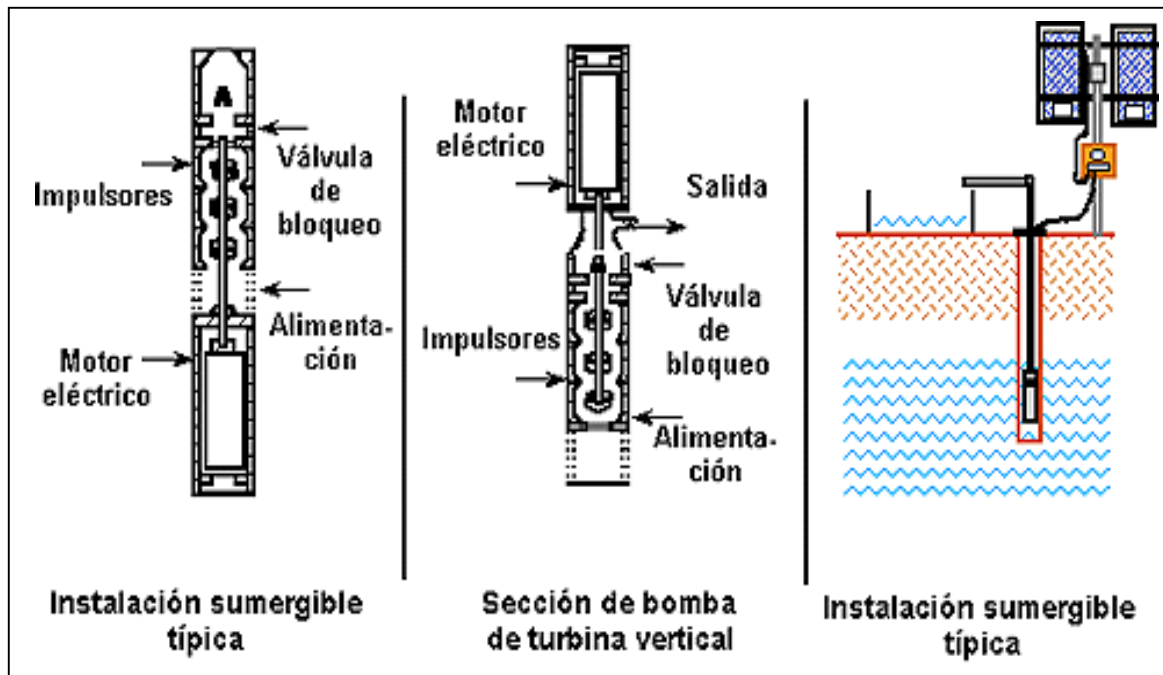
Las bombas de esta clase deben asociarse de manera confiable con un controlador actual para explotar la potencia proporcionada por el clúster fotovoltaico.

Bombeo de diafragma: Las bombas de diagrama desplazan el agua a través de diafragmas de un material adaptable y seguro. Normalmente los diafragmas están hechos de material elástico reforzado con materiales sintéticos.

En la actualidad, estos materiales son extremadamente seguros y pueden durar algunos años de tarea constante antes de requerir una sustitución que dependa de la naturaleza del agua.

Los fabricantes de estas bombas producen muchos diagramas para la sustitución que se pueden comprar a un costo razonable. Existen modelos sumergibles y no sumergibles.

Figura 15: Bomba de diafragma sumergible



Fuente: <http://www.climamild.vzpla.net/bonveo.html>

CAPITULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El Perú es uno de los 20 países más ricos del mundo en agua. Sin embargo, este recurso se encuentra distribuido de manera heterogénea en el territorio y no se ubica necesariamente en los lugares donde existe una mayor demanda.

El problema que se evidencia respecto al acceso al agua potable en nuestro país es la desigual distribución del recurso. Una de las situaciones que demuestran el problema mencionado es el menor acceso al agua para consumo humano en las regiones de la selva.

Entre las principales causas de la escasez de este recurso son: la degradación de los ecosistemas reguladores en las cuencas altas por el sobrepastoreo, cambio de uso del suelo, pérdida de bofedales por ganadería, deforestación, la variabilidad climática y el incremento de la temperatura.

El problema del suministro y la accesibilidad del agua en la población tanto en el área urbana como rural, es una preocupación latente y progresivamente confusa, el desordenado desarrollo de la población en el país hace que el uso del agua potable se esté expandiendo, por lo cual debería ser proporcionada de manera suficiente y con la calidad requerida.

Las quebradas Ahuashiyacu, Cachiyacu y Shilcayo (de tipo superficial) abastecen de agua a las localidades de Tarapoto, Morales y Banda de Shilcayo en la provincia de San Martín de la región San Martín, sin embargo este suministro no se brinda con la cobertura y calidad adecuada, siendo necesario buscar otras alternativas de aprovechamiento con optimización y el uso de energías renovables.

En este momento, disminuir la dependencia eléctrica que se obtiene de productos derivados del petróleo, lo que hace que la confianza a su uso sea cuestionada por su increíble contaminación ambiental.

Con la utilización de paneles solares fotovoltaicos para el bombeo de agua, los avances especializados relacionados con la energía (bombas eléctricas) se unen al atractivo de tener una fuente de energía limpia y sostenible.

El gobierno central ha estado promoviendo enfáticamente la utilización del agua a través de fuentes de energía sostenibles, contando el país con una accesibilidad de energía solar casi en su todo el Perú.

La principal ventaja de esta energía es que al ser renovable es inagotable, no contamina y además su construcción está subvencionada por el estado.

El presente trabajo de investigación, se realiza con la finalidad de que la población haga uso de la energía solar fotovoltaica que en nuestra región no falta. Evidenciar así que sería muy útil utilizar la energía solar y aprovecharla en el sistema de bombeo de agua en viviendas unifamiliares.

2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

221 Problema General

PG.- ¿Es posible el diseño de un sistema solar fotovoltaico para implementar sistemas de bombeo de agua?

222 Problemas Específicos

PE1.- ¿Es posible implementar un sistema de bombeo de agua mediante el diseño de un sistema solar fotovoltaico en viviendas unifamiliares?

PE2.- ¿Es factible el diseño de un Sistema Solar Fotovoltaico implementando un Sistema de Bombeo de agua en viviendas unifamiliares?

2.3. OBJETIVOS

231 Objetivo General

OG.- Diseñar un sistema solar fotovoltaico en viviendas unifamiliares en la ciudad de Tarapoto para implementar sistemas de bombeo de agua.

232 Objetivos específicos

OE1.- Implementar un diseño de sistema solar fotovoltaico aplicable a un sistema de bombeo de agua.

OE2.- Demostrar la factibilidad de un diseño de un sistema solar fotovoltaico para implementar sistemas de bombeo de agua.

2.4. HIPÓTESIS

241 Hipótesis general

HG.- Es posible implementar Sistemas de Bombeo de agua, mediante el diseño de un Sistema solar Fotovoltaico.

242 Hipótesis Específicas

HE1.- ¿Es posible implementar Sistemas de Bombeo de agua en viviendas unifamiliares?

HE2.- ¿Es posible optimizar costos en una vivienda unifamiliar mediante un sistema de vivienda mediante un diseño de un Sistema solar fotovoltaico?

2.5. VARIABLES

Las variables de la investigación son las características y propiedades cuantitativas o cualitativas de un objeto o fenómeno que adquieren distintos valores, o sea, varían respecto a las unidades de observación.

251. Identificación de Variables

- **Variable Dependiente:**

Una variable dependiente representa una cantidad cuyo valor depende de cómo se modifica la variable independiente, para la presente investigación la variable dependiente es el “Sistemas de bombeo de agua”.

- **Variable Independiente:**

La variable independiente es aquella que determina el valor de la variable dependiente, para la presente investigación la variable dependiente es el “Sistema solar fotovoltaico”.

252. Definición Conceptual y Operacional de las Variables

- **Variable Dependiente: Sistemas de bombeo de agua**

Los sistemas de bombeo son dispositivos para elevar y extraer agua de un punto bajo a uno elevado, de agua superficial, subterránea o de depósitos a sistemas de distribución. Este tipo de bombas pueden ser impulsadas por varias fuentes de energía (electricidad, solar, combustibles, eólica y animal)

- **Variable Independiente: Sistema solar fotovoltaico.**

Es un circuito externo que es alimentada por la radiación del sol, la cual es captada por dispositivos llamados celdas fotovoltaicas y paneles a través del efecto fotovoltaico, fenómeno que lleva a cabo un proceso especial de generación de electricidad a partir de celdas fotovoltaicas.

253. Operacionalización de las Variables.

La operacionalización de las variables está constituida por una serie de procedimientos o indicaciones para realizar la medición de una variable definida conceptualmente. En esta se intenta obtener la mayor información posible de la variable seleccionada, a modo de captar su sentido y adecuación al contexto.

Tabla 1: Operacional de las Variables

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores
Dependiente Implementar sistemas de bombeo de agua	Implementar un sistema de energía eléctrica de la red pública generando energía a través de la luz solar.	Sistemas de bombeo de agua	Potencia Metros columna de agua
Independiente Diseño de sistema solar fotovoltaico	Es un circuito externo que es alimentada por la radiación del sol, la cual es captada por dispositivos llamados celdas fotovoltaicas y paneles a través del efecto fotovoltaico, fenómeno que lleva a cabo un proceso especial de generación de electricidad a partir de celdas fotovoltaicas	Energía solar Energía eléctrica	Paneles (w) Regulador (w) Inversor (w) Baterías (v)

Fuente: Elaboración propia, 2022.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 Tipo de Investigación

El tipo de investigación es Descriptiva: El objetivo de la investigación inconfundible es familiarizarse más con las circunstancias, tradiciones y disposiciones predominantes a través de la descripción cuidadosa de ejercicios, artículos, procedimientos e individuos. Su objetivo no está limitado a la acumulación de información, sin embargo, a la previsión y la prueba reconocible de las conexiones que existen entre al menos dos factores. Los analistas no son tabuladores insignificantes; sin embargo, recopilan información basada en una especulación o hipótesis, descubren y condensan los datos con cautela y, después, desglosan por completo los resultados, a fin de separar las especulaciones importantes que se agregan al aprendizaje. Por lo tanto, es descriptiva por que pretende describir las variables de estudio considerados en la energía solar y cómo se exhiben como una regla general.

3.1.2 Diseño de Investigación

La Investigación es Aplicada: busca la aplicación directa a los problemas de la sociedad o de las industrias a travez del conocimiento. En general, esto depende de los descubrimientos tecnicos de la investigación fundamental y de la gestión del camino hacia la conexión de hipótesis y elementos. Este artículo muestralos medios a seguir en la mejora de la investigación aplicada, la importancia del esfuerzo coordinado entre la universidad y la empresa durante el tiempo invertido en la innovación, al igual que las perspectivas identificadas con la seguridad de la innovación protegida durante este procedimiento. En ese punto, sera aplicada debido a la utilización del aprendizaje y las bases hipotéticas de ingenieria de diseño para atender el problema que es la ausencia de agua potable que es fuente de vitalidad para los seres vivos..

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1 Población

Es el conjunto de individuos u objetos de medidas que poseen alguna característica común observable en un lugar o momento determinado. Cuando se lleve cabo alguna investigación debe de tenerse en cuenta algunas características esenciales al seleccionarse la población bajo estudio” (wigodski, 2010).

Para la presente investigación se ha considerado la población de la ciudad de Tarapoto.

3.2.2 Muestra

Se extrae una muestra para examinar las características de una población con base en lo que se sabe acerca de sus características específicas. Una muestra es esencialmente un subconjunto de una población. Con base en las consideraciones anteriores, se utilizó un método de muestreo aleatorio como muestra de investigación para seleccionar una casa unifamiliar típica promedio en la zona urbana de Tarapoto.

3.3. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Antes de desarrollar una herramienta de recopilación de datos, se debe definir el agente u objeto al que se aplicará la herramienta. En este caso, el objeto a observar y medir es el módulo "Sistema Solar Fotovoltaico". Se interiorizan métodos de registro y empíricos para controlar los datos y seguir una secuencia lógica de estudios.

Se utilizaron métodos empíricos, particularmente la observación y la medición; se sometió a un prototipo donde se cambiaron las posiciones de las subvariables del controlador de carga, la altura y azimut de los paneles, y adicionalmente se midió la temperatura en la ubicación del módulo.

Tabla 2: Técnicas e instrumentos

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	FUENTES
Datos de recolección	Formatos	Norma eléctrica

Fuente: Elaboración propia 2022.

Se utilizó también el análisis de contenido, con la finalidad de adquirir datos de varios índices de libros sobre estructuras de bombeo de agua que utilizan vitalidad fotovoltaica alimentada por el sol.

3.4. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Dada la naturaleza de la investigación, este estudio utilizó técnicas estadísticas tales como: descripciones utilizadas para mostrar los datos en tablas y gráficos de frecuencia, y medidas utilizadas para determinar la tendencia central y la variación (dispersión, valores mínimos y máximos, desviación estándar) y la inferencia estadística, para pruebas de normalidad, homogeneidad e hipótesis.

El tratamiento que se le dará a los datos obtenidos de diferentes fuentes del radiación solar será utilizando la estadística descriptiva, específicamente utilizaremos el valor de tendencia central como el promedio y también el valor mínimo de un conjunto de datos, con la finalidad de asegurarnos que aun en las peores condiciones nuestro sistema de bombo logre suministrar el agua necesaria para la población.

Con respecto a los consumos de agua por persona utilizaremos valores promedios de consumo consultando diferentes bibliografías y el reglamento nacional de edificaciones vigente.

Prueba de significancia: Utilice el criterio de hipótesis nula. Prueba "t" para comparar los resultados de cada tratamiento y determinar qué configuración da los mejores resultados. Una prueba "F" para probar la significancia de cada factor de tratamiento con un nivel de significancia de $\alpha=0.05$ (95%).

El procesamiento de datos se realizó de forma manual y automatizada, se realiza un análisis y cálculo del consumo energético del sistema de bombeo de la vivienda, así como se calcula la capacidad de diseño del sistema solar fotovoltaico.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

Esta sección tiene como objetivo exponer y describir los datos obtenidos en tu investigación, para posteriormente interpretarlos y contrastarlos con la teoría, el estado de la cuestión y la propia investigación.

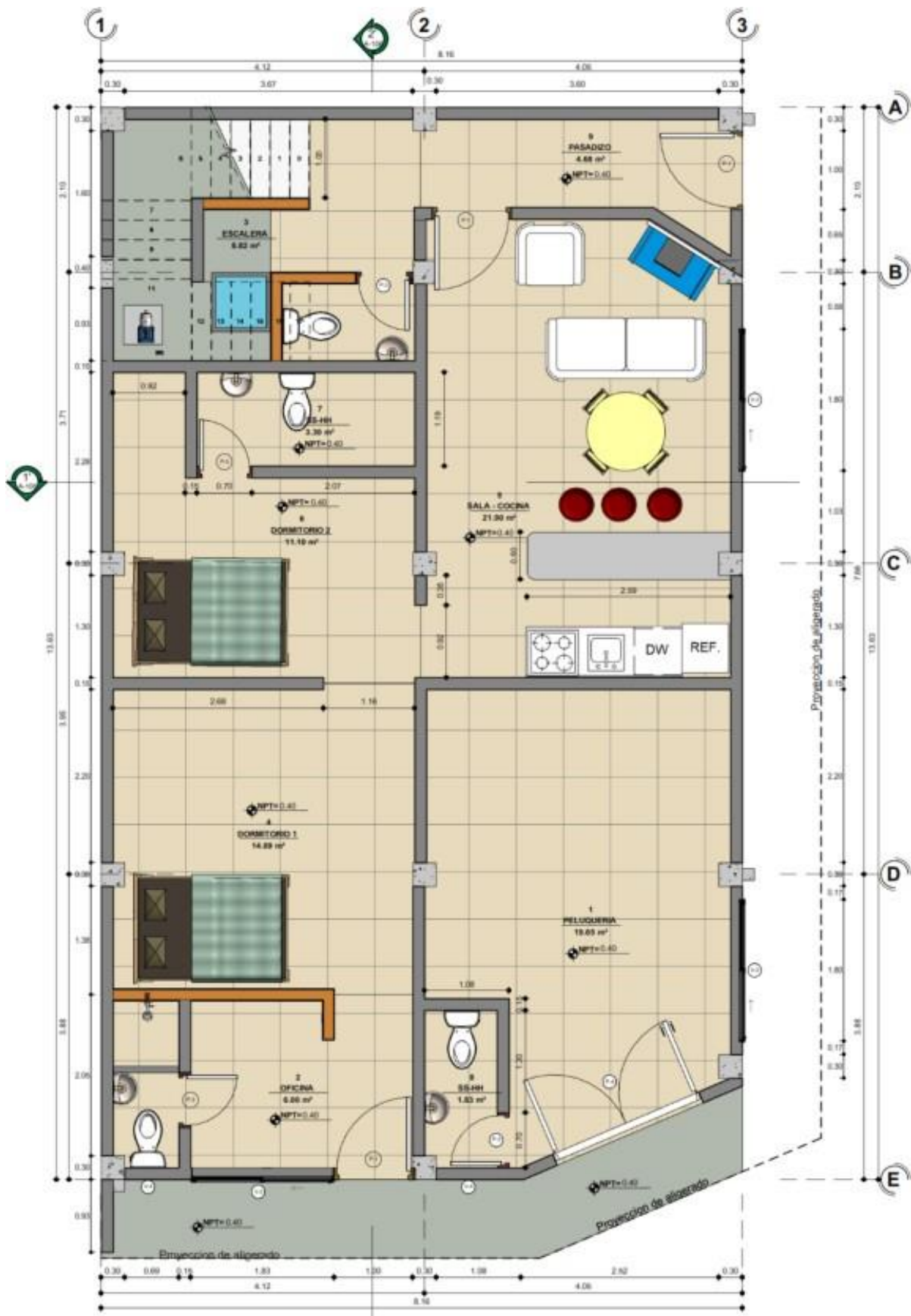
4.1. RESULTADOS

Se tomó como unidad de análisis o muestra una vivienda unifamiliar que contempla el uso de una electrobomba de 1.5 hp en la zona urbana de la ciudad de Tarapoto, cuenta con un área de 108.00 m².

Las medidas perimétricas del terreno son:

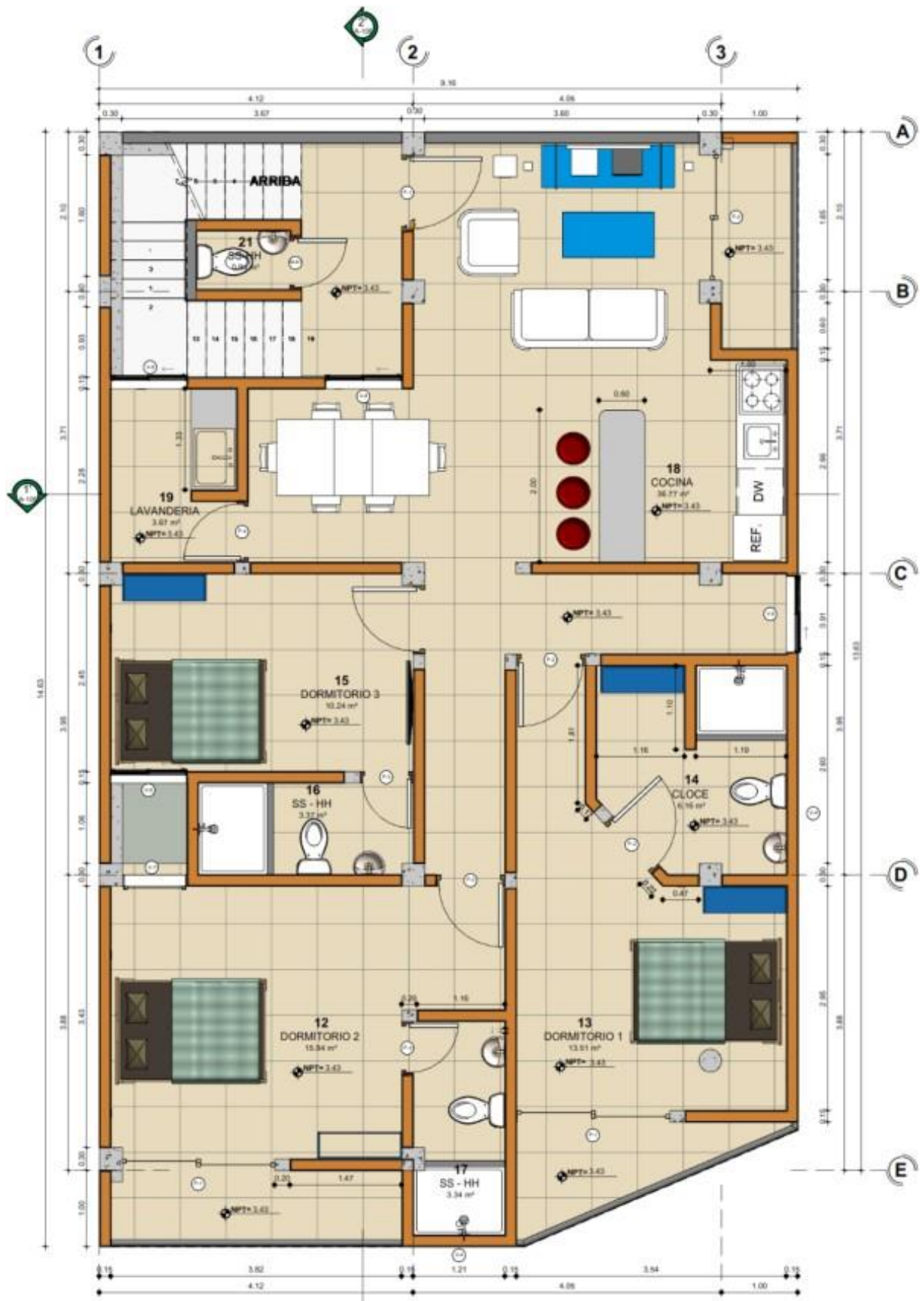
- Por el frente: Con 8.00ml, colinda con el Jr. Leoncio Prado C-6.
- Por el costado Izquierdo entrando: Entrando de calle con dirección al fondo 13.50ml, colindando con la propiedad de Eloy Vásquez Ramírez.
- Por el costado Derecho entrando: Entrando de la calle con dirección al fondo 13.50 ml, colindando con el Jr. Manuel Arévalo Orbe C-3.
- Por el fondo: Con 8.00 ml. Colindando con el lote a independizar.

Figura 16: Plano de planta piso 1



Fuente: Elaboración propia, 2022.

Figura 17: Plano de planta piso 2



Fuente: Elaboración propia 2022.

4.2. CALCULO DE CAPACIDAD DE ELECTROBOMBA

En concordancia con el Reglamento Nacional de Edificaciones - Normas Sanitarias en Edificaciones IS+010, para viviendas se tendrán una dotación de agua potable de acuerdo a los siguientes consumos.

- La dotación de agua para viviendas estará de acuerdo con el número de habitantes a razón de 150 litros por habitante por día.
- La dotación de agua para locales comerciales dedicados a comercio de mercancías secas, será de 6 L/d por m² de área útil del local, considerándose una dotación mínima de 500 L /d.

4.2.1 Consumo promedio diario.

Tabla 3: Calculo de dotación

4 pers	x 150 l/d por m2	(Viviendas piso 1)					= 600 lt/día
6 pers	x 150 l/d por m2	(Viviendas piso 2)					= 900 lt/día
21.48 m2	x 6 l/d por persona	(Local comercial)					= 129 lt/día
		Consumo Diario Total					= 1629 lt/día

Fuente: Elaboración propia 2022.

4.2.2 Sistema de almacenamiento y regulación

Con la finalidad de absorber las variaciones de consumo, continuidad y regulación del servicio de agua fría en la edificación, se ha proyectado el uso de una Cisterna y su correspondiente sistema de Tanque Elevado, que operan de acuerdo a la demanda de agua de los usuarios.

CISTERNA

La construcción de la Cisterna estará diseñada en combinación con la bomba de elevación y el Tanque Elevado, cuya capacidad estará calculada en función al consumo diario.

Figura 18: Dimensionamiento de cisterna



$$\text{VOL. DE CISTERNA} = 3/4 \times \text{CONSUMO DIARIO TOTAL}$$

Por lo tanto para garantizar el almacenamiento necesario de agua, se considerará:

Vol. Cisterna = 1.30 m³

Asumiremos una Cisterna de Concreto de : 5.00 m³

Fuente: Elaboración propia 2022.

TANQUE ELEVADO

Para el cálculo del Volumen del Tanque Elevado, debemos de tener en cuenta que dicho volumen no debe de ser menor a 1/3 del Volumen de la Cisterna, según R.N.E. (acápites *2.4. Almacenamiento y Regulación - Agua Fría).

Figura 19: Dimensionamiento de tanque elevado



$$\text{VOL. DE TANQUE} = 1/3 \times \text{VOLUMEN DE CISTERNA}$$

Por lo tanto para garantizar el almacenamiento necesario de agua, se considerará:

Vol. Tanque = 1.70 m³

Asumiremos un Tanque Elevado de Polietileno de : 2.50 m³

Fuente: Elaboración propia 2022.

4.2.3. Máxima demanda simultanea

El sistema de abastecimiento de Agua Potable más adecuado para la construcción de la edificación, será con el Sistema Indirecto Cisterna, Tanque Elevado y su correspondiente Equipo de Bombeo. La distribución de agua a los servicios será por presurización desde el referido tanque.

UNIDADES DE GASTO PARA EL CÁLCULO DE LAS TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN LOS EDIFICIOS (APARATOS DE USO PÚBLICO)

Tabla 4: Anexo N° 2 de la Norma IS.010 - Instalaciones Sanitarias del R.N.E.)

Aparato Sanitario	Tipo	Total	Agua Fría	Agua Caliente
Inodoro	Con Tanque - Descarga reducida	2.5	2.5	-
Inodoro	Con Tanque	5	5	-
Inodoro	C/ Válvula semiautomática y automática	8	8	-
Inodoro	C/ Válvula semiaut. y autom. descarga reducida	4	4	-
Lavatorio	Corriente	2	1.5	1.5
Lavatorio	Múltiple	2(*)	1.5	1.5
Lavadero	Hotel restaurante	4	3	3
Lavadero	-	3	2	2
Ducha	-	4	3	3
Tina	-	6	3	3
Urinario	Con Tanque	3	3	-
Urinario	C/ Válvula semiautomática y automática	5	5	-
Urinario	C/ Válvula semiaut. y autom. descarga reducida	2.5	2.5	-
Urinario	Múltiple	3	3	-
Bebedero	Simple	1	1	-
Bebedero	Múltiple	1(*)	1(*)	-

Fuente: Norma IS.010 - RNE

Se tomará en cuenta:

Tabla 5: Conteo de aparatos sanitarios

Inodoro	8 U.H.	Urinario	0 U.H.
Lavadero	3 U.H.	Lavatorio	8 U.H.
Ducha	5 U.H.		

TIPO DE APARATO	N°	U.G.	U.H.
INODORO	8	8	64
URINARIO	0	0	0
DUCHA	5	5	25
LAVATORIO	8	8	64
LAVADERO	3	3	9
		TOTAL U.H. :	162

Fuente: Elaboración propia 2022.

GASTOS PROBABLES PARA APLICACIÓN DEL MÉTODO DE HUNTER

Tabla 6: Gastos probables para la aplicación MH

N° DE UNIDADES	GASTO PROBABLE	
3	0.12	-
4	0.16	-
5	0.23	0.90
6	0.25	0.94
7	0.28	0.97
8	0.29	1.00
9	0.32	1.03
10	0.43	1.06
12	0.38	1.12
14	0.42	1.17
16	0.46	1.22
18	0.50	1.27
20	0.54	1.33
22	0.58	1.37
24	0.61	1.42
26	0.67	1.45
28	0.71	1.51
30	0.75	1.55
32	0.79	1.59
34	0.82	1.63

N° DE UNIDADES	GASTO PROBABLE	
36	0.85	1.67
38	0.88	1.70
40	0.91	1.74
42	0.95	1.78
44	1.00	1.82
46	1.03	1.84
48	1.09	1.92
50	1.13	1.97
55	1.19	2.04
60	1.25	2.11
65	1.31	2.17
70	1.36	2.23
75	1.41	2.29
80	1.45	2.35
85	1.50	2.40
90	1.56	2.45
95	0.62	2.50
100	1.67	2.55
110	1.75	2.60
120	1.83	2.72

N° DE UNIDADES	GASTO PROBABLE	
130	1.91	2.80
140	1.98	2.85
150	2.06	2.95
160	2.14	3.04
170	2.22	3.12
180	2.29	3.20
190	2.37	3.25
200	2.45	3.36
210	2.53	3.44
220	2.60	3.51
230	2.65	3.58
240	2.75	3.65
250	2.84	3.71
260	2.91	3.79
270	2.99	3.87
280	3.07	3.94
290	3.15	4.04
300	3.32	4.12
320	3.37	4.24
340	3.52	4.35

N° DE UNIDADES	GASTO PROBABLE	
380	3.67	4.46
390	3.83	4.60
400	3.97	4.72
420	4.12	4.84
440	4.27	4.96
460	4.42	5.08
480	4.57	5.20
500	4.71	5.31
550	5.02	5.57
600	5.34	5.83
650	5.85	6.09
700	5.95	6.35
750	6.20	6.61
800	6.60	6.84
850	6.91	7.11
900	7.22	7.36
950	7.53	7.61
1000	7.85	7.85
1100	8.27	-
1200	8.70	-

Fuente: Elaboración propia 2022.

Para obtener el Gasto Probable, se llevará el valor obtenido como Unidades Totales Hunter a las tablas del Anexo N° 3 de la Norma IS.10 - Instalaciones Sanitarias del R.N.P., entonces:

Interpolando Valores:

Figura 20: Interpolación de datos

N° de Unidades	Gasto Probable
160	2.14
162	x
170	2.22

$$\frac{170 - 160}{162 - 160} = \frac{2.22 - 2.14}{x - 2.14}$$

$$\frac{10}{2} = \frac{0.08}{x - 2.14}$$

$$X = 2.16$$

Por lo tanto : $Q_{mds} = 2.16 \text{ L/s}$

424. Equipo de bombeo

El equipo de bombeo que se instalará tendrá una potencia y capacidad de impulsar el caudal suficiente para la máxima demanda requerida.

Figura 21: Determinación de caudal

DETERMINACIÓN DE LA BOMBA

- Caudal de bombeo

Caudal de agua necesario para llenar el Tanque elevado en dos horas o para suplir la M.D.S. en lt/s.

$$Q_{\text{bombeo}} = V_{\text{tanque}} / \text{Tiempo de llenado}$$

Volumen tanque elevado = 2500.00 L/s

Tiempo de llenado = 2 h (según R.N.E.)

$$Q_{\text{bombeo}} = 2500.00 \text{ L/s} / 2 \text{ h}$$

$$Q_{\text{bombeo}} = 0.35 \text{ lt/s}$$

Entonces al comparar el Q_{bombeo} y Q_{mds} , se adopta el mayor.

$$Q_{\text{bombeo}} = 0.35 \text{ lt/s}$$

$$Q_{\text{mds}} = 2.16 \text{ lt/s}$$



$$Q = 2.16 \text{ lt/s}$$



Fuente: Elaboración propia 2022.

- Altura dinámica Total (H.D.T.) H_g

$$= HT_{\text{Succion}} + HT_{\text{Impulsion}}$$

$$HT_{\text{Succion}} = 1.80 \text{ m}$$

$$HT_{\text{Impulsion}} = 6.14 \text{ m}$$

$$H_g = 7.94 \text{ m}$$

$$Hf_{\text{Total}} = Hf_{\text{T Succion}} + Hf_{\text{T Impulsion}}$$

$$Hf_{\text{T Succion}} = 2.15 \text{ m}$$

$$Hf_{\text{T Impulsion}} = 12.10 \text{ m}$$

$$P_{\text{salida}} = 4.30 \text{ m}$$

$$H.D.T. = 26.49 \text{ m}$$

Se adopta $H.D.T. = 26.50 \text{ m}$

- Potencia del equipo de bombeo en HP

$$POT. DE BOMBA = (Q_{\text{bomba}} \times H.D.T.) / (75 \times E)$$

$$Q_{\text{bomba}} = 2.16 \text{ lt/s}$$

$$H.D.T. = 26.50 \text{ m}$$

$$E = 60 \% \quad (\text{eficiencia de la bomba})$$

$$\text{Potencia} = 2.16 \text{ lt/s} \times 26.50 \text{ m} / 75 \times 60 \%$$

$$\text{Potencia} = 1.27 \text{ HP}$$

→ Se adopta $\text{Potencia} = 1.50 \text{ HP}$

425. Diámetro de las tuberías de distribución

Se asumirá un Caudal Promedio que pasa por las instalaciones sanitarias, según IS.010 - R.N.E.

$$Q_p = 0.12 \text{ lt/s}$$

Para el cálculo del diámetro de las tuberías de distribución, la velocidad mínima será de 0.60 m/s y la velocidad máxima según la siguiente tabla.

DIAMETRO (mm)	Velocidad máxima (m/s)
15 (1/2")	1.90
20 (3/4")	2.20
25 (1")	2.48
32 (1 1/4")	2.85
40 y mayores (1 1/2" y mayores)	3.00

Caudales de acuerdo a diámetros:					
	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"
ϕ	15	20	25	32	40
	1.5	2	2.5	3.2	4
	0.015	0.020	0.025	0.032	0.040
	0.0002	0.0003	0.0005	0.0008	0.0013
	0.0003	0.0007	0.0012	0.0023	0.0038
Qd	0.336	0.691	1.217	2.292	3.77

$$\begin{aligned} \Rightarrow D &= 3/4" \\ V &= 2.2 \text{ m/s} \\ Q_d &= 0.69 \text{ lt/s} \end{aligned}$$

Entonces se cumplirá que $Q_d > Q_p$,

$$\begin{aligned} Q_p &= 0.12 \text{ lt/s} \\ Q_d &= 0.69 \text{ lt/s} \end{aligned}$$

$$\Rightarrow Q = 0.69 \text{ lt/s}$$

Por lo tanto, el diámetro de las tuberías de distribución es = 3/4"

4.2.6. Diámetro de la tubería de alimentación

Para garantizar el volumen mínimo útil de almacenamiento de agua en la cisterna, por el tiempo de llenado de 4 horas, en pulgadas.

$$\begin{aligned} \text{Volumen cisterna} &= 5.00 \text{ m}^3 \\ \text{Tiempo de llenado} &= 4 \text{ h} \end{aligned} \quad (\text{según R.N.E.})$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{bombeo}} &= 5000.00 \text{ L/s} / 4 \text{ h} \\ Q_{\text{bombeo}} &= 0.35 \text{ lt/s} \end{aligned}$$

Se elige el diámetro más apropiado: Para, Q
 $= 2.16 \text{ L/s}$

$$\begin{aligned} D &= 1" \\ V &= 2.48 \text{ m/s} \\ Q_d &= 1.22 \text{ lt/s} \end{aligned}$$

Entonces se cumplirá que $Q_d > Q_{\text{bombeo}}$,

$$\begin{aligned} Q_p &= 0.35 \text{ lt/s} \\ Q_d &= 1.22 \text{ lt/s} \end{aligned}$$

$$\Rightarrow Q = 1.22 \text{ lt/s}$$

Por lo tanto, el diámetro de las tuberías de Alimentación es = 1"

427. Diámetro de la tubería de impulsión y succión

Se determina en función del Q_b , en pulgadas según el IS.010 Anexo N°5, diámetros de las tuberías de impulsión.

Para la tubería de succión se toma el diámetro inmediatamente superior al de la tubería de impulsión.

Tabla 7: Gasto de bombeo según IS.010 Anexo N°5

Gasto de bombeo en L/s	Diámetro de la tubería de impulsión (mm)
Hasta 0.50	20 (3/4")
Hasta 1.00	25 (1")
Hasta 1.60	32 (1 1/4")
Hasta 3.00	40 (1 1/2")
Hasta 5.00	50 (2")
Hasta 8.00	65 (2 1/2")
Hasta 15.00	75 (3")
Hasta 25.00	100 (4")

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones.

Figura 22: Esquema de instalación del sistema de bombeo

Para, $Q = 2.16 \text{ L/s}$

Se obtiene:

Diámetro de impulsión : 1 "

Diámetro de succión : 1 "



Fuente: Elaboración propia 2022.

428. Consumo total de consumo de electrobomba

Tabla 8: Calculo eléctrico de electrobomba

ITEM	ARTEFACTO	CANTIDA D	CONSUM O (W)	CONSUM O TOTAL (W)	HORAS/DI A	TOTAL kWh/D
1.00	Electrobomba de 1 1/2"	1.50	745.70	1,118.55	5.00	5.59
	TOTAL			1,118.55		5.59

Fuente: Elaboración propia 2022.

Tabla 9: Consumo total de electrobomba

Consumo Global de Electrobomba de 1.50 H	TOTAL
Consumo diario total en (kWh/D)	5.59
Potencia demanda maxima Total en (W)	1,118.55

Fuente: Elaboración propia 2022.

4.3. Diseño de sistema solar fotovoltaico.

4.3.1. Cálculo de irradiación

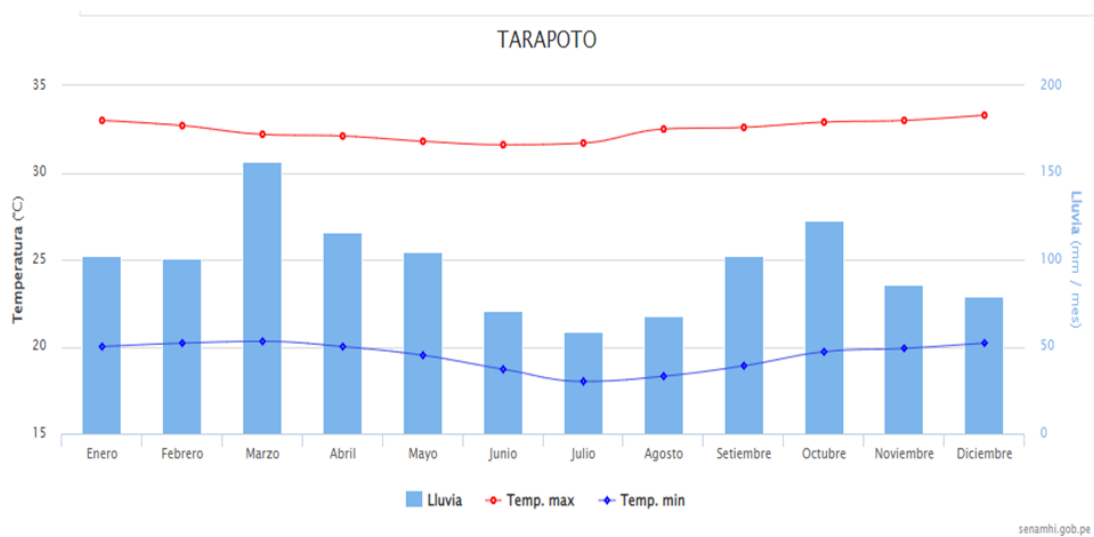
Para la ciudad de TARAPOTO, el mes con temperatura más alta es diciembre (33.3°C); la temperatura más baja se da en el mes de julio (18°C); y llueve con mayor intensidad en el mes de marzo (156.2 mm/mes).

Tabla 10: 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 23: Grafico de temperatura según SENAMHI



Fuente: SENAMHI

Verificando los datos:

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

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

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

$\gamma=0$

γ = Ángulo azimut sobre la superficie

$\square = 2(\square\square - 1) / 365$

Posición angular de la tierra en órbita

$\square = 2.874$ radianes

4.3.2. 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:

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

$$\delta = 23.380^\circ$$

4.3.3. Cálculo del ángulo horario

Sen h = sen L • sen δ + cos L • cos H • cos δ 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

$$\cos \alpha \cos \beta = -\tan \phi \tan \delta$$

$$\cos \alpha \cos \beta = -0.04925$$

$$\alpha = 92.823^\circ$$

Puesta del sol

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

$$\cos \alpha' \cos \beta' = -0.06461$$

$$\alpha' = 93.704^\circ$$

El ángulo horario será el menor valor encontrado

$$\alpha_s = 93.704^\circ$$

4.3.4. 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:

$$R_b = (\cos(\varnothing - \beta) (\cos\delta) (\sin\omega s') + (\pi/180) (\omega s') \sin(\varnothing - \beta) (\sin\delta)) / (\cos\varnothing) (\cos\delta) (\sin\omega s) + [(\pi/180) (\omega s) (\sin\varnothing) (\sin\delta)]$$

Reemplazando:

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

$$R_b = 0.823.$$

4.3.5. Cálculo del valor de relación de distancia solar**Formula:**

$$(R_o/R)^2 = (1.00011 - 0.034221 \cos\varnothing + (0.00128) (\varnothing^2) + (0.000719) (\varnothing^3) + (0.000077) (\varnothing^4))$$

Reemplazando:

$$(R_o/R)^2 = (1.00011 - 0.034221 \cos 2.8747 + 0.00128 (2.8747)^2 + 0.000719 (2.8747)^3 + 0.000077 (2.8747)^4) (R_o/R)^2 = 1.034$$

4.3.6. 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:

$$I_o(\varnothing) = (24/\pi) (I_o) ((R_o/R)^2) (\cos\varnothing) (\cos\delta) (\sin\omega) + (2\pi/360) (\omega \sin\varnothing) (\sin\delta)$$

Reemplazando:

$$I_o(\varnothing) = (24/\pi) (1367) (1.034036) (\cos 6.50 \cos 23.3805 \sin 93.704 + (2\pi/360) 93.704 \sin 23.3805 \sin 6.50)$$

$$I_o(\varnothing) = 10642.766 \text{ Wh/m}^2$$

$$I_o(\varnothing) = 10.642 \text{ kWh/m}^2$$

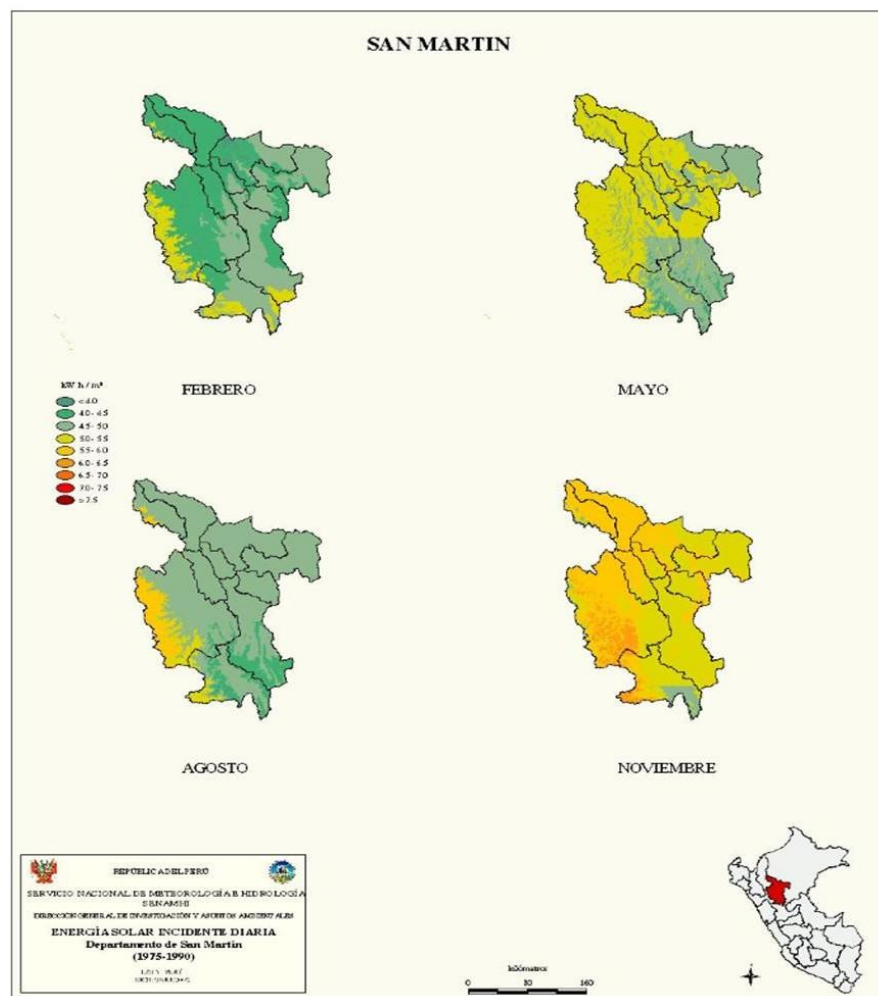
4.3.7. Cálculo del índice de claridad.

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 24: Mapa de índice de claridad según SENAMHI



Fuente: SENAMHI

Según los datos del mapa tenemos lo siguiente.

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

$$K_t = H/H_o$$

$$K_t = 4.5/10.642$$

$$K_t = 0.422$$

4.3.8. 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:

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

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

$$14.648(0.422)^4$$

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

4.3.9. 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:

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

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

$$R = 0.938$$

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

Formula:

$$H(\beta) = H^*R$$

Reemplazando:

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

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

4.4. CÁLCULO DE PANELES

4.4.1. Datos

Consumo diario $E_c \text{ día} = 5.59 \text{ kWh/d}$

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

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

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

$$PSFV = (5.59 \text{ kWh/d} / 4.221 \text{ h}) / 0.893$$

$$PSFV = 1.483 \text{ Kw}$$

4.4.5. Cálculo de numero de paneles

Seleccionaremos paneles de 350W 24v

$$P_{\text{panel}} = W_p = 350 \text{ W}$$

$$\# \text{Paneles} = P_{\text{SFV}} / W_p$$

$$\# \text{Paneles} = 1483 \text{ W} / 350 \text{ W}$$

$$\# \text{Paneles} = 4.24 \approx 5 \text{ paneles}$$

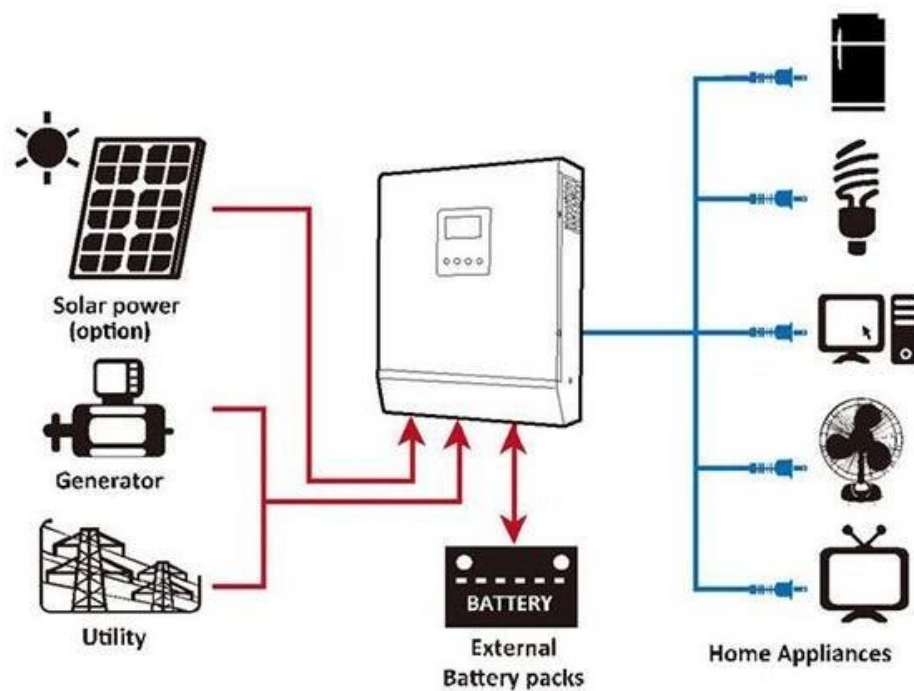
Panel propuesto: panel solar 350w 72 células policristalino

Figura 25 : Especificaciones técnicas de Panel solar

Cell type	Polycrystalline (156.75x156.75mm)
Number of cells	72
Dimensions	1956x992x40mm
Weight	22.8 kg
Glass	3.2 mm tempered glass, High transmission (>94%), Anti-Reflective Coating
Frame	Anodized aluminium alloy
Junction box	IP68 rated (3 by pass diodes)
Cable	4mm ² , 900mm (+) 900mm (-) ; Length can be customized
Connector	MC4 or MC4 compatible
Max front load (e.g.: snow)	5400 Pa
Max back load (e.g.: wind)	2400 Pa

Fuente: Catalogo Autosolar

Figura 26: Esquema de instalación de panel solar



Fuente: Catalogo Autosolar

4.4.6. 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

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

$$P_{tot} = 5 * 350W = 1750 \text{ Wp}$$

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

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

$$I_{max} = 1750/48$$

$$I_{max} = 36.46 \text{ A (Necesitamos un controlador MPPT de 60 A)}$$

Seleccionamos el regulador controlador MUST PC1800A 48V MPPT 60A Alta Frecuencia.

Figura 27: Especificaciones 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 Compensation Coefficient	-5mV / °C / cell (25°C ref.)			
	Temperature Compensation Range	0°C to+50°C			
	Temperature Compensation 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

4.4.7. Cálculo de baterías

Se proyecto utilizar baterías de 12V – 150 Ah

Datos:

Ecdia = 5.59 kWh/d = 559 Wh/d

Vbat = 12V

Qah = (5590 Wh/día) /12V

Qah = 465.83 Ah/día

baterías = (465.83 Ah) / (250 Ah)

baterías = 1.86 $\approx$ 2 Baterías

Se selecciona: Batería GEL 12V 250Ah Tensite

Figura 28: Especificaciones técnicas de baterías

BATTERY MODEL	Nominal voltage		12V	
	Rated capacity (100 hour rate)		250Ah	
DIMENSION	Cells Per battery		6	
	Length 522 mm	Width 240 mm	Height 218 mm	Total Height 224 mm
APPROX. WEIGHT	57.0 kg ± 3%			
CAPACITY @ 25°C	10 hour rate (20.0A) 200.0 Ah	5 hour rate (34.6A) 173.0 Ah	3 hour rate (52.4A) 157.2 Ah	1 hour rate (122.8A) 122.8 Ah
MAX. DISCHARGE CURRENT	2000 A (5 sec.)			
INTERNAL RESISTANCE	Full charged Vat 25°C: Approx. 2.1mΩ			
CAPACITY AFFECTED BY TEMP. (10 HR)	40°C 103%	25°C 100%	0°C 86%	
CHARGE METHOD @25°C	Cycle Use 14.1-14.4V		Standby Use	
	(Initial charging current less than 27A)		13.50-13.80V	

Fuente: Catalogo Autosolar

4.4.8. Cálculo de inversor dc/ac

Potencia de inversor

Datos:

Potencia: PC = 1118.55 W (demanda máxima)

Voltaje de la carga: 220V AC

Voltaje del cargador: 12V DC

Frecuencia: 60 Hz

Fases: monofásica

Pinv = Pc * FS

(FS: Factor de seguridad 1.2)

Pinv = 1118.55W * 1.2

Pinv = 1342.26W

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

Figura 29: 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(Settling)					
	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 obtuvo el equipamiento para el sistema solar fotovoltaico.

Tabla 11: Equipamiento del sistema solar fotovoltaico

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	PARAMETROS
1.00	PANELES SOLARES	5.00	350 WP
2.00	REGLADOR CONTROLADOR	1.00	60A
3.00	BATERIAS	2.00	12V 250Ah
4.00	INVERSOR DC/AC	1.00	1KW - 5KW

Fuente: Elaboración propia 2022.

4.5. PRESUPUESTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN

Tabla 12: Presupuesto

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.00	PANELES SOLARES 350 WP 72 CELDAS	5.00	704.50	3,522.50
2.00	REGLADOR CONTROLADOR MPPT LCD60A	1.00	1,211.26	1,211.26
3.00	BATERIA GEL 12V 250Ah	2.00	1,418.51	2,837.02
4.00	INVERSOR DC/AC 1KW - 5KW	1.00	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 12V	2.00	209.32	418.64
11.00	Termomagnético 16A 600Vdc 2P ZJ Beny	1.00	42.40	42.40
12.00	Termomagnético 2x20A 6kA Monofásico ABB	1.00	55.00	55.00
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	12.00	4.98	59.76
16.00	Cable Unifilar Solar PV 6mm2 H1Z2Z2-K 1,5kV Negro	12.00	4.98	59.76
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				9,967.84

Fuente: Elaboración propia 2022

CAPITULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. DISCUSIÓN

- El trabajo actual es mejorar la condición de la vivienda para generar energía fotovoltaica para el sistema de bombeo sin consumir electricidad de la empresa Electro Oriente S.A.
- Con base en la información publicada por el SENAMHI, hemos recopilado información sobre los niveles de radiación promedio diario mensual para superficies horizontales en kWh/(m²) /d que se utilizan para calcular los niveles de radiación superficial. La pendiente, los datos de las tablas de campo se utilizarán para obtener la estimación correcta de la potencia del panel.
- La instalación y puesta en marcha de los equipos queda directamente a cargo de la empresa proveedora, sólo ésta cuenta con personal calificado y profesional para el manejo y conexión de estos equipos.
- A. RODRIGUES, Salmeron y RIVAS, Blando. (2014). En su investigación titulada “Estudio de pre inversión de un sistema fotovoltaico para el bombeo de agua en la comunidad de San Antonio del municipio de Jinotepe” concluye que una alternativa son los paneles de energía fotovoltaica, esto brinda garantía de un eficiente funcionamiento además de ser económico, aunque la instalación es costosa; sin embargo, el costo de su mantenimiento es muy bajo, es por ello que para el desarrollo socioeconómico se eligió un proyecto de sistema solar de generación de fotovoltaicos.

5.2. CONCLUSIONES

- Se desarrolló un diseño de sistema de celdas solares para generar energía eléctrica para el sistema de bombeo, para una vivienda unifamiliar en la zona de Tarapoto, incluyendo paneles solares de 350 Wp, 72 celdas policristalinas, regulador controlador tipo MPPT de 60A, celdas 12V x 250 AGM. Inversor CC/CA de 1KW.
- El cálculo del consumo eléctrico total de la electrobomba se determinó en el software Microsoft Excel 2021 y el valor fue de 5.59 kWh/D según los datos publicados por OSINERGMIN.
- El objetivo de este estudio es obtener alternativas que permitan el uso de fuentes diferente a lo convencional de energía tales como la energía solar, utilizando teorías y conceptos de electricidad y energía solar, ya que estas fuentes alternativas de energía son inagotables y pueden ser inyectadas directamente a la red, permitiendo así el enfoque de ahorrar energía reduciendo consumos y precios.
- Tomar en cuenta las peores condiciones para dimensionar el sistema fotovoltaico, es decir, diseñar el sistema con los datos del mes más desfavorable y así asegurar el correcto funcionamiento durante todo el año.
- En cuanto al cálculo de inversión en sistemas solar para la electrobomba es de 9,967.84 nuevos soles.

5.3. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar la estación meteorológica más cercana al proyecto para recolectar los datos correctos y obtener los mejores resultados para un sistema solar fotovoltaico.
- Es conveniente informar a las personas sobre el consumo de energía, informarles que las fuentes de energía eléctrica causan una grave contaminación, cabe señalar que otros países han iniciado la producción de energía con muy baja contaminación, pero la población aumenta día a día y es fundamental aumentar la producción de energía.
- Para este tipo de diseño, es recomendable hacer un cálculo adecuado del consumo de energía, teniendo en cuenta el momento de máxima demanda, para un buen diseño de celdas solares fotovoltaicas para su implementación en un sistema de bombeo.
- Se recomienda fomentar a través de esta investigación el uso de fuentes de energía renovables distintas a la hidroeléctrica, ya que otras formas de energía renovable tienen diversas aplicaciones, tales como: repetidores de radio o TV, alumbrado público, bombeo de agua, suministro de energía para hogares rurales y/o urbanos y otros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUSTIN, German. instalaciones solares fotovoltaicas. España, s.f.
- ALATA, Josue. Dimensionamiento de un sistema de bombeo con paneles solares- caso UNALM. Lima, 2015.
- AREVALO, VIENA, FABABA, LAZARO. Dimensionamiento de un sistema de bombeo de agua para el caserio de Pamashto en Lamas, utilizando energía solar fotovoltaica”. Universidad Cesar Vallejo – Perú, 2019.
- Cabrera, Ignacio, y FERMIN, Rigoberto. Celdas fotovoltaicas para energizar un sistema de bombeo de agua. Mexico, 2003.
- CAMPUZANO, Luis, y CAMPUZANO, Carlos. Estudio de perfil de un sistema fotovoltaico para bombeo de agua en la comunidad de San Antonio del municipio Dirimaba. Managua, 2016.
- CANALES, Carlos. Guia solar fotovoltaica 2012. 2012.
- CASTEJON, Agustin. Instalaciones solares fotovoltaicas. España, 1998.
- CERDAN, Ana. Diseño de un sistema solar eolico para consumo de agua en cabañas ecoturísticas en la Pitaya Veracruz Mexico. Veracruz, 2011.
- CESPEDES, Luis. Evaluacion tecnica y diagnostico de la calidad de la nergia electrica en la planta Quala S.A. Bogota, 2007.
- CLEMENTE DE LA CRUZ, Wuilber. “Optimización del Sistema Solar fotovoltaico para la Generación de Energía Eléctrica en viviendas aisladas Altoandinas. Huancayo 2014.
- CORREA GARCÉS, John Jairo. “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.

- DIAZ, Tomas. Instalaciones solares fotovoltaicas. México, 2008.
- ENERGIA INNOVADORA. Cotizacion del sistema fotovoltaico de bombeo de agua. 2017.
- FOTOVOLTAICA, ENERGIA. Manual sobre tecnologias, proyecto e instalacao . s.f.
- GONZALES, Gustavo Guillermo, ZAMBRANO, Juan Carlos y ESTRADA, Édison. Estudio, Diseño e implementación de un sistema de energía solar en la comuna Puerto Roma de la Isla Mondragón del golfo de Guayaquil, provincia de Guayas. (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil, Ecuador, 2014.
- HERAS, Miguel. Análisis de un sistema de riego automatizado alimentado por energía fotovoltaica utilizando PLC. Ecuador, 2017.
- HERNANDEZ, Luis. Bombeo de agua con energia solar en el departamento de Ica. Ica, s.f.
- IXTEBE, Cilveti. Proceso de creacion de una planta solar fotovoltaica conectada a red. Barcelona, 2010.
- JOACHIN, Carmencita. Diseño de un sistema solar fotovoltaico aisado para el suministro de energia electrica a la comunidad Buena Vista, San Marcos. Guatemala, 2008.
- LIMA, Job. Control electronico de un sistema de bombeo de agua accionado por energia solar. 1997.
- MALDONADO, Eddi. Paneles solares como fuente de energía eléctrica para sistemas de mini riego en producción de hortalizas en el departamento de quiché.2011.

- MIRANDA BROLO, Karla Anneliz. “Implementación de energía solar en la vivienda guatemalteca”. Universidad Rafael Landívar. Guatemala 2016.
- VALDIVIEZO, Paulo. Diseño de un sistema fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica a 15 computadoras portátiles en la PUCP. Lima, 2014.
- MORAN , Jorge. Análisis y Evaluación para la Viabilidad Técnico Económico en el uso de la Energía Solar Fotovoltaica para el Centro Poblado Cruz de Pañalá – Distrito de Mórrope. Lambayeque, 2013.
- MUÑOZ, Delfor Flavio. Aplicación de la energía solar para electrificación rural en zonas marginales del país” Tesis para obtener el grado de ingeniero eléctrico. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, 2015.
- NATAEL, Felix. Análisis de factibilidad de un sistema de bombeo de agua con energía solar como propuesta de adaptación para riego en rayón, Sonora. Sonora, 2012.
- NATANAEL, Felix. Análisis de factibilidad de un sistema de bombeo de agua con energía solar como propuesta de adaptación para riego en rayón, Sonora. 2012.
- PAREDES, Arturo. Guía para el desarrollo de proyectos de bombeo de agua con energía fotovoltaica. Mexico, 2001.
- RUEDA, Ricardo. Diseño de Sistema Fotovoltaico para Bombeo de Agua Subterránea en Vivienda Ubicada en el Caserío la Ollería, Distrito de Mórrope. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2013. 90 pp.
- SALMERON, David y BLANDO, Jimmy. Estudio de preinversión de un sistema fotovoltaico para bombeo de agua en la comunidad de san antonio del municipio de Jinotepe”.Managua, 2014.
- SOLAR ELECTRICITY HANDBOOK. - Michael Boxpell. - 2011 Edition.

ANEXOS

Anexo 1 : Plano de Distribución de Vivienda Unifamiliar piso 1

Anexo 2 : Plano de Distribución de Vivienda Unifamiliar piso 2

Anexo 3 : Cálculo de capacidad de electrobomba

Anexo 4 : Especificaciones panel solar

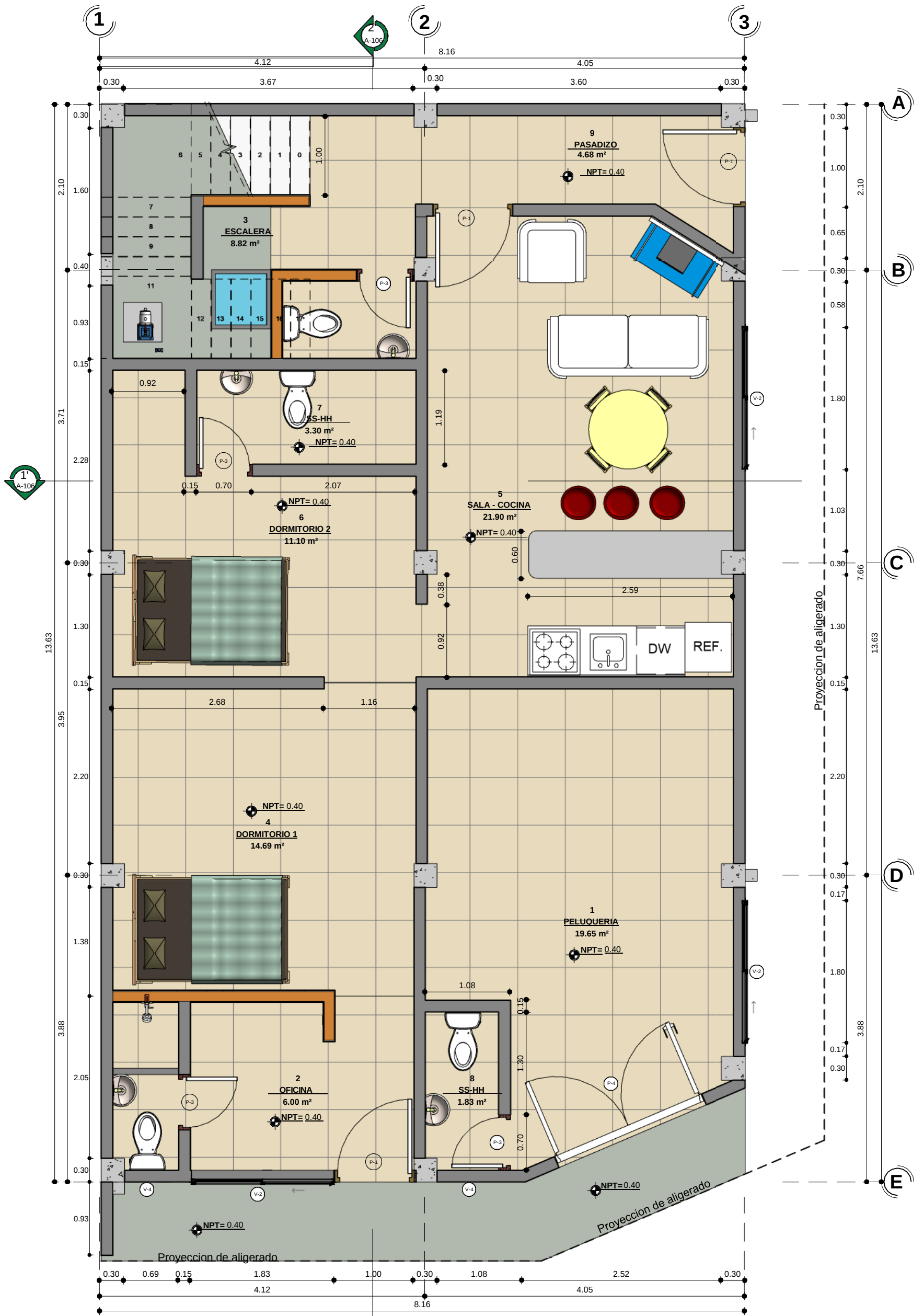
Anexo 5 : Especificaciones controlador

Anexo 6 : Especificaciones de baterías

Anexo 7 : Especificaciones de inversor

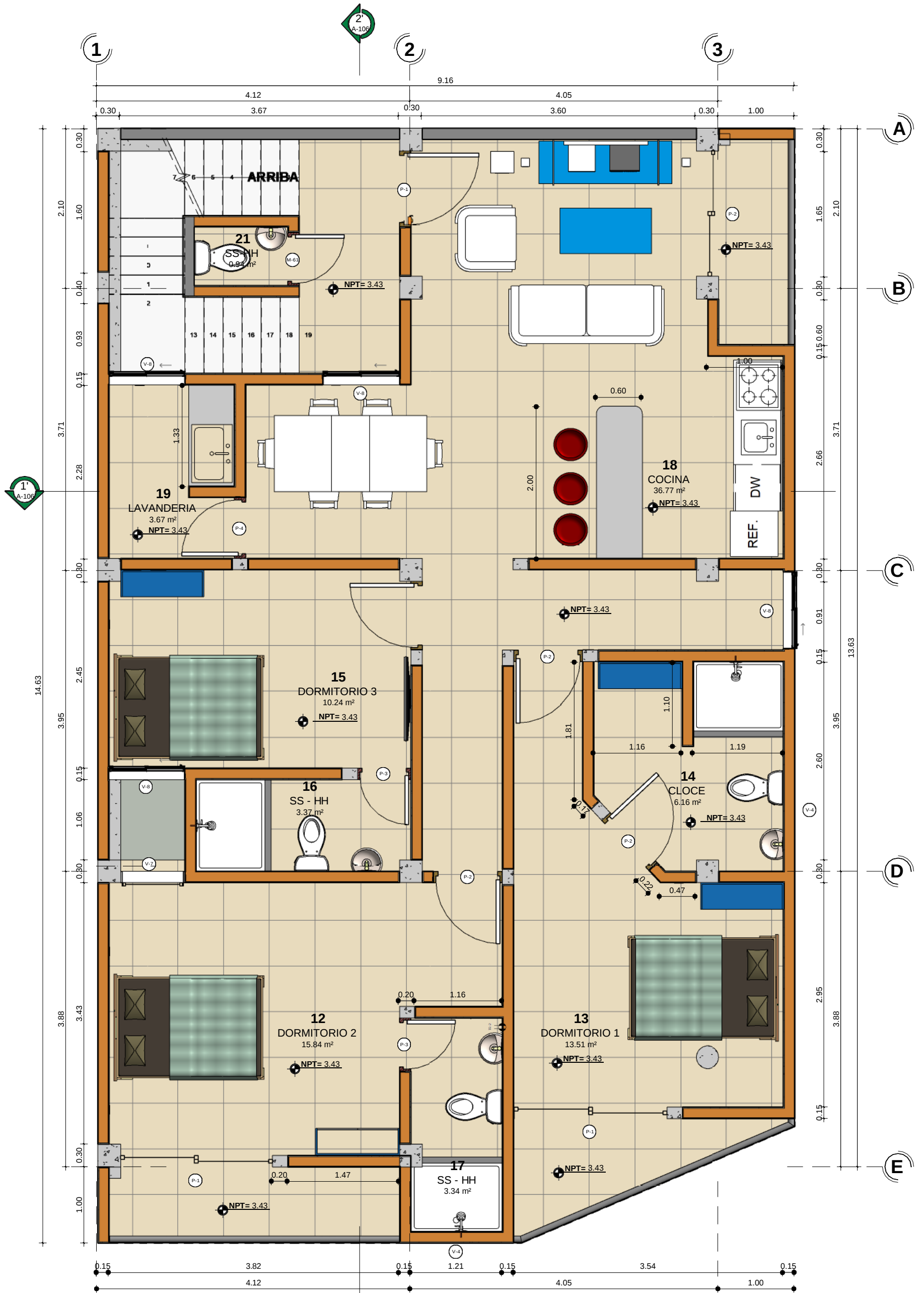
ANEXO 1

PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE VIVIENDA UNIFAMILIAR PISO 1



ANEXO 2

PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE VIVIENDA UNIFAMILIAR PISO 2



ANEXO 3

CÁLCULO DE CAPACIDAD DE ELECTROBOMBA

MEMORIA DE CALCULO: INSTALACIONES SANITARIAS

PROYECTO: "DISEÑO DE UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO PARA IMPLEMENTAR SISTEMAS DE BOMBEO DE AGUA EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES, TARAPOTO - 2021"

Ubicación: TARAPOTO - SAN MARTIN

1. PROBABLE CONSUMO DE AGUA

En concordancia con el Reglamento Nacional de Edificaciones - Normas Sanitarias en Edificaciones IS+010, para viviendas se tendrán una dotación de agua potable de acuerdo a los siguientes consumos.

La dotación de agua para viviendas estarán de acuerdo con el número de habitantes a razón de 150 litros por habitante por día.

La dotación de agua para locales comerciales dedicados a comercio de mercancías secas, será de 6 L/d por m² de área útil del local, considerándose una dotación mínima de 500 L /d.

1.1. CONSUMO PROMEDIO DIARIO

DOTACIÓN

La dotación de agua para viviendas estarán de acuerdo con el número de habitantes a razón de 150 litros por habitante por día, estableciendo lo siguiente:

Dos Niveles

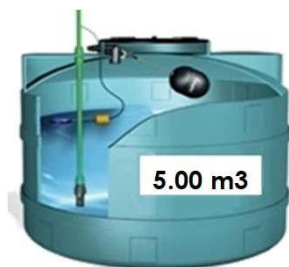
• 4 pers	x 150 l/d por m2	(Viviendas piso 1)	= 600 lt/día
• 6 pers	x 150 l/d por m2	(Viviendas piso 2)	= 900 lt/día
• 21.48 m2	x 6 l/d por persona	(Local comercial)	= 129 lt/día
Consumo Diario Total			= 1629 lt/día

1.2. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y REGULACIÓN

Con la finalidad de absorber las variaciones de consumo, continuidad y regulación del servicio de agua fría en la edificación, se ha proyectado el uso de una Cisterna y su correspondiente sistema de Tanque Elevado, que operan de acuerdo a la demanda de agua de los usuarios:

CISTERNA

La construcción de la Cisterna estará diseñada en combinación con la bomba de elevación y el Tanque Elevado, cuya capacidad estará calculada en función al consumo diario.



$$\text{VOL. DE CISTERNA} = 3/4 \times \text{CONSUMO DIARIO TOTAL}$$

Por lo tanto para garantizar el almacenamiento necesario de agua, se considerará:

Vol. Cisterna = 1.30 m3

Asumiremos una Cisterna de Concreto de : 5.00 m3

TANQUE ELEVADO

Para el cálculo del Volumen del Tanque Elevado, debemos de tener en cuenta que dicho volumen no debe de ser menor a 1/3 del Volumen de la Cisterna, según R.N.E. (acapite *2.4. Almacenamiento y Regulación - Agua Fría).



$$\text{VOL. DE TANQUE} = 1/3 \times \text{VOLUMEN DE CISTERNA}$$

Por lo tanto para garantizar el almacenamiento necesario de agua, se considerará:

Vol. Tanque = 1.70 m³

Asumiremos un Tanque Elevado de Polietileno de : 2.50 m³

1.3. MAXIMA DEMANDA SIMULTANEA

El sistema de abastecimiento de Agua Potable más adecuado para la construcción de la edificación, será con el Sistema Indirecto Cisterna, Tanque Elevado y su correspondiente Equipo de Bombeo. La distribución de agua a los servicios será por presurización desde el referido tanque.

El cálculo Hidráulico para el diseño de las tuberías de distribución se realizará mediante el Método de Hunter.

Dos Niveles

(Según el Anexo N° 2 de la Norma IS.010 -Instalaciones Sanitarias del R.N.E.)

Anexo N° 2

UNIDADES DE GASTO PARA EL CÁLCULO DE LAS TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN LOS EDIFICIOS (APARATOS DE USO PÚBLICO)

Aparato Sanitario	Tipo	Total	Agua Fría	Agua Caliente
Inodoro	Con Tanque - Descarga reducida	2.5	2.5	-
Inodoro	Con Tanque	5	5	-
Inodoro	C/ Válvula semiautomática y automática	8	8	-
Inodoro	C/ Válvula semiaut. y autom. descarga reducida	4	4	-
Lavatorio	Corriente	2	1.5	1.5
Lavatorio	Múltiple	2(*)	1.5	1.5
Lavadero	Hotel restaurante	4	3	3
Lavadero	-	3	2	2
Ducha	-	4	3	3
Tina	-	6	3	3
Urinario	Con Tanque	3	3	-
Urinario	C/ Válvula semiautomática y automática	5	5	-
Urinario	C/ Válvula semiaut. y autom. descarga reducida	2.5	2.5	-
Urinario	Múltiple	3	3	-
Bebedero	Simple	1	1	-
Bebedero	Múltiple	1(*)	1(*)	-

Se tomará en cuenta:

Inodoro	8 U.H.	Urinario	0 U.H.
Lavadero	3 U.H.	Lavatorio	8 U.H.
Ducha	5 U.H.		

TIPO DE APARATO	Nº	U.G.	U.H.
INODORO	8	8	64
URINARIO	0	0	0
DUCHA	5	5	25
LAVATORIO	8	8	64
LAVADERO	3	3	9
TOTAL U.H. :			162

ANEXO N° 3

GASTOS PROBABLES PARA APLICACIÓN DEL MÉTODO DE HUNTER

Nº DE UNIDADES	GASTO PROBABLE	
3	0.12	-
4	0.16	-
5	0.23	0.90
6	0.25	0.94
7	0.28	0.97
8	0.29	1.00
9	0.32	1.03
10	0.43	1.06
12	0.38	1.12
14	0.42	1.17
16	0.46	1.22
18	0.50	1.27
20	0.54	1.33
22	0.58	1.37
24	0.61	1.42
26	0.67	1.45
28	0.71	1.51
30	0.75	1.55
32	0.79	1.59
34	0.82	1.63

Nº DE UNIDADES	GASTO PROBABLE	
36	0.85	1.67
38	0.88	1.70
40	0.91	1.74
42	0.95	1.78
44	1.00	1.82
46	1.03	1.84
48	1.09	1.92
50	1.13	1.97
55	1.19	2.04
60	1.25	2.11
65	1.31	2.17
70	1.36	2.23
75	1.41	2.29
80	1.45	2.35
85	1.50	2.40
90	1.56	2.45
95	0.62	2.50
100	1.67	2.55
110	1.75	2.60
120	1.83	2.72

Nº DE UNIDADES	GASTO PROBABLE	
130	1.91	2.80
140	1.98	2.85
150	2.06	2.95
160	2.14	3.04
170	2.22	3.12
180	2.29	3.20
190	2.37	3.25
200	2.45	3.36
210	2.53	3.44
220	2.60	3.51
230	2.65	3.58
240	2.75	3.65
250	2.84	3.71
260	2.91	3.79
270	2.99	3.87
280	3.07	3.94
290	3.15	4.04
300	3.32	4.12
320	3.37	4.24
340	3.52	4.35

Nº DE UNIDADES	GASTO PROBABLE	
380	3.67	4.46
390	3.83	4.60
400	3.97	4.72
420	4.12	4.84
440	4.27	4.96
460	4.42	5.08
480	4.57	5.20
500	4.71	5.31
550	5.02	5.57
600	5.34	5.83
650	5.85	6.09
700	5.95	6.35
750	6.20	6.61
800	6.60	6.84
850	6.91	7.11
900	7.22	7.36
950	7.53	7.61
1000	7.85	7.85
1100	8.27	-
1200	8.70	-

Para obtener el Gasto Probable, se llevará el valor obtenido como Unidades Totales Hunter a las tablas del Anexo N° 3 de la Norma IS.10 - Instalaciones Sanitarias del R.N.P., entonces:

Interpolando Valores:

Nº de Unidades	Gasto Probable
160	2.14
162	x
170	2.22

$$\frac{170 - 160}{162 - 160} = \frac{2.22 - 2.14}{x - 2.14}$$

$$\frac{10}{2} = \frac{0.08}{x - 2.14}$$

$$X = 2.16$$

Por lo tanto :

$$Q_{\text{mds}} = 2.16 \text{ L/s}$$

1.4. EQUIPO DE BOMBEO

El equipo de bombeo que se instalará tendrá una potencia y capacidad de impulsar el caudal suficiente para la máxima demanda requerida.

DETERMINACIÓN DE LA BOMBA

- Caudal de bombeo

Caudal de agua necesario para llenar el Tanque elevado en dos horas o para suplir la M.D.S. en lt/s.



$$Q_{\text{bombeo}} = V_{\text{tanque}} / \text{Tiempo de llenado}$$

$$\begin{aligned} \text{Volumen tanque elevado} &= 2500.00 \text{ L/s} \\ \text{Tiempo de llenado} &= 2 \text{ h} \quad (\text{según R.N.E.}) \end{aligned}$$

$$Q_{\text{bombeo}} = 2500.00 \text{ L/s} / 2 \text{ h}$$

$$Q_{\text{bombeo}} = 0.35 \text{ lt/s}$$

Entonces al comparar el Q_{bombeo} y Q_{mds} , se adopta el mayor.

$$Q_{\text{bombeo}} = 0.35 \text{ lt/s}$$

$$Q_{\text{mds}} = 2.16 \text{ lt/s}$$

$$Q = 2.16 \text{ lt/s}$$

- Altura dinámica Total (H.D.T.)

$$H_g = H_{T_{\text{Succion}}} + H_{T_{\text{Impulsion}}}$$

$$H_{T_{\text{Succion}}} = 1.80 \text{ m}$$

$$H_{T_{\text{Impulsion}}} = 6.14 \text{ m}$$

$$H_g = 7.94 \text{ m}$$

$$H_{f_{\text{Total}}} = H_{f_{T_{\text{Succion}}}} + H_{f_{T_{\text{Impulsion}}}}$$

$$H_{f_{T_{\text{Succion}}}} = 2.15 \text{ m}$$

$$H_{f_{T_{\text{Impulsion}}}} = 12.10 \text{ m}$$

$$P_{\text{salida}} = 4.30 \text{ m}$$

$$H.D.T. = 26.49 \text{ m}$$

Se adopta

$$H.D.T. = 26.50 \text{ m}$$

- Potencia del equipo de bombeo en HP

$$POT. DE BOMBA = (Q_{\text{bomba}} \times H.D.T.) / (75 \times E)$$

$$Q_{\text{bomba}} = 2.16 \text{ lt/s}$$

$$H.D.T. = 26.50 \text{ m}$$

$$E = 60 \% \quad (\text{eficiencia de la bomba})$$

$$\text{Potencia} = 2.16 \text{ lt/s} \times 26.50 \text{ m} / 75 \times 60 \%$$

$$\text{Potencia} = 1.27 \text{ HP}$$

Se adopta

$$\text{Potencia} = 1.50 \text{ HP}$$

1.5. DIÁMETRO DE LAS TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN

Se asumirá un Caudal Promedio que pasa por las instalaciones sanitarias, según IS.010 - R.N.E.

$$Q_p = 0.12 \text{ lt/s}$$

(Según acápite 2.4. Red de Distribución - IS.010 - R.N.E)

Para el cálculo del diámetro de las tuberías de distribución, la velocidad mínima será de 0.60 m/s y la velocidad máxima según la siguiente tabla.

DIÁMETRO (mm)	Velocidad máxima (m/s)
15 (1/2")	1.90
20 (3/4")	2.20
25 (1")	2.48
32 (1 1/4")	2.85
40 y mayores (1 1/2" y mayores)	3.00

Caudales de acuerdo a diámetros:

	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"
ϕ	15	20	25	32	40
	1.5	2	2.5	3.2	4
	0.015	0.020	0.025	0.032	0.040
	0.0002	0.0003	0.0005	0.0008	0.0013
	0.0003	0.0007	0.0012	0.0023	0.0038
Q_d	0.336	0.691	1.2174	2.292	3.77

$$\begin{aligned} \rightarrow D &= 3/4" \\ V &= 2.2 \text{ m/s} \\ Q_d &= 0.69 \text{ lt/s} \end{aligned}$$

Entonces se cumplirá que $Q_d > Q_p$,

$$Q_p = 0.12 \text{ lt/s}$$

$$Q_d = 0.69 \text{ lt/s}$$

$$\rightarrow Q = 0.69 \text{ lt/s}$$

Por lo tanto el diámetro de las tuberías de distribución es = 3/4"

1.6. DIÁMETRO DE LA TUBERÍA DE ALIMENTACION

Para garantizar el volumen mínimo útil de almacenamiento de agua en la cisterna, por el tiempo de llenado de 4 horas, en pulgadas

$$\text{Volumen cisterna} = 5.00 \text{ m}^3$$

$$\text{Tiempo de llenado} = 4 \text{ h} \quad (\text{según R.N.E.})$$

$$Q_{\text{bombeo}} = 5000.00 \text{ L/s} / 4 \text{ h}$$

$$Q_{\text{bombeo}} = 0.35 \text{ lt/s}$$

Se esoge el diámetro más apropiado:

$$\text{Para, } Q = 2.16 \text{ L/s}$$

$$D = 1"$$

$$V = 2.48 \text{ m/s}$$

$$Q_d = 1.22 \text{ lt/s}$$

Entonces se cumplirá que $Q_d > Q_{\text{bombeo}}$,

$$Q_p = 0.35 \text{ lt/s}$$

$$Q_d = 1.22 \text{ lt/s}$$

$$\rightarrow Q = 1.22 \text{ lt/s}$$

Por lo tanto el diámetro de las tuberías de Alimentación es 1"

1.7. DIÁMETRO DE LA TUBERÍA DE IMPULSIÓN Y SUCCIÓN

Se determina en función del Q_b , en pulgadas según el IS.010 Anexo N°5, diámetros de las tuberías de impulsión.

Para la tubería de succión se toma el diámetro inmediatamente superior al de la tubería de impulsión.

ANEXO N° 5 DIÁMETROS DE LAS TUBERÍAS DE IMPULSIÓN EN FUNCIÓN DEL GASTO DE BOMBEO

Gasto de bombeo en L/s	Diámetro de la tubería de impulsión (mm)
Hasta 0.50	20 (3/4")
Hasta 1.00	25 (1")
Hasta 1.60	32 (1 1/4")
Hasta 3.00	40 (1 1/2")
Hasta 5.00	50 (2")
Hasta 8.00	65 (2 1/2")
Hasta 15.00	75 (3")
Hasta 25.00	100 (4")

Para, $Q = 2.16 \text{ L/s}$

Se obtiene:

Diámetro de impulsión : 1 "

Diámetro de succión : 1 "



1.8. DESAGUE Y VENTILACIÓN (IS. 010 - 6.0)

Los diámetros de las tuberías de las redes de desagüe, se han determinado de acuerdo al número de unidades de descarga de los aparatos sanitarios.

Las dimensiones de las cajas de registros se han obtenido de acuerdo a la profundidad de cada uno de ellos (según IS. 010 - 6.2).

ANEXO 4

ESPECIFICACIONES PANEL SOLAR

EOS POLY by Eco Green Energy

330-350W

156.75 mm Cell - 72 cells

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. Eos poly 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



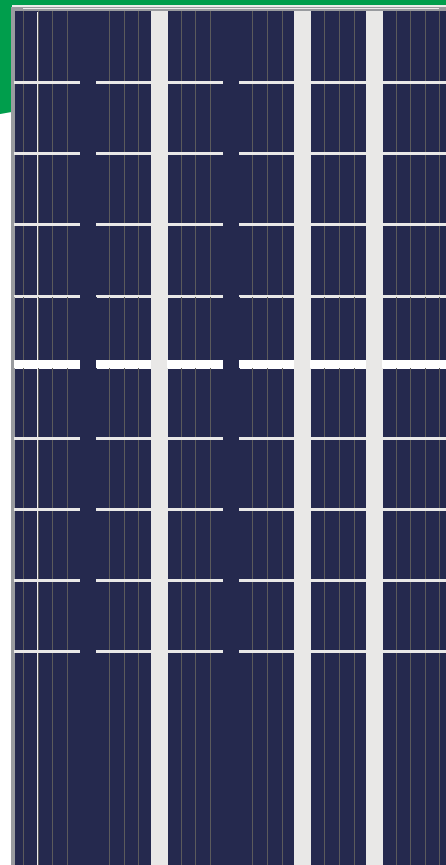
Lower temperature coefficient

**72-Cell
POLYCRYSTALLINE MODULE**

**18.04%
MAXIMUM EFFICIENCY**

**0~+5W
POSITIVE POWER TOLERANCE**

**GRADE A
CELLS GUARANTEED**

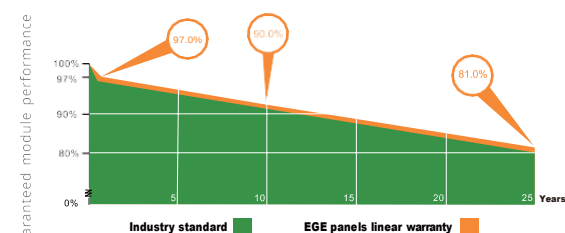


French Quality Module



LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

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



COMPREHENSIVE CERTIFICATES

IEC 61215/IEC 61730/IEC 62804/UL 61730
ISO 9001 : Quality Management Systems



ELECTRICAL DATA AT STC*

Power output (Pmax)	330 W	335 W	340 W	345 W	350 W
Power tolerance	0~+5 W	0~+5 W	0~+5 W	0~+5 W	0~+5 W
Module efficiency	17.01 %	17.27 %	17.52 %	17.78 %	18.04 %
Maximum power voltage (Vmp)	37.93 V	38.15 V	38.42 V	38.68 V	38.93 V
Maximum power current (Imp)	8.70 A	8.78 A	8.85 A	8.92 A	8.99 A
Open circuit voltage (Voc)	46.11 V	46.32 V	46.58 V	46.85 V	47.12 V
Short circuit current (Isc)	9.10 A	9.16 A	9.23 A	9.31 A	9.38 A

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

ELECTRICAL DATA AT NMOT*

Power output (Pmax)	244.13 W	247.83 W	251.53 W	255.23 W	258.92 W
Maximum power voltage (Vmp)	35.03 V	35.23 V	35.48 V	35.72 V	35.96 V
Maximum power current (Imp)	6.96 A	7.02 A	7.08 A	7.14 A	7.19 A
Open circuit voltage (Voc)	42.80 V	43.00 V	43.24 V	43.49 V	43.74 V
Short circuit current (Isc)	7.39 A	7.44 A	7.49 A	7.56 A	7.61 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	Polycrystalline (156.75x156.75mm)
Number of cells	72
Dimensions	1956x992x40mm
Weight	22.8 kg
Glass	3.2 mm tempered glass, High transmission (>94%), Anti-Reflective Coating
Frame	Anodized aluminium alloy
Junction box	IP68 rated (3 by pass diodes)
Cable	4mm ² , 900mm (+) 900mm (-) ; Length can be customized
Connector	MC4 or MC4 compatible
Max front load (e.g.: snow)	5400 Pa
Max back load (e.g.: wind)	2400 Pa

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

NOCT	45°C ±2°C
Temperature coefficient of Pmax	-0.396%/°C
Temperature coefficient of Voc	-0.31%/°C
Temperature coefficient of Isc	+0.06%/°C

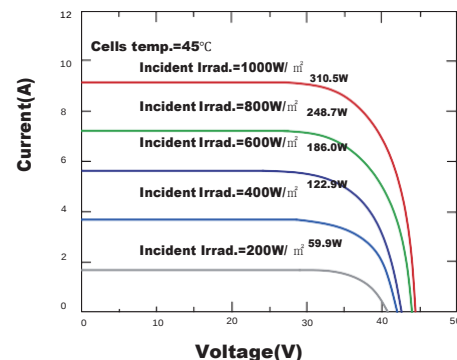
MAXIMUM RATINGS

Operating temperature range	-45 °C ~+85 °C
Maximum system voltage	1500V/DC(IEC) 1500V/DC(UL)
Max series fuse rating	25 A

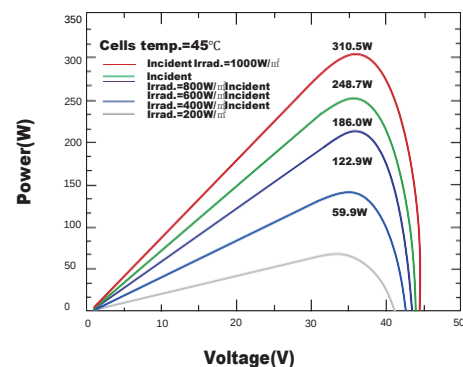
PACKAGING (1956x992x40mm)

Type	Pcs	Weight
Per Pallet	27 pcs	650 kg
40ft HQ Container	720 pcs	17.3 t

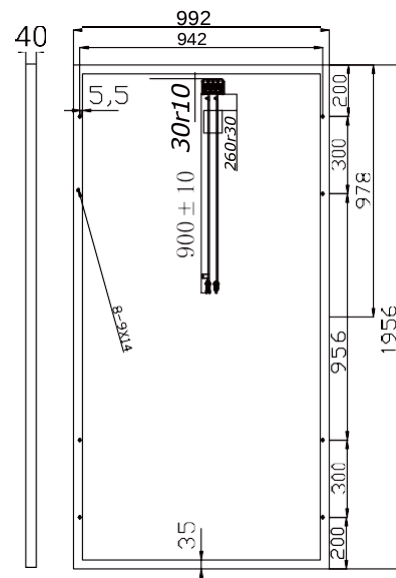
PV MODULE : EGE-350W-72M



PV MODULE : EGE-350W-72M



Dimension of PV Module (mm)



ANEXO 5

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



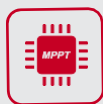
Multi protection



Battery smart
charge design



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



Advanced maximum
power point tracking (MPPT)
technology



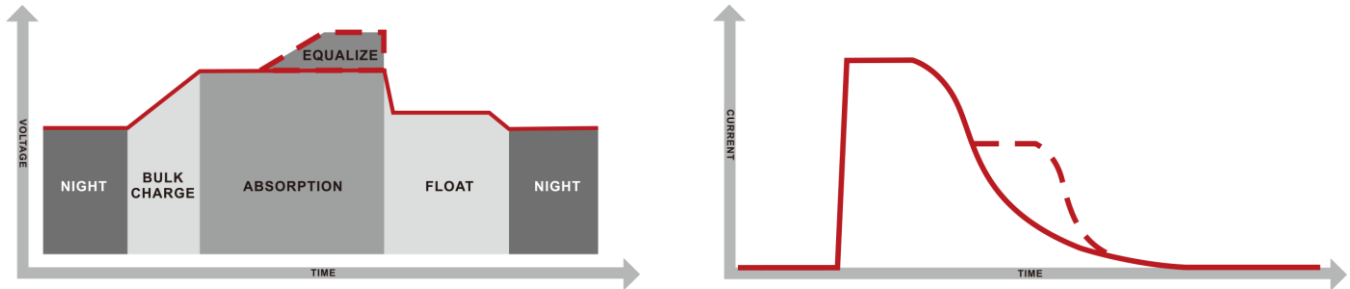
High tracking efficiency
>99.5%

MUST®

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

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

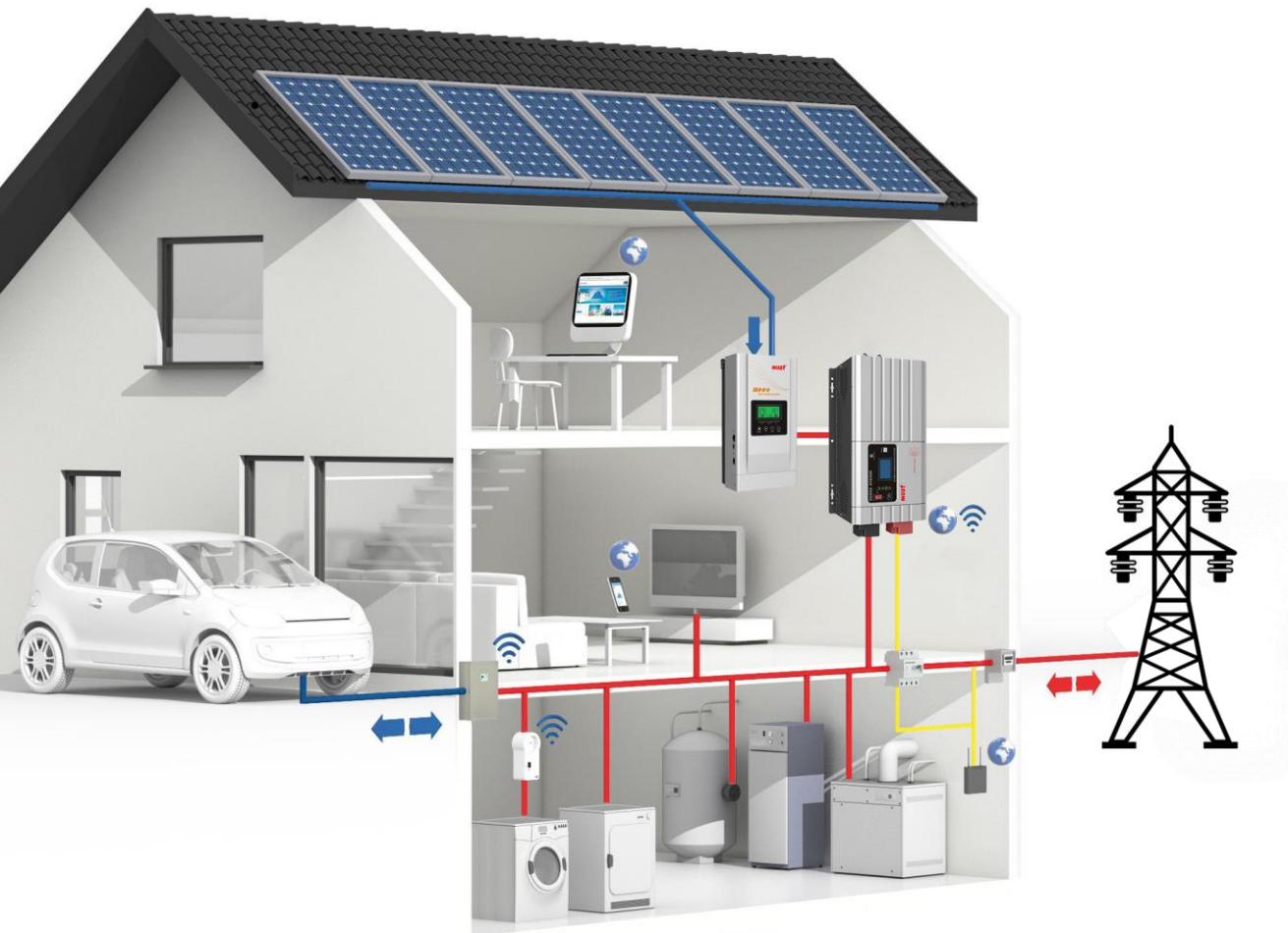
There's a battery reverse protection function in the board, then the controller will be perfectly protected even installer or user connect the battery in reverse pole accidentally

APPLICABLE PLACE

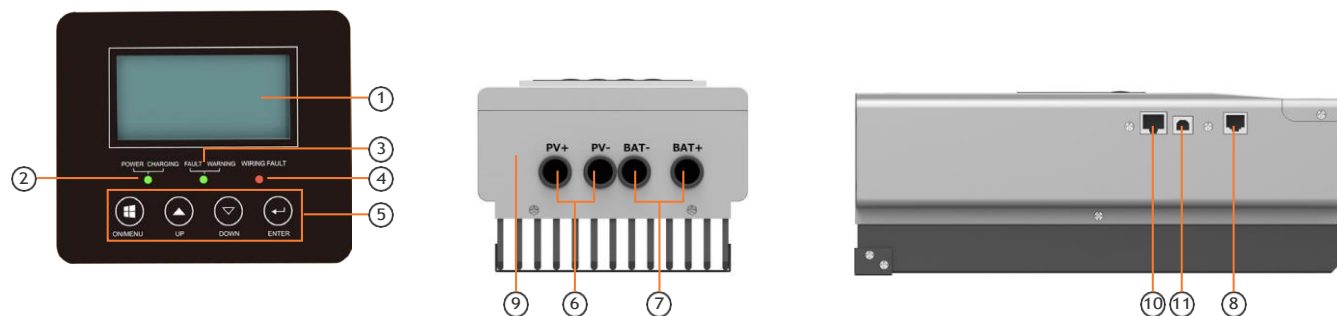
The solar charge controller is an automatic control device, it can be used in all solar power systems to control solar panel array to charge batteries.

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 Compensation Coefficient	-5mV / °C / cell (25°Cref.)			
	Temperature Compensation Range	0°C to+50°C			
	Temperature Compensation 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°Cto 75°C			
	Storage Temperature	-40°C to75°C			
	Humidity	0%-90% RH (No condensing)			
	Enclosure	IP20			

ANEXO 6

ESPECIFICACIONES DE BATERÍAS



CHARACTERISTICS



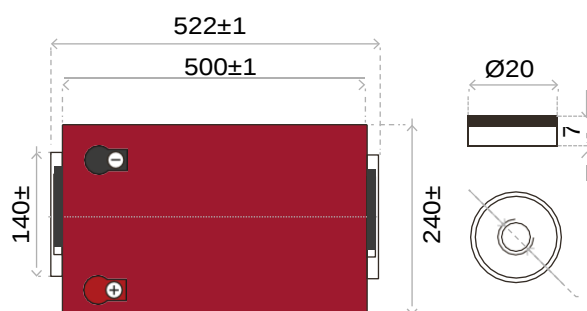
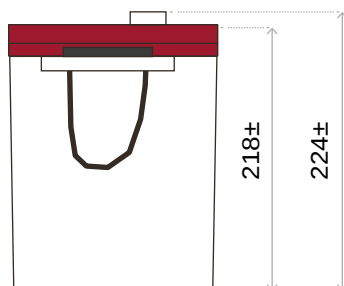
Compact size ideal for any type of use.



Great performance due to its deep discharge cycle life.

Perfect to use as accumulator in photovoltaic installations.

DIMENSIONS



GEL BATTERY

12V 250 AH

GEL SERIES BATTERY

GEL series batteries are manufactured with special separators and silica gel immobilizing the electrolyte inside the battery. The proven silica gel technology can improve battery cycle life and performance at wider temperature range. The deep discharge cycle life is increased 50% compared normal battery.



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)		250Ah	
	Cells Per battery		6	
DIMENSION	Length	Width	Height	Total Height
	522 mm	240 mm	218 mm	224 mm
APPROX. WEIGHT	57.0 kg $\pm$ 3%			
CAPACITY @ 25°C	10 hour rate (20.0A)	5 hour rate (34.6A)	3 hour rate (52.4A)	1 hour rate (122.8A)
	200.0 Ah	173.0 Ah	157.2 Ah	122.8 Ah
MAX. DISCHARGE CURRENT	2000 A (5 sec.)			
INTERNAL RESISTANCE	Full charged Vat 25°C: Approx. 2.1m Ω			
CAPACITY AFFECTED BY TEMP. (10 HR)	40°C	25°C	0°C	
	103%	100%	86%	
CHARGE METHOD @25°C	Cycle Use		Standby Use	
	14.1-14.4V (Initial charging current less than 27A)		13.50-13.80V	

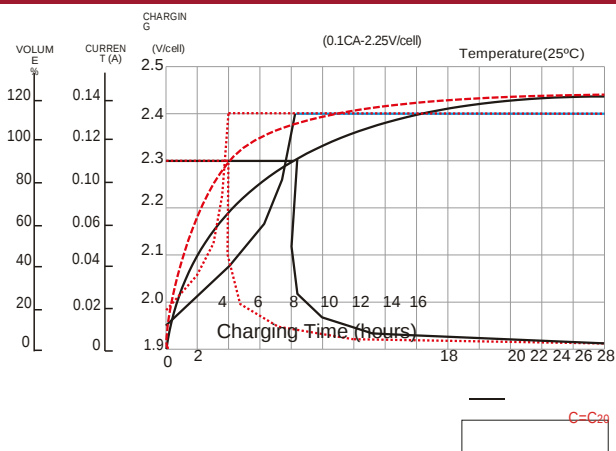
BATTERY DISCHARGE TABLE

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

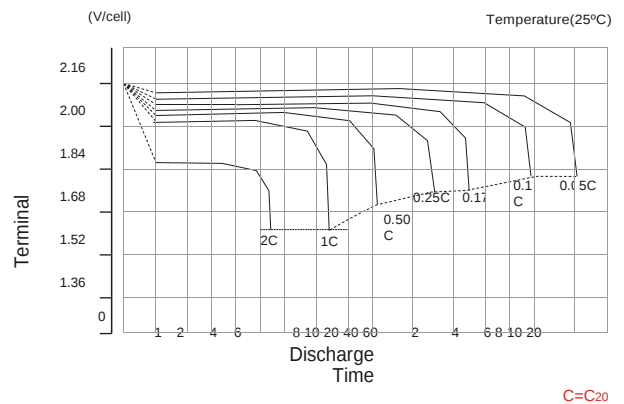
F.V / TIME	10 min	15 min	30 min	60 min	3 h	5 h	10 h	20 h
1.80	A	431.78	328.03	221.51	124.13	51.99	35.75	19.66
	W	781.95	606.20	411.12	231.26	97.48	67.83	20.92
1.75	A	447.38	334.65	225.81	129.03	53.76	36.56	20.00
	W	816.90	624.13	424.30	242.85	101.61	69.97	21.38
1.70	A	474.56	347.89	229.04	129.55	54.30	37.14	20.42
	W	876.98	654.40	434.03	247.31	104.10	71.99	22.10
1.65	A	484.12	356.72	231.19	130.20	55.10	37.84	20.92
	W	900.94	678.84	442.96	237.87	106.69	74.01	23.22
1.60	A	503.24	367.75	236.56	131.10	56.45	39.12	21.80
	W	943.57	704.25	457.05	255.38	110.20	77.06	24.41

BATTERY CHARACTERISTICS

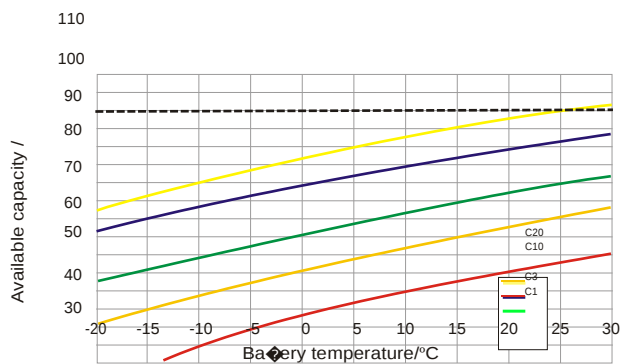
Float charging characteristics



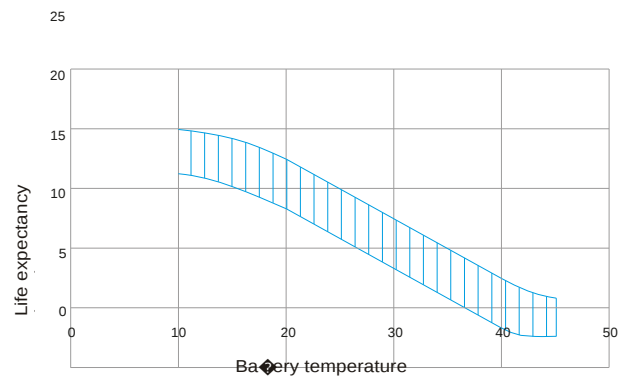
Discharge characteristics



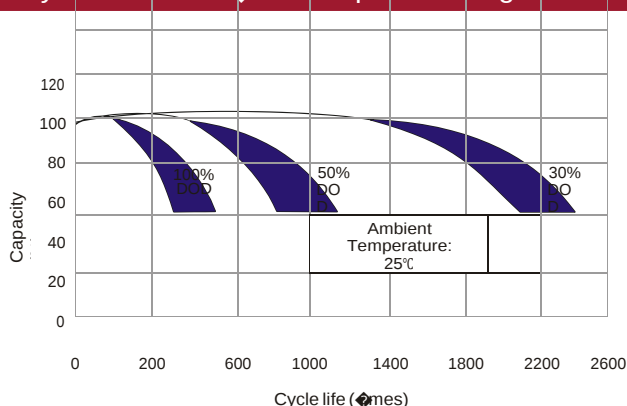
Temperature effects in relation to battery capacity



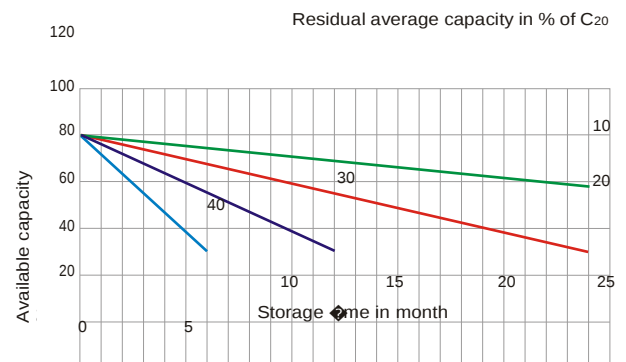
Effect of temperature on long term float life



Cycle life in relation to depth discharge



General relation of capacity vs. storage time



ANEXO 7

ESPECIFICACIONES DE INVERSOR

High frequency solar inverter

PV1800 VPM Series (1KW-5KW)



Features

- Rated power: 1-5KW
- Pure sine wave output
- Smart LCD setting (Working modes, Charge Current, Charge Voltage, etc).
- Built in MPPT 60A/80A solar charge controller
- Combining solar system, AC utility, and battery power source to supply continuous power
- Overload, short circuit and Deep discharge protection
- Cold start function
- Support USB, RS485 monitoring function
- WIFI remote monitoring (optional)
- Compatible to generator
- Support parallel operation up to 3 units (available for 3KW-5KW 48V)

Introduction

This is a multi-function inverter/charger, combining functions of inverter, MPPT 60A/80A solar charger and battery charger to offer uninterruptible power support with portable size. Its comprehensive LCD display offers user-configurable and easy-accessible button operation such as battery charging current, AC/solar charger priority, and acceptable input voltage based on different applications.

Back panel printing description



1. LCD Display

2. Status Indicator

3. Charging Indicator

4. Fault Indicator

5. Function Buttons

6. AC Input

7. AC Output

8. RS-485 Communication port

9. USB

10. Dry Contact

11. PV Input

12. Power On/Off Switch

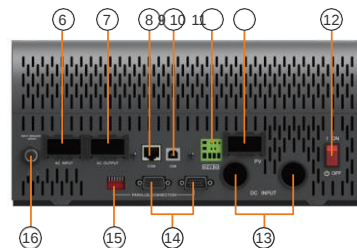
13. Battery Input

14. Parallel communication port (only for parallel model)

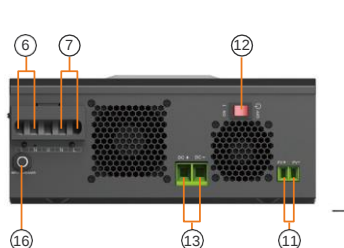
15. Parallel switch

16. Circuit breaker

17. USB WiFi



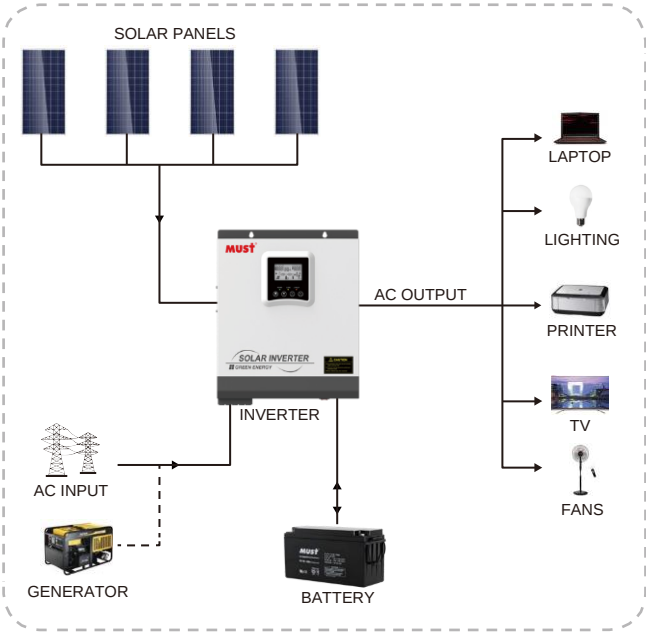
(4-5KW)



(2-3KW)



Solar system connection



Specification

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					