



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA



**DISEÑO DE UN SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA
MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA EL
RIEGO DE UNA PARCELA EN LA COMUNIDAD
CHIMPA JALLAPISI DE AZÁNGARO**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. HITLER ROMEL GOZME VILAVILA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

JULIACA - PERÚ

2024



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA
MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA EL
RIEGO DE UNA PARCELA EN LA COMUNIDAD
CHIMPA JALLAPISI DE AZÁNGARO**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. HITLER ROMEL GOZME VILAVILA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:


Mgtr. WALTER JACINTO LIZARRAGA ARMAZA

PRIMER MIEMBRO

:


Dr. BENJAMÍN CHUQUIMAMANI QUINTO

SEGUNDO MIEMBRO

:


Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

ASESOR DE TESIS

:


Dr. EFRAÍN PARILLO SOSA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA – P18



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1551-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 22 de noviembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024- 16066 presentado por el (la) Bachiller: **HITLER ROMEL GOZME VILAVILA** estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **HITLER ROMEL GOZME VILAVILA**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA EL RIEGO DE UNA PARCELA EN LA COMUNIDAD CHIMPA JALLAPISI DE AZÁNGARO**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecánico Electricista**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- * **Presidente** : Mgtr. WALTER JACINTO LIZARRAGA ARMAZA
- * **1er Miembro** : Dr. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO
- * **2do Miembro** : Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

ARTICULO SEGUNDO. - **RECONOCER** como asesor de la propuesta de investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**.

ARTICULO TERCERO . - APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **HITLER ROMEL GOZME VILAVILA**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA EL RIEGO DE UNA PARCELA EN LA COMUNIDAD CHIMPA JALLAPISI DE AZÁNGARO** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecánico Electricista**. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : Miercoles 27 de noviembre del 2024
- * **HORA** : 8:00 a.m.
- * **LUGAR** : Aula 204 - EPIME

ARTÍCULO CUARTO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecánica Eléctrica** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

cc.
Archivo
interesado (s)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CS. PURAS

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
DIRECTOR
Dr. Eirain Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1525-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 19 de noviembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 17152, presentado por el señor (a) **HITLER ROMEL GOZME VILAVILA** solicitando **CAMBIO DE ASESOR DE INVESTIGACIÓN**, el Proveído del Director de la Unidad de Investigación de la FICP, y la RESOLUCIÓN DECANAL N° 613-2024-D-UI-FICP-UANCV Aprobación de la PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN RESOLUCIÓN DECANAL N° 963 -2024-D-UI-FICP-UANCV Aprobación del INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS), para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico Electricista.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **HITLER ROMEL GOZME VILAVILA** ha presentado cambio de asesor de tesis del tema investigación Titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA EL RIEGO DE UNA PARCELA EN LA COMUNIDAD CHIMPA JALLAPISI DE AZÁNGARO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecánico Electricista**.

Que, el Director de la Unidad de Investigación de la FICP a tomado conocimiento que el asesor **MSc. MARIO ALEJANDRO RAMOS HERRERA** no tiene vínculo laboral en la facultad de ingenierías y ciencias puras y existiendo la RESOLUCIÓN DECANAL N° 613-2024-D-UI-FICP-UANCV Aprobación de la PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN RESOLUCIÓN DECANAL N° 963 -2024-D-UI-FICP-UANCV Aprobación del INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS).

Estando, a la solicitud del ejecutante y en cumplimiento al reglamento al Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención Grados Académicos y Títulos Profesionales; el director de la Unidad de Investigación **Dr. Efraín Parillo Sosa** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió el proveído favorable del cambio de asesor de investigación del tema titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA EL RIEGO DE UNA PARCELA EN LA COMUNIDAD CHIMPA JALLAPISI DE AZÁNGARO**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **CAMBIO DE ASESOR DE INVESTIGACION**, designado al señor (a): **HITLER ROMEL GOZME VILAVILA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, con el Tema Titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA EL RIEGO DE UNA PARCELA EN LA COMUNIDAD CHIMPA JALLAPISI DE AZÁNGARO** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA**, se le asigna como:

ASESOR: Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a la) docente **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecánica Eléctrica** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



cc.
Archivo 2024
Interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 963-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 11 de setiembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 10784 por el señor (a): **HITLER ROMEL GOZME VILAVILA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 872- 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 010 - 2024 del integrante del comité de investigación **EPIME** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **HITLER ROMEL GOZME VILAVILA**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA EL RIEGO DE UNA PARCELA EN LA COMUNIDAD CHIMPA JALLAPISI DE AZÁNGARO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecánico Electricista**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Benjamin Chuquimamani Quinto** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecánica Eléctrica** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 010 - 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA EL RIEGO DE UNA PARCELA EN LA COMUNIDAD CHIMPA JALLAPISI DE AZÁNGARO**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **HITLER ROMEL GOZME VILAVILA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecánico Electricista**, con el Tema Titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA EL RIEGO DE UNA PARCELA EN LA COMUNIDAD CHIMPA JALLAPISI DE AZÁNGARO** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), **M.Sc. MARIO ALEJANDRO RAMOS HERRERA**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecánica Eléctrica** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Efraín Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 613-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 11 de julio del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 6861, presentado el señor (a) **HITLER ROMEL GOZME VILAVILA** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el PROVEIDO - N° 477 -2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 009-2024 del integrante del comité de investigación **EPIME** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **HITLER ROMEL GOZME VILAVILA** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA EL RIEGO DE UNA PARCELA EN LA COMUNIDAD CHIMPA JALLAPISI DE AZÁNGARO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecánico Electricista**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Benjamín Chuquimamani Quinto** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecánica Eléctrica** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 009-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA EL RIEGO DE UNA PARCELA EN LA COMUNIDAD CHIMPA JALLAPISI DE AZÁNGARO**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **HITLER ROMEL GOZME VILAVILA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecánico Electricista**, con el Tema Titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA EL RIEGO DE UNA PARCELA EN LA COMUNIDAD CHIMPA JALLAPISI DE AZÁNGARO** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA**.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **M.Sc. MARIO ALEJANDRO RAMOS HERRERA**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecánica Eléctrica** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. **MILTHON QUISPE HUANCA**
DECANO
CIP. 47790



Dr. **Efraín Parillo Sosa**
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Interesado (a)



DISEÑO DE UN SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA MEDIANTE PANEALES FOTOVOLTAICOS PARA EL RIEGO DE UNA PARCELA EN LA COMUNIDAD CHIMPA JALLAPISI DE AZÁNGARO

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%

INDICE DE SIMILITUD

14%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	3%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
3	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	repositorio.unj.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unac.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	cybertesis.uni.edu.pe Fuente de Internet	1%




METADATOS COMPLEMENTARIOS



TÍTULO DE LA TESIS	
DISEÑO DE UN SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA EL RIEGO DE UNA PARCELA EN LA COMUNIDAD CHIMPA JALLAPISI DE AZÁNGARO	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	HITLER ROMEL GOZME VILAVILA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	71836179
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0007-4754-0935
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	EFRAIN PARILLO SOSA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02416058
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-7567-039X
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	WALTER JACINTO LIZARRAGA ARMAZA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02393436
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02406088
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	SALVADOR TEODORO VALDIVIA CÁRDENAS
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02383061



Datos de investigación	
Línea de investigación	TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA – P18
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>Ubicación País: Perú Región: Puno Provincia: Azángaro Distrito: Azángaro Comunidad Chimpa Jallapisi Coordenadas: Longitud: -14.8722 Latitud: -70.1804 URL maps https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1139iIxn960IzqeRDHhc6FX-x3zsmWHw&usp=sharing</p> 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Julio 2024 – Noviembre 2024
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	<p>Ingeniería mecánica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.03.01</p> <p>Sistemas de automatización, Sistemas de control https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.03</p>

UNIVERSIDAD NACIONAL NESTOR CERRES VELASQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS



Dr. Efraim Pajillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo HITLER ROMEL GOZME VILAVILA, identificado con DNI Nro. 71836179, en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional**
- Programa de Segunda Especialidad,**
- Programa de Maestría o Doctorado**

INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación, Trabajo Académico denominada:

DISEÑO DE UN SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA EL RIEGO DE UNA PARCELA EN LA COMUNIDAD CHIMPA JALLAPISI DE AZÁNGARO

Asesorado por: Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 05 de DICIEMBRE del 2024

Firma del Asesor
(obligatoria)

Firma del Estudiante
(obligatoria)

Huella





DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios, por ser mi guía y motor de mi fortaleza en cada uno de los pasos de este camino, a mi querido hijo Thiago Gael, quien ilumina mis días con su alegría, y a mis amados padres, Julia y Rómulo, por su ejemplo de esfuerzo y dedicación, que me han guiado a lo largo de este camino. Su apoyo y amor han sido la base de todo lo que he logrado.



AGRADECIMIENTO

Estoy muy agradecido por la oportunidad de crecer académicamente a la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, y al Msc. Mario Alejandro Ramos Herrera por impartirme sus saberes y orientación, los cuales fueron fundamentales para de suma importancia en la realización de este estudio.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCIÓN.....	xi

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. Descripción del problema.....	1
1.2. Formulación del problema.....	3
1.2.1. Problema principal.....	3
1.2.2. Problemas específicos.....	3
1.3. Justificación.....	4
1.3.1. Justificación teórica.....	4
1.3.2. Justificación práctica.....	5
1.3.3. Justificación metodológica.....	5
1.4. Objetivos de la investigación.....	7



1.4.1. Objetivo general.....	7
1.4.2. Objetivos específicos.....	7
1.5. Hipótesis.....	7
1.5.1. Hipótesis general.....	7
1.5.2. Hipótesis específicas.....	8
1.6. Operacionalización de variables.....	8

CAPITULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Bases teóricas.....	9
2.1.1. Energías renovables.....	9
2.1.2. Energía solar.....	10
2.1.3. Radiación solar.....	12
2.1.4. Componentes de la radiación.....	12
2.1.5. Irradiación.....	13
2.1.6. Evapotranspiración.....	14
2.1.7. Sistema de bombeo.....	15
2.1.8. Componentes de un sistema de bombeo.....	16
2.1.9. Sistema Fotovoltaico.....	20
2.1.10. Panel solar.....	21
2.1.11. Tipos de paneles.....	22



2.2. Definición de términos 23

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. Métodos de investigación 25

3.1.1. Tipo de investigación 25

3.1.2. Enfoque de investigación..... 26

3.1.3. Diseño de la investigación 26

3.1.4. Nivel de la investigación 26

3.2. Ámbito de investigación..... 26

3.3. Población y muestra 27

3.4. Técnicas e instrumentos de investigación..... 27

3.5. Recogida de datos..... 28

CAPITULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Presentación 29

4.2. Análisis e interpretación de resultados..... 29

4.2.1. Conforme al objetivo específico 1 29

4.2.2. Conforme al objetivo específico 2 35

4.2.3. Conforme al objetivo específico 3 41

4.2.4. Respecto al objetivo general 45



4.3. Prueba de hipótesis	47
4.4. Discusión de resultados.....	48
4.4.1. Respecto al objetivo específico 1	48
4.4.2. Respecto al objetivo específico 2	48
4.4.3. Respecto al objetivo específico 3	49
CONCLUSIONES.....	51
RECOMENDACIONES	53
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54
APÉNDICES.....	57
Apéndice 1: Matriz de Consistencia.....	58
Apéndice 2: Ficha Técnica de la Bomba	59
Apéndice 3: Ficha Técnica del Panel.....	61



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables.....	8
Tabla 2. Ubicación del lugar de proyecto	27
Tabla 3. Irradiación y horas solar pico de la parcela en la comunidad chimpa jallapisi.....	31
Tabla 4. Irradiacion de la parcela en la comunidad chimpa jallapisi	33
Tabla 5. Coeficiente k de perdidas en accesorios.....	39
Tabla 6. Ficha técnica del panel fotovoltaico.....	41



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de energía solar mundial	11
Figura 2. Componentes de la radiación solar	13
Figura 3. Irradiancia de un día soleado normal y horas solar pico	14
Figura 4. Evapotranspiración de cultivo	15
Figura 5. Esquema de sistema solar de bombeo de agua	17
Figura 6. Instalación de bombeo con bomba sumergible	19
Figura 7. Panel y celdas-células fotovoltaicas	22
Figura 8. Obtención de la irradiación	31
Figura 9. Obtención datos de condiciones climáticas de la plataforma nasa power ..	32
Figura 10. Obtención de la evapotranspiración	33
Figura 11. Esquema de la instalación de bombeo de agua.....	35
Figura 12. Selección de la bomba.....	39
Figura 13. Bomba sumergible pedrollo modelo 4sr13gm/15	40
Figura 14. Configuración de la matriz fotovoltaica	45
Figura 15. Esquema de riego de la parcela	47



RESUMEN

El presente trabajo de investigación, se hizo con el fin de solucionar el problema que se tiene respecto a la necesidad de agua para uso en un cultivo en una parcela en la comunidad Chimpa Jallapisi, de Azángaro, para ello el objetivo general de esta investigación fue el diseñar un sistema de bombeo de agua con paneles fotovoltaicos para el riego de la parcela. Respecto al método, la investigación fue de enfoque cuantitativo, a nivel descriptivo, de tipo aplicado y de un diseño no experimental. Se considero la muestra comprendida por la parcela agrícola con un área de 1700m². Para la recolección de datos se ha utilizado la técnica de observación y el análisis documental e instrumentos como la guía de observación y la ficha de revisión documental para el diseño se aplicaron las ecuaciones necesarias y el uso de fichas técnicas para la selección de la bomba y panel fotovoltaico adecuados, así como el uso de plataformas de datos como Nasa Power Prediction Of Worldwide y de Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) , las cuales nos proporcionaron datos necesarios para la estimación de la demanda hídrica, así como datos de irradiación. Como resultado se obtuvo, que la bomba seleccionada fue la electrobomba sumergible modelo Pedrollo 4SR13Gm/15 Monofásica de 1.5 HP para una altura dinámica total de 24 metros; del mismo modo se seleccionó el módulo fotovoltaico monocristalino JA Solar JAM54S31-405 MR el cual cuenta con una potencia de 405W, se determinó el uso de 7 paneles para su conexión en serie en una fila. Por lo tanto, se concluyó que se cumplió con el objetivo de diseñar un sistema de bombeo de agua mediante paneles fotovoltaicos para el riego de una parcela en la comunidad Chimpa Jallapisi de Azángaro.

Palabras clave: Bombeo, sistema fotovoltaico, irradiancia solar



ABSTRACT

The present study work stood passed out in order to resolve the problematic that exists regarding the need for water for use in a crop on a plot in the Chimpa Jallapisi community, of Azángaro, for this the general objective of the examine stayed designing an aquatic impelling arrangement using photovoltaic panels for irrigation of the plot. Regarding the method, the investigate had a numerical method, descriptive level, applied kind and by a non-experimental plan. The model was considered to be comprised of the agricultural plot with an area of 1700m². Aimed at facts group, the thought procedure and documented examination stood used and devices such as the remark leader then the textual review sheet for the plan, the required equivalences stood useful and the use of procedural sheets for the selection of the pump and panel. adequate photovoltaic, by way of fine as the usage of data platforms such as Nasa Power Prediction Of Worldwide and the Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS), which provided us with data necessary for estimating water demand, as well as irradiation data. As a result, the issue stayed obtained that the pump selected stayed the Pedrollo 4SR13Gm/15 single-phase 1.5 HP submersible electric pump for a entire active skull of 24 meters; as per fit as JA Solar JAM54S31-405 MR monocrystalline photovoltaic module with a nominal power of 405W, the use of 7 solar panels for series connection in a row was determined. Therefore, the issue stayed concluded that the objective of designing a water pumping scheme using photovoltaic panels aimed at the irrigation of a plot in the Chimpa Jallapisi community of Azángaro was met.

Keywords: Pumping, photovoltaic system, solar irradiance



INTRODUCCIÓN

A nivel global la crisis climática y la creciente demanda de agua plantean grandes desafíos para la agricultura sostenible en todo el mundo. Es así que, la energía solar fotovoltaica se destaca como una solución prometedora para el bombeo de agua en áreas agrícolas, ofreciendo una alternativa limpia y renovable. No obstante, su implementación enfrenta retos como la variabilidad solar y la eficiencia de los sistemas, lo que impulsa la investigación global para optimizar su uso. En Perú, la agricultura es vital para la economía, pero enfrenta problemas de acceso y disponibilidad de agua para riego. La dependencia de energía convencional incrementa costos y emisiones de gases contaminantes. Por ello, es crucial explorar alternativas sostenibles como la energía solar fotovoltaica a fin de mejorar la eficiencia del riego agrícola. En Chimpa Jallapisi, Azángaro, Puno, la escasez del agua y la falta de infraestructura eléctrica limitan la producción agrícola. Un sistema de bombeo de agua por medio de energía fotovoltaica podría mejorar significativamente el acceso al agua para riego, promoviendo el desarrollo agrícola y económico local.

Actualmente contamos con tecnología que posibilita el traslado de cualquier líquido a través de mecanismos de bombeo, los cuales requieren de una fuente de energía para operar de manera eficaz, lamentablemente, en nuestra realidad, es bastante complicado tener electricidad en áreas alejadas de las ciudades, lo que dificulta también el acceso al agua, esto se debe a la escasez de este recurso y a las dificultades para transportarlo desde fuentes como ríos, pozos, lagos o canales hasta donde se requiera, por esta razón, es común recurrir a sistemas de bombeo para satisfacer estas necesidades, este sistema posee un motor que convierte la energía eléctrica a energía de tipo mecánica y la transfiere a la bomba hidráulica.



Sin embargo, la bomba requiere energía eléctrica para funcionar. En áreas sin acceso a la red eléctrica, es común emplear generadores. Estos dispositivos utilizan un motor de combustión que quema combustibles fósiles para producir la energía eléctrica requerida por la electrobomba (Vidales, 2022).

Ante tal situación es que la presente investigación se centra en diseñar un sistema de bombeo de agua mediante el uso de paneles fotovoltaicos para el riego de una parcela en la comunidad Chimpa Jallapisi de Azángaro, aprovechando con ello un recurso de fácil acceso y amigable con el medio ambiente como es la energía solar.

El Capítulo I brinda una visión general de la investigación, incluyendo la descripción de la problemática del estudio, objetivos, las justificaciones, hipótesis y variables. El Capítulo II presenta las bases teóricas, así como un apartado de definición de términos que se toman en consideración para la investigación. El Capítulo III proporciona una descripción integral del procedimiento metodológico, incluyendo el tipo, el diseño, enfoque, ámbito y alcance de la investigación, así como la población, y técnicas empleadas. El Capítulo IV presenta los resultados del estudio y el apartado de discusión con antecedentes de investigaciones realizadas anteriormente. Asimismo, se presenta las conclusiones y sugerencias finales. Finalmente se incluyen referencias bibliográficas y los anexos pertinentes.



CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. Descripción del problema

A escala mundial, la crisis climática y la cada vez mayor necesidad de recursos hídricos plantean retos importantes para la agricultura que busca ser sostenible. Es claro que se necesita con urgencia encontrar soluciones novedosas y respetuosas con el medio ambiente para abastecer de agua para llevar a cabo las actividades agrícolas. La energía solar fotovoltaica ha sobresalido como una opción prometedora, ofreciendo una fuente de energía limpia y sostenible ambientalmente para los sistemas de bombeo de agua en las zonas agrícolas en todo el mundo (Jara, 2021).

La tecnología de bombeo fotovoltaico, que fusiona paneles solares con sistemas de bombeo de agua, se erige como una opción esperanzadora para zonas rurales y apartadas donde la disponibilidad de electricidad de la red es escasa o nula. A escala mundial, la mejora de estos sistemas es un campo de estudio dinámico que se centra en potenciar la eficiencia energética y la



confiabilidad operativa, aspectos fundamentales para su amplia aceptación. No obstante, la aplicación extendida se encuentra con obstáculos técnicos como la variación en la radiación solar, la efectividad de los mecanismos de almacenamiento o la resistencia de los componentes en condiciones difíciles. A escala mundial, la mejora de estos sistemas es un campo de estudio dinámico que se concentra en potenciar el ahorro de energía y la confiabilidad en su funcionamiento, aspectos fundamentales para su amplia aceptación.

En el contexto peruano, la agricultura juega un papel esencial en la economía y en garantizar la disponibilidad de alimentos. La utilización de fuentes tradicionales de energía para impulsar el bombeo de agua agrava estas dificultades, resultando en gastos elevados y emisiones considerables de gases de efecto invernadero; Es crucial investigar opciones energéticas sostenibles, como la energía solar fotovoltaica, a fin de potenciar la eficacia y la sostenibilidad del riego agrícola en todo el país. No obstante, numerosas zonas dedicadas a la agricultura se ven confrontadas con obstáculos vinculados a la presencia y la obtención de agua para el riego. La utilización de fuentes tradicionales de energía a fin de impulsar el bombeo de agua empeora estas situaciones, resultando en gastos elevados y emisiones considerables de gases que ocasionan el efecto invernadero; es así que es crucial investigar opciones energéticas sustentables, como la energía solar fotovoltaica, a fin de potenciar la eficacia y la durabilidad del riego agrícola en todo el país (Farfán, 2018).

En Chimpa Jallapisi, una comunidad situada en Azángaro, Puno, ciertos campos de cultivo se ven confrontados con retos particulares en lo relacionado al abastecimiento de agua. La escasez de agua, agravada por épocas de sequía y la ausencia de fuentes de energía eléctrica convencional, suponen desafíos



importantes para el agricultor de la zona. La carencia de energía confiable y económica también impacta de forma desfavorable en la agricultura y el progreso económico de la zona. Dentro de esta situación, el diseño de un sistema de bombeo de agua impulsado por la energía solar fotovoltaica surge como una alternativa prometedora para incrementar la disponibilidad y la facilidad de acceso al agua destinada al riego de una parcela agrícola en particular, con la posibilidad de fomentar el progreso agrícola y económico a largo en la comunidad.

En este contexto específico, el objetivo del estudio es diseñar un sistema de paneles fotovoltaicos en la comunidad de Chimpa Jallapisi para suministrar energía a una electrobomba que se encargará de bombear agua para el riego de cultivo de una parcela. Esta propuesta busca resolver la falta de electricidad y garantizar el abastecimiento de agua necesaria para los cultivos, lo que mejorará la utilización de los recursos energéticos y generará beneficios económicos.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema principal

¿Cómo diseñar un sistema de bombeo de agua mediante paneles fotovoltaicos para el riego de una parcela en la comunidad Chimpa Jallapisi de Azángaro?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es el recurso solar disponible y la demanda hídrica de la zona de cultivo?
- ¿Cómo dimensionar y seleccionar la electrobomba y la tubería de impulsión?



- ¿Cuál es la configuración de la matriz fotovoltaica del sistema de bombeo?

1.3. Justificación

1.3.1. Justificación teórica

Desde una perspectiva teórica, este estudio se fundamenta en la importancia de investigar y utilizar tecnologías sostenibles y renovables para enfrentar los retos relacionados con la provisión de agua en la agricultura. El manejo de energía solar fotovoltaica para la extracción de agua se fundamenta en principios científicos sólidamente establecidos, como la conversión de la energía solar a la energía de tipo eléctrica por medio del efecto fotovoltaico. La teoría de los sistemas de bombeo y la eficiencia energética ofrecen un fundamento robusto para comprender la manera de mejorar el diseño y desempeño de dichos sistemas. Además, se respalda en la teoría del manejo integrado de recursos hídricos, la cual fomenta la administración armonizada y perdurable del agua y demás recursos, garantizando una distribución sostenible

Importancia y Relevancia Teórica:

- **Importancia Epistemológica:** Ofrece un fundamento teórico sobre la aplicación de energías renovables en la agricultura, lo cual resulta esencial para fomentar la adopción de métodos agrícolas que sean sostenibles
- **Relevancia Científica:** Aporta al conocimiento ya establecido acerca del uso de tecnologías solares en el manejo del agua, respaldando investigaciones venideras y la creación de innovadoras soluciones tecnológicas.



1.3.2. *Justificación práctica*

Desde una perspectiva práctica, este estudio se propone enfrentar los retos apremiantes y las demandas imperiosas de los cultivos en la localidad de Chimpa Jallapisi en la región de Azángaro. El propósito principal de instalar un sistema de bombeo de agua usando la energía solar fotovoltaica, es incrementar de forma sostenible y rentable la disponibilidad de agua para el riego agrícola. Esto ayudara a:

- **Incrementar la eficiencia en la producción de alimentos:** Garantizando una provisión continua y segura de agua para las plantaciones.
- **Incrementar la protección de la disponibilidad de alimentos:** Asegurando que haya suficiente agua para cultivar alimentos.
- **Disminuir los gastos de funcionamiento a largo plazo.:** Al liberarnos de la necesidad de combustibles fósiles y disminuir el gasto en energía.
- **Promover el crecimiento económico.:** Incrementado el bienestar y fomentando el progreso económico de la comunidad.

Importancia y relevancia práctica

- **Impacto Directo:** Mejora la productividad del riego y promueve la sustentabilidad en la agricultura local.
- **Solución viable:** Ofrece una alternativa factible y sustentable para la población rural que no dispone de conexión a la red de electricidad.

1.3.3. *Justificación metodológica*

Metodológicamente, este estudio se realizará utilizando un enfoque cuantitativo y un nivel descriptivo:



- **Documentar y analizar exhaustivamente:** Los elementos, la disposición y el desempeño del sistema de bombeo de agua alimentado por la energía solar fotovoltaica.
- **Obtener datos detallados:** A través de la observación directa en el lugar, se obtendrán datos acerca de los detalles técnicos y funcionales del diseño del sistema.
- **Garantizar una descripción exhaustiva y precisa:** Del diseño que involucra los cálculos matemáticos para la selección de diversos componentes.

Importancia y Relevancia Metodológica

- **Desarrollo de Conocimiento:** Ofrece un análisis exhaustivo y minucioso sobre la estructura y operatividad del sistema, que puede ser utilizado como guía en investigaciones y proyectos venideros de índole similares.
- **Base Sólida para Implementación:** Garantiza que el diseño sirva para una futura implementación del sistema de bombeo de agua impulsado por energía solar en el ámbito de estudio.

Aporte científico

La presente investigación aporta al ámbito científico al:

- **Crear y confirmar la efectividad de un patrón.:** Con el propósito de instalar sistemas de bombeo de agua alimentados por energía solar en áreas rurales.
- **Aportar a la literatura ya establecida:** En la aplicación de energías sostenibles para controlar el uso de agua en la agricultura.



- **Ofrecer soluciones prácticas:** Estas prácticas innovadoras podrían ser replicadas en otras localidades, contribuyendo a fortalecer la sostenibilidad y eficacia del riego en áreas rurales.

Este enfoque integral garantiza que la investigación no solo cuente con un fundamento teórico sólido, sino que también genera un impacto práctico relevante y disponga de una metodología claramente establecida para su ejecución.

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. *Objetivo general*

Diseñar un sistema de bombeo de agua mediante paneles fotovoltaicos para el riego de una parcela en la comunidad Chimpa Jallapisi de Azángaro.

1.4.2. *Objetivos específicos*

- Determinar el recurso solar disponible y estimar la demanda hídrica de la zona de cultivo.
- Dimensionar y seleccionar la electrobomba y la tubería de impulsión.
- Configurar la matriz fotovoltaica para el sistema de bombeo.

1.5. Hipótesis

1.5.1. *Hipótesis general*

Es posible diseñar un sistema de bombeo de agua mediante paneles fotovoltaicos para el riego de una parcela en la comunidad Chimpa Jallapisi de Azángaro.

1.5.2. Hipótesis específicas

- Es posible determinar el recurso solar disponible y estimar la demanda hídrica de la zona de cultivo.
- Es posible dimensionar y seleccionar la electrobomba y la tubería de impulsión.
- Es posible configurar la matriz fotovoltaica para el sistema de bombeo.

1.6. Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	ÍNDICES
VARIABLE INDEPENDIENTE			
Demanda del recurso hídrico	Agua	Volumen de agua	m ³
		Caudal	m ³ /s
Radiación solar	Irradiación	Radiación solar	KWh/m ²
VARIABLE DEPENDIENTE			
Sistema de bombeo mediante paneles fotovoltaicos	Bomba	Potencia de la bomba	HP
	Matriz fotovoltaica	Potencia del módulo fotovoltaico	W

Nota. Elaboración propia.



CAPITULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Bases teóricas

2.1.1. *Energías renovables*

Se refieren a recursos que se generan sin cesar y son inagotables, pues se renuevan constantemente, es así que, en comparación de por ejemplo el combustible fósil, tienen cantidades limitadas y reservas finitas en un período específico. Las principales fuentes de energía incluyen la biomasa, la hidráulica, la geotérmica, la solar, la eólica y la energía marina. Los recursos renovables se encuentran repartidos de manera más equitativa que los recursos nucleares y fósiles, y la cantidad energética que proviene de fuentes renovables supera en más de tres veces el consumo real de energía a nivel mundial. Sin embargo, diversos desafíos obstaculizan la capacidad económica de los recursos renovables, como la competencia por el uso del terreno, la variabilidad y cantidad de la luz proveniente del sol, las preocupaciones de índole ambiental y los patrones de viento. (Instituto Tecnológico de Canarias, 2008).



2.1.2. Energía solar

La energía solar se considera una fuente energética sostenible, al igual que la energía hidroeléctrica de pequeña escala y la energía eólica. La fuente de esta energía viene a ser la radiación electromagnética emitida por el sol, la cual tiene la capacidad de desencadenar reacciones químicas o producir electricidad a través del efecto fotovoltaico utilizando paneles solares. La energía proveniente del sol es la fuente primordial de otras energías, como la eólica, que surge de los vientos generados por las variaciones de temperatura causadas por el sol en la tierra; la biomasa, que se crea a través de la fotosíntesis gracias a la luz solar, o la energía hidroeléctrica, que se origina en el ciclo del agua impulsado por la energía emitida del sol (Osinerming, 2019).

La energía solar, proveniente de la radiación electromagnética, y forma parte de las energías de tipo renovable. Esta energía es apta para convertirse en electricidad o calor mediante dispositivos como las células fotoeléctricas, colectores solares o heliostatos (Sampaio y González, 2017).

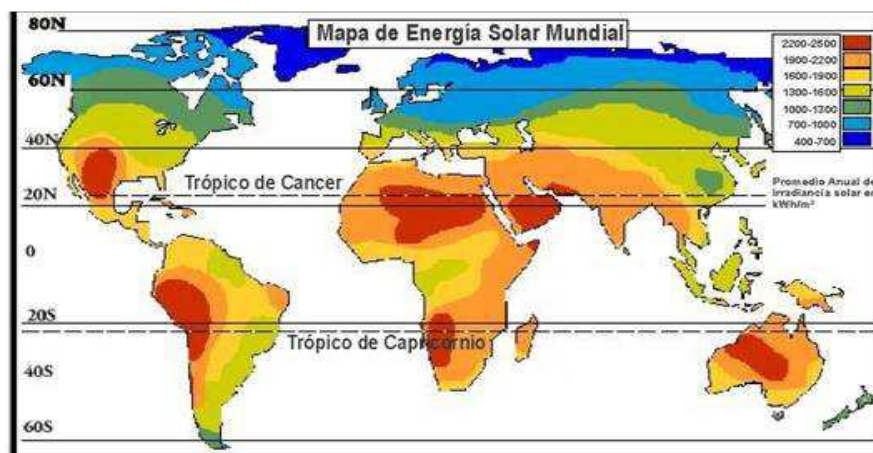
La energía ilimitada del Sol proviene principalmente de los procesos termonucleares que ocurren en su núcleo y corona. Debido a su gran masa, podemos afirmar con seguridad que su vida es prácticamente "infinita" en comparación con la vida humana en la Tierra. La fuerza que impulsa el viento, el océano y el proceso de fotosíntesis en las plantas, es la energía solar. La mayoría de las fuentes de energía sostenible provienen de esta energía, como la mareomotriz, la biomasa, la hidroeléctrica, la eólica y la solar. En tan solo una hora, la Tierra está bañada por una cantidad de energía solar mayor a la que nuestra sociedad consume a lo largo de un año (Vidales, 2022).

La principal fortaleza de la energía solar radica en su carácter renovable y ecológico. Los sistemas solares no necesitan combustibles para operar, no emiten gases dañinos ni producen sustancias tóxicas, lo que significa que la adopción global de esta fuente de energía podría reducir significativamente el impacto medioambiental. La energía solar se suma a otras fuentes de energía sostenible, como la de tipo eólica o el tipo hidroeléctrica. Existen diversas maneras de sacar provecho a la energía solar, como la producción de electricidad, esto a través de paneles solares a gran escala o en hogares, así como la utilización de termas y cocinas solares, entre otras opciones (Turgeon y Morse, 2021).

La energía del sol está al alcance de todos los rincones del planeta. Ciertas áreas del mundo son bañadas por una mayor cantidad de luz solar que otras, lo que las convierte en lugares privilegiados. No obstante, los sistemas solares fotovoltaicos cuentan con diversas utilidades, como proporcionar energía a sistemas de emergencia o iluminación remota, las cuales pueden ser implementadas en cualquier ubicación (Blas y Torres, 2011) .

Figura 1.

Mapa de energía solar mundial



Nota. (Blas y Torres, 2011)

2.1.3. Radiación solar

La composición del sol consiste en una amalgama de gases, siendo el hidrógeno el elemento predominante. Mientras el sol convierte el hidrógeno en helio mediante una reacción nuclear intensa de fusión, la masa se transforma en energía de acuerdo con la conocida ecuación $E = mc^2$. Debido a esta respuesta, la superficie solar conserva una temperatura cercana a los 5800 K. La energía solar se distribuye de manera equitativa en todas las direcciones, siguiendo fielmente la ecuación de la radiación de un cuerpo negro formulada por Planck. La energía concentrada en la superficie del astro solar es muy alta. A medida que esta energía viaja 150 millones de kilómetros hasta llegar al planeta Tierra, la cantidad total de energía se reduce a 1367 W/m², conocida como la constante solar (Abtahi y Messenger, 2017).

2.1.4. Componentes de la radiación

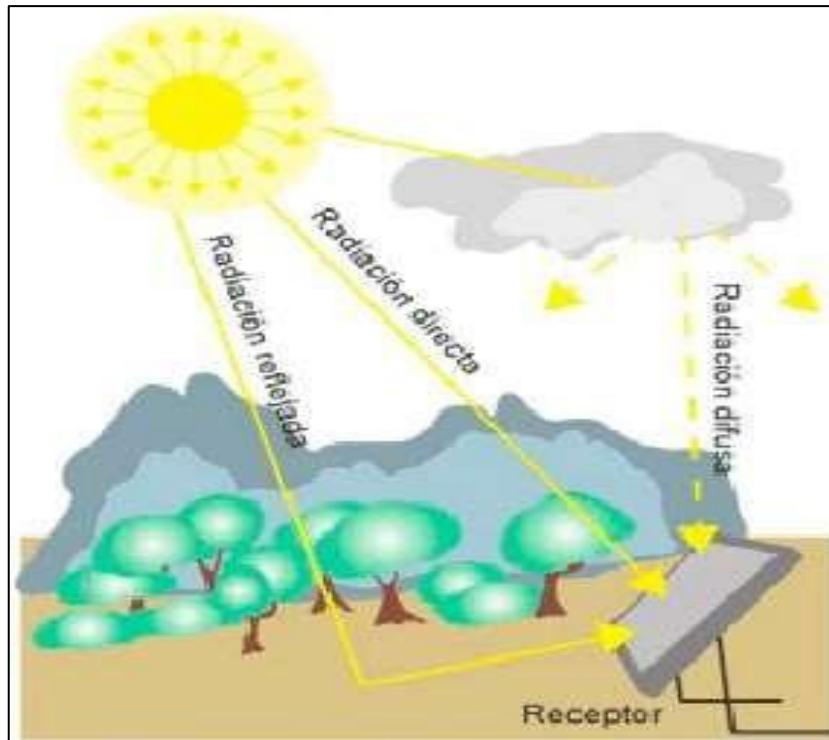
Perpiñan (2023) , los elementos de la radiación solar son:

Radiación directa: Se refiere a la cuantía de luz solar, la cual alcanza la superficie terrestre de manera directa, sin dispersarse.

Radiación difusa: Entiende toda la radiación que se dispersa a través de la atmósfera terrestre de acuerdo con los procesos previamente analizados. La radiación de este tipo varía según la región de procedencia de los rayos solares.

Radiación de albedo: Se conoce como radiación de albedo a la luz solar que rebota en la superficie terrestre. Normalmente, se trata de una parte insignificante y en algunas situaciones puede ser considerada como inexistente.

Cuando se suman los 3 elementos de la radiación solar, se le conoce como radiación global.

Figura 2*Componentes de la radiación solar*

Nota. Garnica et al. (2018)

2.1.5. Irradiación

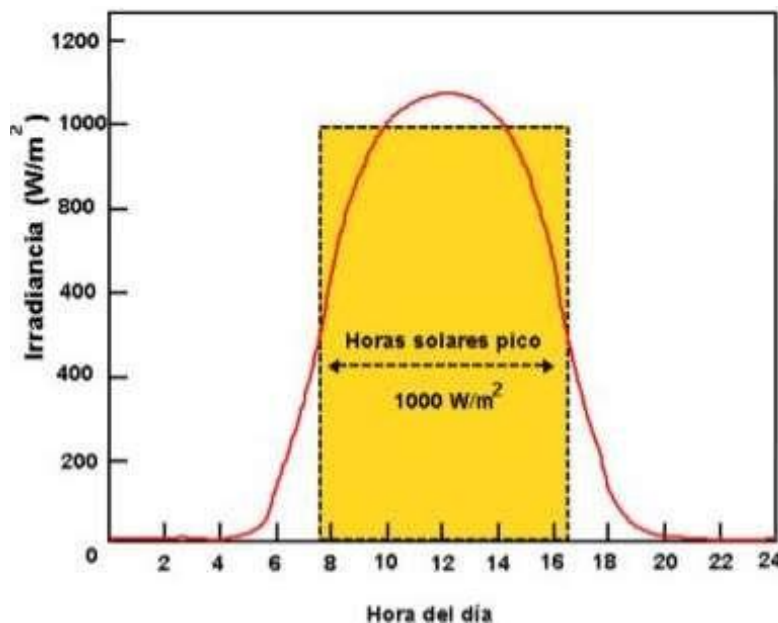
Irradiación: es la cantidad de energía solar que incide en cada unidad de superficie expuesta a la radiación solar en un área específica y durante un período determinado se formula en kilovatios-hora en cada metro cuadrado. En términos técnicos, se trata de la acumulación, durante un período fijo, de la luz filtrada por la presencia de la atmósfera de la Tierra. El valor se ve grandemente influenciada por la latitud, la estación del año, el momento del día, además del clima presente en la región (ECyT-ar, 2017).

Frecuentemente, la irradiación se representa en unidades de horas solar pico (hsp). Esta nueva medida se refiere a las horas requeridas a una intensidad de 1000 W/m² para generar la misma cantidad de la radiación diaria obtenida al sumar la radiación recibida a lo largo de todo el día. El fruto de esta fusión se ve en un día

soleado con pinceladas de nubes. Es importante considerar que la figura dibujada la propagación en función del tiempo para calcular la irradiación. La cantidad de luz que recibimos cada día es equivalente en número a las horas de mayor intensidad de luz solar (Reinders et al., 2017)

Figura 3

Irradiancia de un día soleado normal y horas solar pico



Nota. Pérez et al. (2017)

2.1.6. Evapotranspiración

La evapotranspiración de cultivo (ET_c) es el resultado de la conjunción de dos procesos distintos a través de los cuales el agua se pierde: la evaporación de la superficie del suelo, más la transpiración propia de la planta (Allen et al., 2006).

Se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$ET_c = ETO * K_c$$

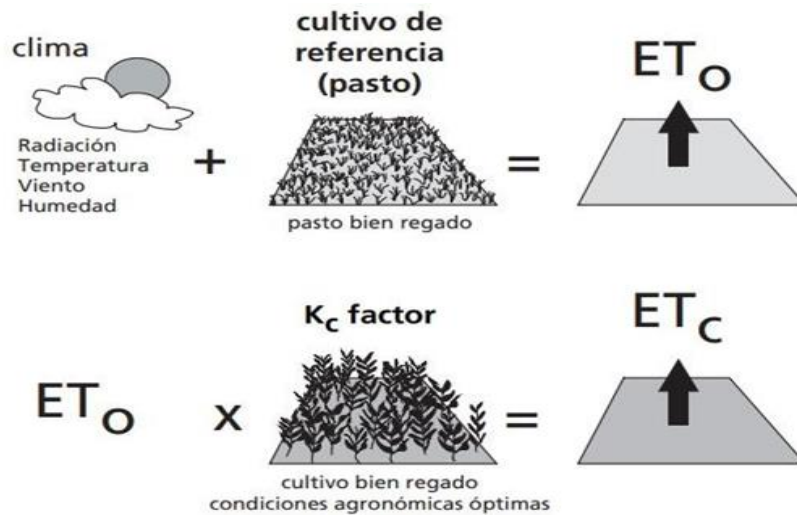
Donde:

ET_o: Evapotranspiración (mm/día)

K_c : Coeficiente propio del cultivo

Figura 4

Evapotranspiración de cultivo



Nota. Allen et al. (2006)

2.1.7. Sistema de bombeo

Se refiere a la combinación de componentes eléctricos, electrónicos y mecánicos utilizados para capturar la energía solar que esta disponible y luego convertirla a energía de tipo eléctrica en energía hidráulica. Según cómo esté ajustada y la cuantía energética que genere. Un sistema de riego solar se compone de uno o más paneles solares que suministran energía, asimismo de una bomba y un mecanismo para distribuir el agua. El artefacto saca el agua desde el nivel del agua del subsuelo y, si se desea, la guarda en el contenedor de almacenamiento (Asmat, 2018).

Vidales (2022), La utilización de la energía solar de tipo fotovoltaica para bombear agua destaca como la principal aplicación de la energía solar. Resulta lucrativo en áreas rurales, en los que los pozos están ubicados en zonas de difícil accesibilidad y carecen de infraestructura pública. La tecnología también se emplea

en la industria, ofreciendo una opción a los sistemas de bombeo de tipo convencional que requieren energía eléctrica de la red o que funcionan con combustible diésel.

Existen 2 tipos de sistema de bombeo mediante energía fotovoltaica:

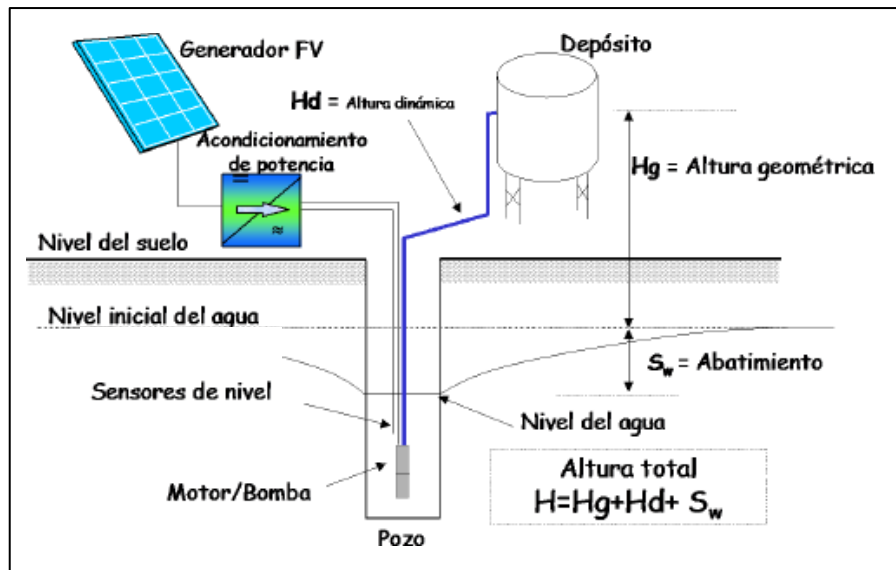
a) Bombeo fotovoltaico directo: El agua se mueve únicamente cuando el sol está presente, siendo guardada en un recipiente. Se busca evitar la colocación de baterías que resulten costosas.

b) Bombeo fotovoltaico con baterías: Cuando es imprescindible llevar agua con precisión o garantizar su disponibilidad, y es necesario transportarla durante las horas de la noche sin la presencia de luz solar, se requiere el uso de baterías para almacenar la energía.

2.1.8. Componentes de un sistema de bombeo

Hervias (2019) Se describe que una instalación característica de este tipo suele incluir un panel solar, una bomba/motor, un sistema de tubos y un depósito elevado. Conjuntamente, puede contar con dispositivos de control de potencia (como controladore CD/CD, inversore CD/CA u otros componentes electrónicos) para conectar el panel solar al motor, permitiendo así arrancar motores de corriente alterna o mejorar la eficiencia diaria en sistemas que trabajan con motores de corriente continua que accionan bombas de desplazamiento positivo. Es fundamental que el sistema cuente con medidas de resguardo, como dispositivos de detección de nivel en el interior del pozo y en el contenedor elevado, para prevenir el malgasto de agua y evitar que la bomba funcione sin líquido. En esta clase de aplicaciones, es común emplear una bomba de tipo sumergible en el interior de un pozo de exploración.

Figura 5

Esquema de sistema solar de bombeo de agua

Nota. (Cardozo & Diaz, 2014)

Generador fotovoltaico: Un componente formado por una disposición de bloques (que contienen celdas solares) organizados en paralelo y/o serie, cuyo propósito es transformar la luz en energía eléctrica (Hervias, 2019).

Motobomba: Una máquina compuesta de un motor eléctrico el cual activa una bomba de agua.

Bomba hidráulica: conforme a lo que señala Perpiñan (2023), se trata de un dispositivo hidráulico capaz de transformar la energía mecánica generada por la rotación de un rotor al tipo de energía hidráulica. Al aumentar la energía generada por el flujo de agua, se consigue elevar la presión, y otros parámetros como la velocidad o la altura, siendo todas ellas magnitudes interconectadas a través de la conservación energética que se expresa en la ecuación de Bernoulli. La bomba altera un valor específico de una variable a fin de mover el agua, siendo estas variables la presión, altura, gravedad, velocidad, y la densidad del fluido. Estos artefactos explosivos cuentan con uno o más rotores equipados con aspas que, al

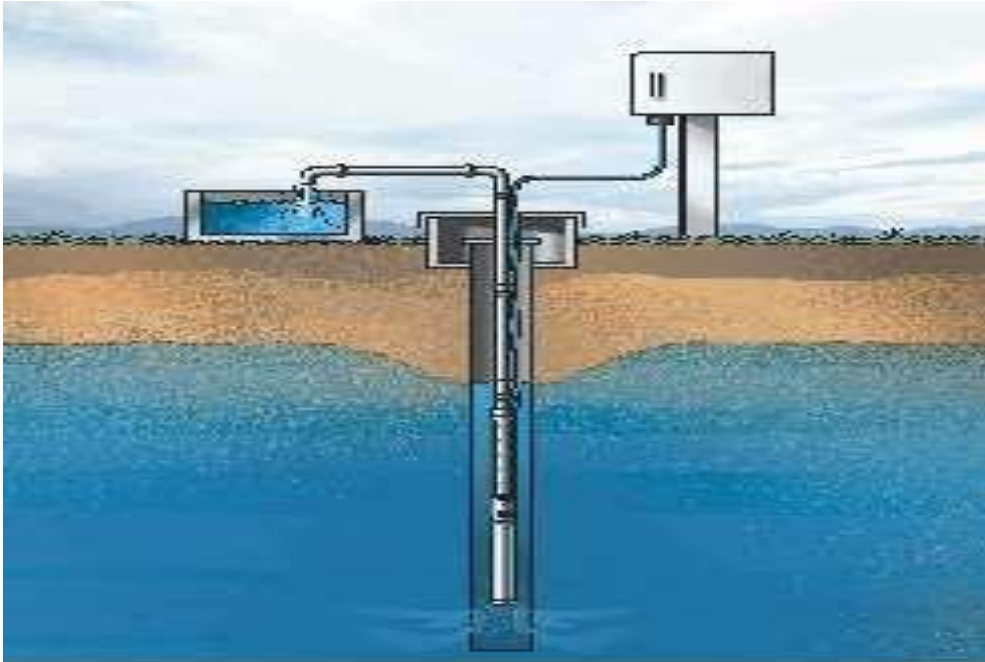


moverse, generan un conjunto de presiones en el líquido. Destaca entre los tipos de bombas rotodinámicas las bombas radiales o centrífugas, donde el fluido entra por el centro del rotor y es redirigido por paletas para luego ser impulsado hacia afuera por la fuerza centrífuga, alcanzando la carcasa de la bomba de manera precisa. Las bombas centrífugas son creadas a fin de superar presiones uniformes, proporcionando grandes cantidades de líquido para alturas bajas, y pueden funcionar con poca resistencia al arranque. Para que la bomba pueda llegar a alturas más elevadas, es necesario incorporar etapas en secuencia. Se trata de máquinas hidráulicas simples, resistentes y complicadas.

Perpiñan (2023) se expresa que, de acuerdo con la configuración de la bomba, se pueden distinguir tres categorías: bombas sumergibles, bombas de tipo flotantes y bombas para superficie. Por lo general, las dos primeras se combinan en una sola unidad el motor y la máquina, brindando mayores beneficios para la extracción de agua subterránea a través de pozos estrechos. Las bombas de tipo flotantes se utilizan en pozos grandes, lagos y ríos, lugares con un alto caudal, pero una baja presión. Finalmente, las bombas de superficie llevan a cabo su función succionando desde la superficie del suelo, lo que facilita las tareas de mantenimiento. Imaginemos que hay un límite en cuanto a las expectativas y que, al usar agua como lubricante, es importante no trabajar sin líquido para evitar que se caliente en exceso.

Figura 6

Instalación de bombeo con bomba sumergible



Nota. CINBO (2013)

Según Hervias (2019), dentro de los elementos primarios que establecen la configuración de un sistema de bombeo, se tiene a:

Las condiciones hidráulicas

- El nivel freático en el pozo debajo de la superficie (Altura geométrica).
- La altura fija a la que se eleva el agua sobre el suelo, considerando incluso el depósito de agua para almacenamiento.
- Las disminuciones de presión extra en conductos y elementos adicionales (accesorios), que equivaldrían a la altura dinámica.
- La cantidad de energía proporcionada por el panel solar en el transcurso del día depende de la intensidad de la luz solar en la región y las condiciones meteorológicas.

Basándose en estos elementos, es posible establecer diversas formas de



organizar un sistema a fin de bombear agua utilizando energía solar de tipo fotovoltaica, como, por ejemplo: flotante, sumergible, con bomba de desplazamiento positivo o centrífuga, con motor que trabaje con corriente ya sea alterna o continua, entre otras opciones.

2.1.9. Sistema Fotovoltaico

Un conjunto de elementos se reúne en un sistema fotovoltaico para convertir la luz solar en electricidad, en un fenómeno denominado efecto fotovoltaico. La energía solar capturada se guarda para ser utilizada según las necesidades de energía. Los sistemas solares fotovoltaicos convierten la luz del sol en energía eléctrica gracias a las células solares. El fundamento de esta tecnología radica en el descubrimiento del efecto fotovoltaico conseguido por el físico de origen francés Edmond Becquerel en 1839. Este fenómeno explica cómo los materiales semiconductores son capaces de producir electricidad al ser iluminados por el sol (Cuervo y Mendez, 2011).

Debido a que la energía solar no genera contaminación durante su fase de funcionamiento, contribuye a disminuir la liberación de gases que ocasionan el llamado efecto invernadero. La principal desventaja radica en que, al necesitar la radiación solar a fin de generar energía, se perderá un porcentaje entre un 10 y un 25% de la energía recibida si la célula fotovoltaica no se coloca de forma perpendicular al Sol (Collado, 2009).

Según Blas y Torres (2011) existen motivos para elegir la energía solar de tipo fotovoltaica en lugar de otras fuentes de energía limpia.:

Simplicidad: La electricidad será producida por los sistemas fotovoltaicos aprovechando la energía solar de manera directa. En cierto grado, es posible



obtenerlos como un conjunto completo e, incluso en situaciones más complicadas como los sistemas de conexión a la red, necesitan un mantenimiento mínimo. En el caso de sistemas aislados, será imprescindible contar con un mecanismo de almacenamiento a través de baterías, las cuales podrían tener una extensa vida útil.

Modularidad: Siempre es posible expandir un sistema de energía solar por medio de la incorporación de componentes adicionales.

Duración: Los paneles solares son elaborados con la capacidad de soportar cualquier tipo de condiciones climáticas desfavorables. Los productores ofrecen una garantía de 20 a 40 años para los paneles solares, que cubre la producción y el rendimiento del módulo.

Seguridad: Dentro de un sistema de energía solar no hay ninguna posibilidad de peligro que pueda dañar a personas o materiales. No hay objetos que puedan arder y tampoco son atractivos para los rayos. Los inversores, que enlazan el sistema solar con la red eléctrica, operan con microchips que los vuelven sumamente confiables.

2.1.10. Panel solar

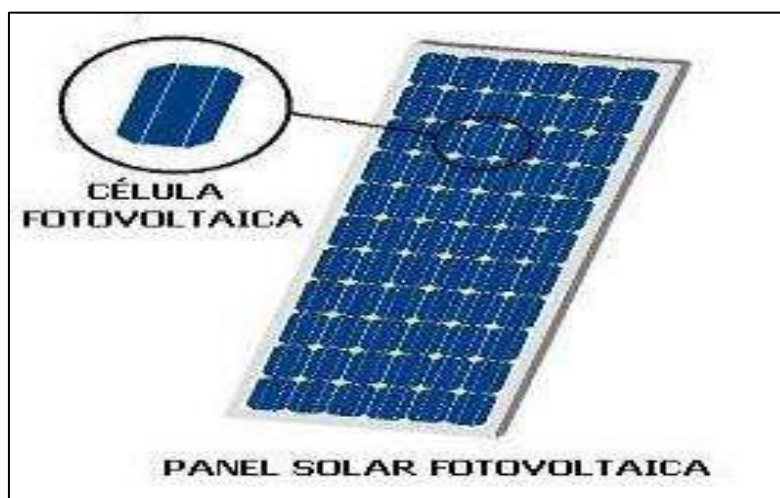
De acuerdo a Alvarado (2018) la responsabilidad del panel solar es convertir la energía que proviene de la luz solar en energía de tipo eléctrica, la estructura del panel está formada por diminutas células fotovoltaicas. La producción de energía eléctrica se origina gracias al efecto fotovoltaico inducido por la radiación solar, creando cargas positivas y negativas. A pesar de la existencia de paneles solares distintos a los tradicionales y la posibilidad de personalizar un panel, normalmente se utilizan 36, 60 o 72 celdas solares. Se trata de cifras casi universales utilizadas globalmente en el ámbito comercial para propósitos comunes en las empresas. En

contraste, se utilizan diversos materiales en la creación de paneles solares, y los estudios buscan perfeccionar su rendimiento. A pesar de ello, el silicio sigue siendo el material más común a nivel global debido a su equilibrio entre eficiencia y precio.

Según Blas y Torres (2011) la corriente continua empieza a ser producida en la célula fotovoltaica en cuanto los rayos del sol la iluminan. Estas células aprovechan las características de los materiales de tipo semiconductor, como el silicio. La generación de electricidad mencionada se produce sin requerir la participación de ningún elemento mecánico en movimiento, ni de ningún proceso químico o termodinámico, lo que permite que las células tengan una longevidad excepcional de más de 30 años.

Figura 7

Panel y celdas-células fotovoltaicas



Nota. (Blas y torres, 2011)

2.1.11. Tipos de paneles

De acuerdo a Martín (2022) Dentro de los paneles solares más comerciales, populares y utilizados se encuentran los de monocristalino y policristalino.

Panel Solar Monocristalino: Las células exhiben una disposición impecable, con una forma cuadrada y con los vértices suavemente redondeados. Esto sucede porque se originan a partir de lingotes que tiene forma cilíndrica y son cortados en laminas. El tono que presenta es de un azul intenso y su rendimiento oscila entre el 16% y supera el 21%.

Panel Solar Policristalino: Además, presentan tonalidades azules, sin embargo, se pueden observar diversas secciones conformadas por cristales variados que disminuyen por completa la eficacia de los cuadrados. Su eficacia oscila entre el 14% y el 16%, alcanzando en ocasiones hasta un 19,1%.

Panel Solar amorfo: Es un material base de plástico o vidrio cubierto con una fina capa de material semiconductor el cual reacciona con la radiación, mostrando una menor sensibilidad a la temperatura en comparación con el silicio cristalino, lo que resulta en una menor eficacia. Su rendimiento se sitúa en torno al 10%, aunque durante las primeras horas de operación disminuye al 7-9%.

2.2. Definición de términos

Energía solar: Es una fuente inagotable que produce energía eléctrica a través de la acción fotovoltaica y de la vida a otras formas de energía tales como la eólica y la biomasa (Osinerming, 2019).

Irradiación: Es la cuantificación de la energía solar que incide en cada unidad de superficie expuesta a la radiación del sol en un lugar y momento específico se realiza en kilovatios-hora por metro cuadrado. (ECyT-ar, 2017).

Sistema fotovoltaico: Un conjunto de elementos se reúnen en un sistema fotovoltaico para convertir la luz del sol a electricidad, en un fenómeno conocido como efecto fotovoltaico (Cuervo y Mendez, 2011).



Panel solar: Es el elemento cuya función es convertir la energía proveniente del sol a energía de tipo eléctrica, la estructura del panel se compone de diminutas células fotovoltaicas. (Alvarado, 2018)

Sistema de bombeo: Se trata de un mecanismo que fusiona componentes eléctricos, electrónicos y mecánicos con el fin de transformar la luz solar en electricidad, la cual se convierte luego en energía hidráulica (Asmat, 2018).

Bomba hidráulica: Se trata de un artefacto hidráulico capaz de transformar la energía mecánica generada por la rotación de un rotor a energía hidráulica de fluido (Perpiñan, 2023).



CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. Métodos de investigación

Se emplea el método científico para estructurar el diseño del sistema de bombeo de agua mediante paneles fotovoltaicos, partiendo de la recopilación y evaluación de datos relacionados con la irradiación solar y las necesidades hídricas. Este método permite realizar un planteamiento lógico y fundamentado, basado en observaciones y el uso de modelos matemáticos, asegurando la coherencia técnica en cada etapa del diseño (Cegarra, 2004).

3.1.1. Tipo de investigación

La investigación es de tipo aplicada, ya que los resultados obtenidos tienen un impacto práctico al abordar problemas concretos mediante el análisis de variables presentes en la realidad. Según Carrasco (2008), este tipo de investigación busca generar conocimientos que puedan ser utilizados directamente para resolver necesidades específicas, favoreciendo su implementación en contextos reales y mejorando procesos o sistemas existentes.

3.1.2. Enfoque de investigación

El estudio siguió un enfoque cuantitativo al considerar variables como la irradiación solar y demanda del recurso hídrico, las cuales se pueden vincular con el sistema de bombeo a través de los paneles solares, ya que son medibles.

3.1.3. Diseño de la investigación

No experimental, en este diseño, las variables objeto de estudio no son objeto de manipulación. (Hernández y Mendoza, 2018)

En esta investigación, las variables no fueron manipuladas, no obstante, se realizó una observación y descripción detallada del potencial solar, la demanda hídrica y el proceso que comprende el diseño del sistema de bomba de agua.

3.1.4. Nivel de la investigación

Es descriptivo, ya que la finalidad de la investigación radica en la descripción de las características, funciones, eventos y fenómenos presentes en la realidad (Hernández y Mendoza, 2018).

Este enfoque conlleva un análisis meticuloso de la ejecución del diseño, a incluir los componentes, la configuración y el funcionamiento del sistema.

3.2. Ámbito de investigación

A continuación, se presentan detalles del lugar de la investigación

Tabla 2*Ubicación del lugar de proyecto*

Ubicación del lugar del proyecto	
Departamento	Puno
Provincia	Azángaro
Distrito	Azángaro
Comunidad	Chimpa Jallapisi
Coordenadas geográficas	-14.8866842, -70.194004

Nota.: Elaboración propia

3.3. Población y muestra

Población: Una parcela agrícola de un área de 1700m² en la comunidad Chimpa Jallapisi, para la cual se realizó el diseño del sistema de bombeo.

Muestra: Se considero a la población considerada en el estudio, que está comprendido únicamente por una parcela agrícola de un área de 1700m² en la comunidad Chimpa Jallapisi, para la cual se realiza el diseño del sistema de bombeo.

3.4. Técnicas e instrumentos de investigación

Según Ñaupas et al. (2019), una técnica se define como un compendio de procedimientos empleados para identificar y simplificar las etapas implicadas en la ejecución de un enfoque particular. Estas tácticas, dado que facilitan la incorporación de consideraciones pragmáticas en el ámbito de los hechos, desempeñan un rol crucial en los procesos de investigación.

La Observación y análisis documental. En este estudio, se empleó la observación directa para analizar la capacidad energética del sol y las necesidades de agua en la localidad de Chimpa Jallapisi en Azángaro. También se usó la técnica de análisis documental con el fin de examinar los criterios técnicos del sistema de bombeo de agua que es alimentada con energía solar.



Los instrumentos planteados por Hernandez (2018) se emplean para recopilar información y respaldar los procesos, facilitando así la obtención de los objetivos fijados.

A fin de efectuar este estudio, se utilizaron guías de observación y fichas de revisión documental como instrumentos metodológicos para diseñar el sistema de bombeo de agua con paneles solares en la comunidad de Chimpa Jallapisi de Azángaro.

3.5. Recogida de datos

La recopilación de datos sobre la irradiación solar y las condiciones climáticas en la comunidad de Chimpa Jallapisi, Azángaro, fue esencial para el diseño del sistema de bombeo de agua mediante paneles fotovoltaicos. Los datos fueron obtenidos de plataformas confiables como PVGIS (https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/) y NASA POWER (<https://power.larc.nasa.gov/>), que proporcionan información detallada sobre la radiación solar y las condiciones meteorológicas.

El periodo de estudio abarcó de 2019 a 2023. Los datos obtenidos fueron procesados utilizando herramientas como el software ETo Calculator para calcular la evapotranspiración. En el análisis estadístico, se aplicaron métodos descriptivos, como el cálculo de promedios anuales y la identificación de los valores mínimos y máximos de irradiación y otras variables climáticas. Estos datos, junto con las estimaciones de la demanda hídrica, se presentan en la Tabla 3 y Tabla 4 del capítulo de resultados. El análisis realizado permitió dimensionar adecuadamente la electrobomba y configurar la matriz fotovoltaica para asegurar el funcionamiento eficiente del sistema de bombeo.



CAPITULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Presentación

Los hallazgos derivados de esta investigación indican que se efectuó la determinación del recurso solar existente en una parcela agrícola de la comunidad Chimpa Jallapisi de Azángaro, además se estimó la demanda hídrica de la zona de cultivo. A partir de estos datos, se llevó a cabo el dimensionamiento y elección de una electrobomba apropiada y una tubería de impulsión que aseguren un flujo de agua eficaz y constante, ajustado a las exigencias particulares del cultivo. Además, se desarrolló una matriz fotovoltaica que cumple con la demanda energética del sistema de bombeo. Estos hallazgos evidencian la consecución de los objetivos que fueron trazados y la eficacia del diseño sugerido para optimizar la productividad agrícola en la zona de cultivo.

4.2. Análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Conforme al objetivo específico 1

En la presente sección se desarrollará el objetivo específico 1: Determinar el

recurso solar disponible y estimar la demanda hídrica de la zona de cultivo

Determinación del recurso solar disponible

A fin de determinar el diseño del sistema solar se estima el Angulo óptimo de inclinación, que involucra la latitud de la zona de estudio, la cual es la comunidad de Chimpa Jallapisi ubicada en la provincia de Azángaro, sus coordenadas geográficas son: longitud (-70.19) y latitud (-14.87), por lo que se aplica la siguiente expresión matemática:

$$\beta = 3,70 + 0,69 * \varnothing$$

Donde:

β : Corresponde al Angulo de inclinación optimo

\varnothing : Corresponde a la Latitud.

$$\beta = 3,7 + 0,69 * 14.87 = 13.96$$

La tabla proporcionada indica que la latitud del emplazamiento del proyecto es de -14,87°. Aplicando la fórmula antes mencionada y redondeando, podemos determinar el ángulo de inclinación de los paneles solares. El ángulo resultante es $\beta = 15^\circ$, que está orientado hacia el norte. Esta orientación se deduce de la ubicación del emplazamiento en el hemisferio sur.

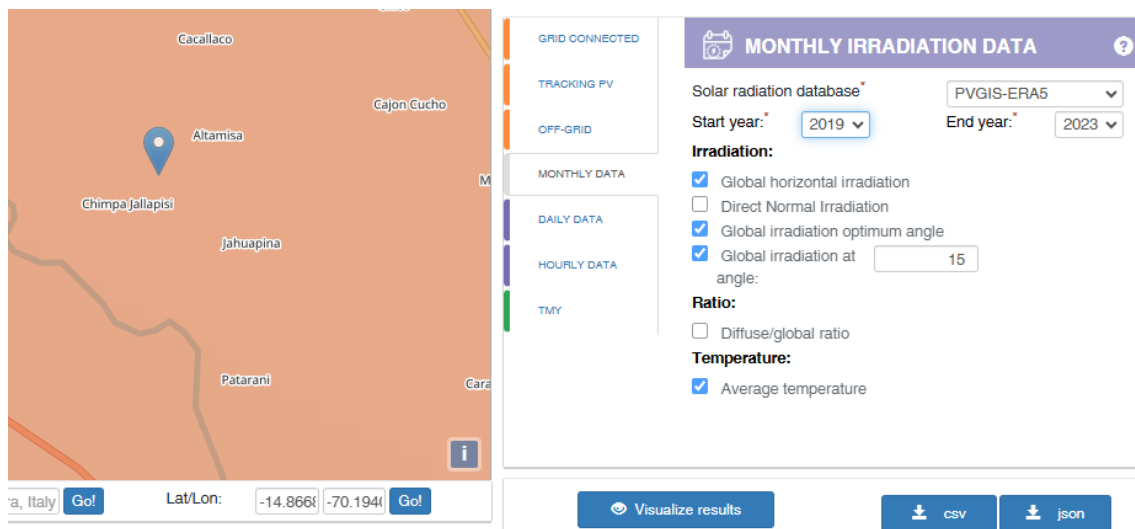
Para el diseño de sistemas fotovoltaicos es necesario conocer la energía solar que incide sobre una región específica, conocida como irradiación. Existen múltiples métodos para determinarla y, durante la creación de esta aplicación, utilizamos ampliamente los datos proporcionados por la plataforma del Sistema de Información Geográfica Fotovoltaica (PVGIS).

Utilizando el ángulo de inclinación previsto de 15°, se realiza una búsqueda

en la base de datos de la plataforma PVGIS para conocer la irradiación que incide a la Comunidad Chimpa Jallapisi durante el periodo del 2019-2023, periodo 5 años de la base de datos más actual que existe la plataforma Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS).

Figura 8

Obtención de la irradiación



Nota. Plataforma Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS), url https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/.

Tabla 3

Irradiación y horas solar pico de la parcela en la comunidad Chimpa Jallapisi

Mes/Año	Irradiación (kWh/m ² /mes)					Promedio	HSP
	2019	2020	2021	2022	2023		
Enero	194.87	194.31	196.74	190.08	200.08	195.216	6.51
Febrero	167.16	168.25	178.00	166.47	179.68	171.912	5.73
Marzo	196.33	206.21	184.41	195.05	217.48	199.896	6.66
Abril	197.40	191.85	194.58	207.40	200.48	198.342	6.61
Mayo	208.34	210.72	197.47	218.49	221.09	211.222	7.04
Junio	200.38	204.53	200.24	190.85	202.47	199.694	6.66
Julio	216.98	213.80	216.94	205.31	210.38	212.682	7.09
Agosto	229.66	232.34	227.15	216.26	223.51	225.784	7.53
Setiembre	218.55	224.46	219.23	233.36	227.31	224.582	7.49
Octubre	225.98	234.32	234.19	210.24	219.44	224.834	7.49
Noviembre	234.90	204.66	211.30	203.21	220.60	214.934	7.16
Diciembre	197.75	196.89	207.29	203.04	185.95	198.184	6.61

Nota. Plataforma Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS).

La tabla anterior muestra las Hora Solar Pico (HSP) diario por mes para superficies inclinadas a 15° en la comunidad Chimpa Jallapisi, el mes de agosto presenta mayor irradiación y horas de sol cada año con 7.53 HSP mientras que febrero tiene la HSP más baja con 5.73.

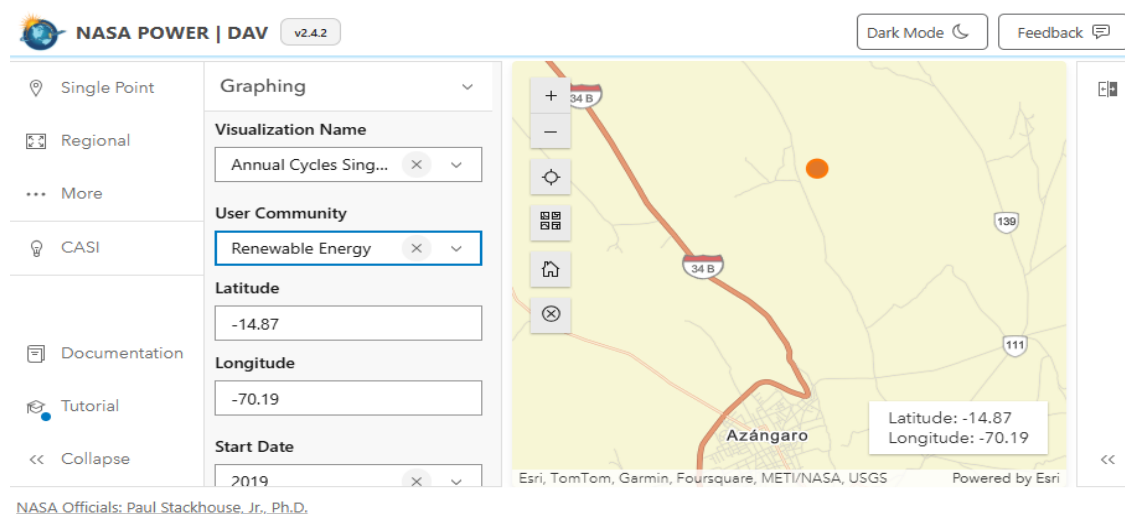
A fin de establecer el dimensionamiento del sistema fotovoltaico se calculó una irradiación media para cada mes, teniendo en cuenta las condiciones adversas para las que se seleccionó la irradiación media con las condiciones más bajas. El nivel más bajo de irradiación se registra en febrero, con 171.912 kWh/m^2 , mientras que el nivel máximo se observa en agosto, con 225.784 kWh/m^2 .

Estimación de la demanda hídrica de la zona de cultivo

Para cuantificar el contenido de agua, es esencial determinar la evapotranspiración del cultivo en la parcela ubicada en la Comunidad Chimpa Jallapisi, para ello nos apoyaremos la plataforma Nasa Power, dichos datos posteriormente datos se procesaron en el Software de ETo calculator para el cálculo de la evapotranspiración (*ETo*).

Figura 9

Obtención datos de condiciones climáticas de la plataforma Nasa Power

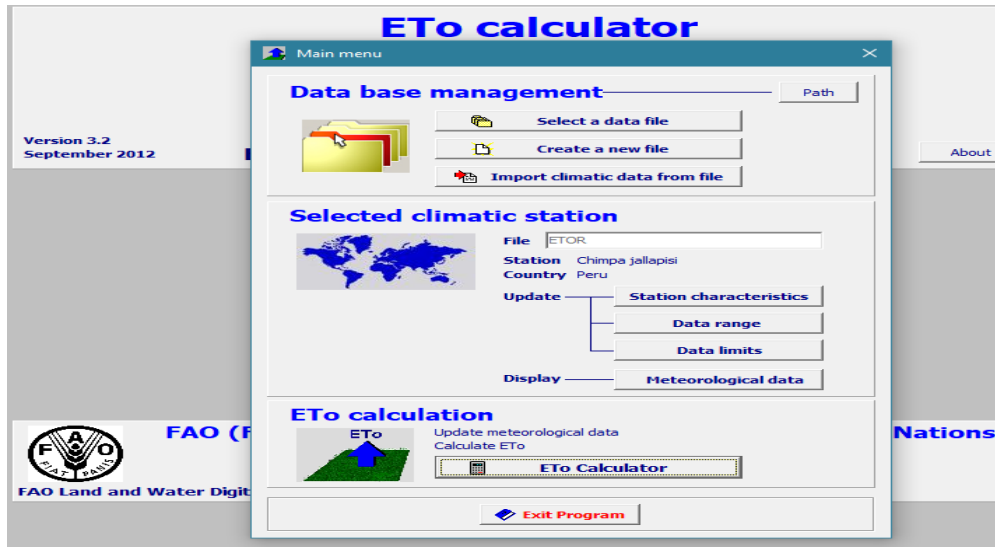


NASA Officials: Paul Stackhouse, Jr., Ph.D.

Nota. Software Nasa Power disponible en <https://power.larc.nasa.gov>.

Figura 10

Obtención de la evapotranspiración



Nota. Software ETo calculator.

Tabla 4.

Irradiación de la parcela en la comunidad Chimpa Jallapisi

Mes	Temp. Min °C	Temp. Max °C	Humedad %	Viento m/s	Irradiación W/m2/día	ETo mm/día
Enero	2.48	16.96	68.11	2.04	63.66	3.73
Febrero	2.53	16.74	71.99	1.94	64.61	3.56
Marzo	2.26	16.53	73.36	1.82	54.4	3.43
Abril	1.15	16.06	70.38	1.61	55.55	3.23
Mayo	-0.64	15.35	63.70	1.54	63.66	2.95
Junio	-2.06	14.73	61.11	1.67	46.3	2.79
Julio	-2.32	14.94	59.56	1.73	43.98	2.96
Agosto	-1.69	15.65	58.3	1.89	39.35	3.41
Setiembre	0.45	17.12	59.13	1.98	43.98	3.78
Octubre	1.46	17.85	58.45	2.11	53.24	4.13
Noviembre	2.77	18.75	57.43	2.10	60.19	4.36
Diciembre	2.81	17.56	64.44	2.05	64.61	3.9

Nota. Software ETo calculator, URL: <https://www.fao.org/land-water/databases-and-software/eto-calculator/es/>.



Obteniéndose como resultado el máximo valor de E_{To} de 4.36 mm/día mientras que el valor más bajo fue de 2.79 mm/día. El valor medio general de E_{To} fue de 3.52 mm/día.

Luego de adquirir los datos de evapotranspiración de cada mes, solo se considera para fines analíticos el mes de noviembre debido a su valor más alto registrado de 4.36 mm/día.

El coeficiente de cultivo (K_c) para el cultivo de papa, de acuerdo a CONADI (2017), es de 1.20 al ser la etapa fenológica con mayor valor de K_c . La evapotranspiración real del cultivo E_{Tc} se calculó mediante la ecuación $E_{Tc} = E_{To} \times K_c = 4.36 \times 1.20$, arrojando un requerimiento hídrico de 5,23 mm/día, equivalente a 5.23 litros/m²/día.

La demanda hídrica de la zona de cultivo, viene a ser el volumen de agua solicitado por día, la cual se determina en función de la evapotranspiración del cultivo real (E_{Tc}) y del área propia de la parcela agrícola (A) de 1700 m².

$$V = E_{Tc} \times A$$

A: Área de riego (m²)

V: Volumen de agua (m³)

E_{Tc}: Evapotranspiración del cultivo cada día litros/m²

Reemplazando, calculamos el volumen de agua o demanda hídrica (V):

$$V = 5.23 \text{ litros/m}^2 \times 1700\text{m}^2 = 8891 \text{ litros} = 8.891 \text{ m}^3$$

Se propone utilizar cuatro contenedores de plástico con una capacidad de 2500 litros cada uno para almacenar la cantidad de agua necesaria, ya que esta es la capacidad estándar que se encuentra en el mercado. Con la ayuda de estos

depósitos, se podrá satisfacer fácilmente la cantidad de agua estimada.

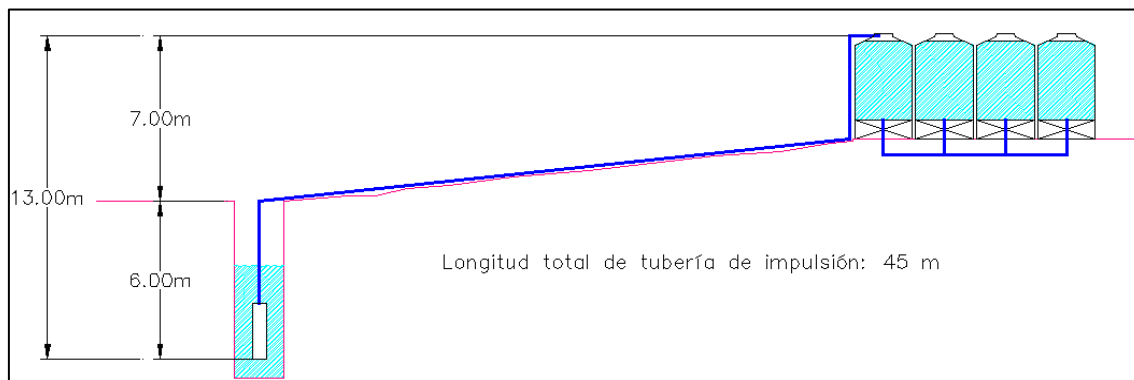
4.2.2. Conforme al objetivo específico 2

En esta sección se desarrollará el objetivo específico 2: Dimensionar y seleccionar la electrobomba y la tubería de impulsión.

A continuación, se muestra el esquema de la instalación de bombeo de agua.

Figura 11

Esquema de la instalación de bombeo de agua



Nota. Elaborado por el investigador.

En primer lugar, se determina el caudal.

$$Q = \frac{V}{T}$$

Donde:

Q: Caudal en m/s

V: Volumen de agua en m³

T: Tiempo en s

Para el cálculo de T, se toma en cuenta un valor inferior a las Horas Solar Pico (HSP) disponible en la zona que debe estar debajo de 5.73 HSP, para el caso nuestro se asume un tiempo de 2 horas para llenar el tanque de almacenamiento.

T = 2 horas



Ahora se procede a calcular el caudal.

$$Q = \frac{V}{T} = \frac{8.891 \text{ m}^3}{2 \text{ h}} = 4.4455 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = 0.00124 \text{ m}^3/\text{s}$$

Para el cálculo del diámetro interno de la tubería, se aplica la siguiente formula.

$$D = 0.90 * \sqrt{Q}$$

Donde:

D: Diametro de la tuberia en m

Q: Caudal

Reemplazando

$$D = 0.90 * \sqrt{0.00124}$$

$$D = 0.0317\text{m} = 31.7 \text{ mm} = 1.24 \text{ pulg}$$

En tal caso se asume el diámetro de tubería de impulsión de agua inmediato superior disponible en el mercado

$$D = 1 \frac{1}{4} \text{ pulg} = 0.03175 \text{ m}$$

Cálculo de la velocidad del agua.

$$v = \frac{4 * Q}{\pi D^2}$$

Donde:

V: Velocidad del agua en $\frac{\text{m}}{\text{s}}$

D: Diametro de la tuberia en m

Q: Caudal en $\frac{\text{m}^3}{\text{s}}$



$$v = \frac{4 * 0.00124}{\pi * 0.03175^2}$$

$$v = 1.57 \frac{m}{s^2}$$

Cálculo de altura de carga por fricción.

$$hf = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

h_f : Pérdidas por fricción

f : Factor de fricción

L : Longitud de la tubería (m)

v : Velocidad del agua en $\frac{m}{s}$

D : Diametro de la tubería (m)

g : Gravedad en $\frac{m}{s^2}$

Cálculo de factor de fricción

$$f = \frac{0.25}{\left[\ln \left(\frac{\varepsilon}{3.7 * D} + \frac{5.74}{Re^{0.4}} \right) \right]^2}$$

Donde:

ε : Rugosidad de tubo (m)

Re : Numero de reynolds

Número de Reynolds

$$Re = \frac{vD}{\gamma}$$



Donde:

γ : Viscosidad cinemática en m^2/s

La viscosidad cinemática para el agua a una temperatura de 15° es de $\gamma = 0,000001142$.

Reemplazando

$$Re = \frac{1.57 * 0.03175}{0,000001142}$$

$$Re = 43649.30$$

Entonces reemplazando en la formula antes mencionada de cálculo de factor de fricción se tiene:

$$f = \frac{0.25}{\left[\ln \left(\frac{1.5 * 10^{-6}}{3.7 * 0.03175} + \frac{5.74}{43649.30^{0.4}} \right) \right]^2}$$

$$f = 0.0392$$

En consecuencia, reemplazando en la formula antes mencionada de cálculo de altura de carga por fricción se tiene:

$$hf = 0.0392 * \frac{45}{0.03175} * \frac{1.57^2}{2 * 9.81}$$

$$hf = 6.98 m \approx 7 m$$

Cálculo de perdidas por accesorio.

$$Hm = k \frac{v^2}{2 * g}$$

Donde

k: coeficiente de perdidas por accesorios

Tabla 5

Coefficiente k de pérdidas en accesorios

Accesorio	Cantidad	K	Cantidad * k
Codo de 90°	4	0.9	3.6
Válvula globo	2	10	20
Válvula check	1	2.5	2.5
Sumatoria k			26.1

Nota. Elaboración propia

Reemplazando:

$$H_m = 26.1 * \frac{1.57^2}{2 * 9.81}$$

$$H_m = 3.28 \text{ m} \approx 4 \text{ m}$$

Se conoce la altura estática de la Figura 11, H=13 metros; la altura o pérdida de carga por fricción es H_f=7 metros; la altura por pérdidas por accesorios es H_m=4 metros. Por lo tanto, a continuación, se calcula la altura dinámica de la bomba:

$$H_d = H + H_f + H_m = 13 + 7 + 4$$

$$H_d = 24 \text{ m}$$

Selección de la bomba

La altura de bombeo es de 24 metros y el caudal es de 4.4455 m³/h.

Figura 12

Selección de la bomba

MODELO		POTENCIA (P ₂)		Q m ³ /h l/min	0	0.6	0.9	1.2	1.8	2.4	3.0	3.6	4.2	4.5
Monofásica	Trifásica	kW	HP		0	10	15	20	30	40	50	60	70	75
4SR13Gm/7	4SR13G/7	0.55	0.75	H metros	88	84	83.5	80.5	76	68	59	44	28	17
4SR13Gm/10	4SR13G/10	0.75	1		108	105	103.5	100	93	82	70	53	34	23
4SR13Gm/15	4SR13G/15	1.1	1.5		147	142	140	137	128	115	97	71.5	45	28
4SR13Gm/20	4SR13G/20	1.5	2		196	191	189	185	171	152	127	96	60	36
4SR13Gm/30	4SR13G/30	2.2	3		265	257	254.5	249	231.5	207	175	128	80	48
-	4SR13G/50	3.7	5		411	398	390	380	353.8	320	275	207	125	73

Nota. Obtenido de https://www.pedrollo.com.co/public/allegati/4SR_ES_60Hz.

pdf.

De acuerdo a la altura de bombeo de 24 metros y un caudal de 4.4455 m³/h, se elige la bomba sumergible Pedrollo modelo 4SR13Gm/15 Monofásica de 1.5HP.

Figura 13

Bomba sumergible Pedrollo modelo 4sr13gm/15



Nota. Obtenido de https://www.pedrollo.com.co/public/allegati/4SR_ES_60Hz.pdf.

La bomba sumergible Pedrollo 4SR13Gm/15 1.5HP 1.1kW se distingue por su excepcional desempeño y calidad. La versatilidad de esta bomba se manifiesta tanto en contextos domésticos como en aplicaciones industriales y civiles de mayor exigencia. Las aplicaciones comprenden la distribución de agua destinada al riego, trasvase de agua, llenado de depósitos, elevación de presión en instalaciones y una variedad de otras aplicaciones.

4.2.3. Conforme al objetivo específico 3

En la presente sección se desarrollará el objetivo específico 3: Configurar la matriz fotovoltaica para el sistema de bombeo.

Elige el panel solar fotovoltaico de la marca JA Solar modelo JAM54S31 – 405 MR, es un panel fotovoltaico de tipo de celda monocristalina, este panel cuenta con una potencia de 405W y es comercial en el mercado. Se utilizará la energía transformada por los paneles fotovoltaicos dentro de las horas solar pico, que son alrededor del mediodía, en conveniencia se realizara el bombeo desde las 11:30 am hasta las 13:30 pm, que comprenden las 2 horas para las cuales se dimensiono el sistema de bombeo. A continuación, se presentan las especificaciones técnicas del panel fotovoltaico:

Tabla 6

Ficha técnica del panel fotovoltaico

Parámetro	Valor
Pmax	405W
Isc	13.87A
Voc	37.23V
Ipm	12.98A
Vpm	31.21V
Coef. Temp. Isc	0.045%
Coef. Temp. Voc	-0.275%
Coef. Temp. Pmax	-0.350%
TNOCT	45°C

Nota. Ficha técnica del módulo JA-SOLAR-JAM54S31MR

Cálculo de la temperatura de la celda.

Cálculo de la Irradiancia Media Diaria (H_{diaria}):

$$H_{diaria} = \frac{H_{mes}}{30}$$

Donde, Hmes: irradiación o irradiancia media mensual.

$$H_{diaria} = \frac{171912 \text{ Wh/m}^2}{30}$$

$$H_{diaria} = 5.73 \text{ kWh/m}^2/\text{dia}$$

Cálculo de constante G, de irradiancia incidente sobre el panel solar (tipo de celda monocristalina), donde HSP es Horas Solar Pico.

$$G = \frac{H_{diaria}}{HSP}$$

$$G = \frac{5730 \text{ Wh/m}^2}{5.73}$$

$$G = \frac{5730 \text{ Wh/m}^2}{5.73}$$

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

Para calcular la temperatura de la celda, consideraremos la temperatura ambiente (T_a) de 18.75°C , y la TNOCT (temperatura nominal de funcionamiento de la celda) indicada en la ficha técnica del panel solar de 45° . aplicando la ecuación:

$$T_c = T_a + G \times \frac{TNOCT - 20}{800}$$

$$T_c = 18.75 + 1000 * \frac{45 - 20}{800}$$

Entonces Temperatura de celda: $T_c = 50^\circ\text{C}$

La diferencia entre la temperatura ambiente (T_a) y la temperatura de la celda (T_c) se debe a que las celdas solares, al recibir radiación solar, no solo convierten parte de esta energía en electricidad, sino que también absorben calor, lo que incrementa su temperatura por encima de la del ambiente. Esto ocurre porque las superficies de los paneles solares tienen propiedades térmicas y físicas que las

hacen acumular y retener calor.

Cálculo de V_{oc} corregido, donde $C_{ef.T_{cov}}$ se indica en la ficha técnica del panel. En primer lugar, se calcula la variación de voltaje ΔV_{oc} .

$$\Delta V_{oc} = (T_c - 25) C_{ef.T_{Voc}}$$

$$\Delta V_{oc} = (50 - 25) * (-0.275\%)$$

$$\Delta V_{oc} = -6.875\%$$

Entonces: $V_{oc \text{ corregido}} = V_{oc} * (1 - \Delta V_{oc})$

$$V_{oc \text{ corregido}} = 37.23 * (1 - 6.875\%)$$

$$\Delta V_{oc \text{ corregido}} = 34.67 \text{ V}$$

Cálculo de P_{max} corregida, donde $C_{ef.T_{pmax}}$ se indica en la ficha técnica del panel. En primer lugar, se calcula la variación de potencia ΔP_{max} .

$$\Delta P_{max} = (T_c - 25) C_{ef.T_{Pmax}}$$

$$\Delta P_{max} = (50 - 25) * (-0.350\%)$$

$$\Delta P_{max} = -8.75\%$$

Entonces: $P_{max \text{ corregida}} = P_{max} * (1 - \Delta P_{max})$

$$P_{max \text{ corregida}} = 405 * (1 - 8.75\%)$$

$$P_{max \text{ corregida}} = 369.5625 \text{ W}$$

El cálculo de $P_{max \text{ corregida}}$ considera la temperatura de operación de la celda (T_c) previamente obtenida con una irradiancia diaria promedio de 5730



Wh/m², correspondiente a las condiciones locales del sitio.

Determinación de la cantidad de paneles fotovoltaicos.

Este análisis tiene en cuenta el voltaje de entrada nominal del regulador (MPPT-SS19280) y el voltaje del panel solar al determinar el número de paneles en serie.

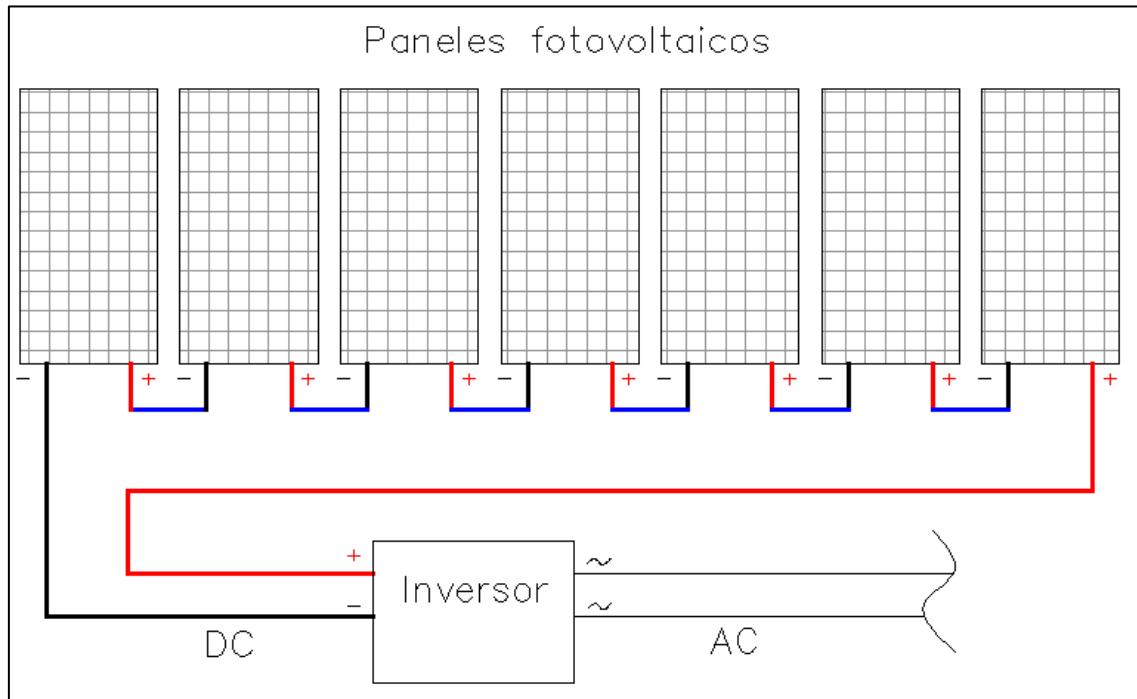
$$N^{\circ} p. serie = \frac{220 V}{34.67 V} = 6.35$$

Al obtener un resultado de 6.35, este valor se aproxima al número superior entero, por lo tanto, será necesaria una conexión en serie de 7 paneles solares.

Asimismo, la cantidad de paneles en conexión paralelo se calcula teniendo en cuenta la potencia del generador fotovoltaico requerida para activar la bomba, que es de 1100W. Además, se considera el número de paneles solares conectados en serie y la potencia máxima corregida de 369.5625 W. Aplicando la ecuación que se proporciona a continuación:

$$N^{\circ} p. paralelo = \frac{1100W}{7 * 369.5625W} = 0.43$$

Al obtener un resultado de 0.43, que corresponde aproximadamente al número superior entero, se puede inferir que se trata simplemente de una formación en paralelo. En consecuencia, el sistema se constituirá por una fila de siete paneles, como se aprecia en la siguiente imagen.

Figura 14*Configuración de la matriz fotovoltaica*

Nota. Elaboración propia.

4.2.4. Respecto al objetivo general

Los objetivos específicos, que incluyen el análisis del recurso solar disponible y la estimación de la demanda hídrica en la zona de cultivo, se han alcanzado. Además, se han dimensionado y seleccionado la electrobomba y la tubería de impulsión, y se ha configurado la matriz fotovoltaica. En consecuencia, se ha alcanzado el objetivo general de diseñar un sistema de bombeo de agua a través de paneles fotovoltaicos para el riego de una parcela en la comunidad Chimpa Jallapisi de Azángaro.

Como un aporte adicional al tema de la tesis que trata exclusivamente del sistema de bombeo, se propone para el riego de la parcela, un riego por surcos que consiste en crear zanjales poco profundas (surcos) paralelas entre sí, donde se deja fluir el agua por gravedad. Este sistema aprovecha la pendiente natural del terreno



para distribuir el agua.

Cantidad de surcos: El número dependerá de la separación entre ellos.

Para el cultivo de papa, la separación típica entre surcos varía de 70 cm a 90 cm.

Para un ancho de 38.64 m, usando una separación de 80 cm, el número aproximado de surcos sería:

$$Cantidad\ de\ surcos = \frac{Ancho\ total}{Separacion} = \frac{38.64}{0.80} \approx 48\ surcos$$

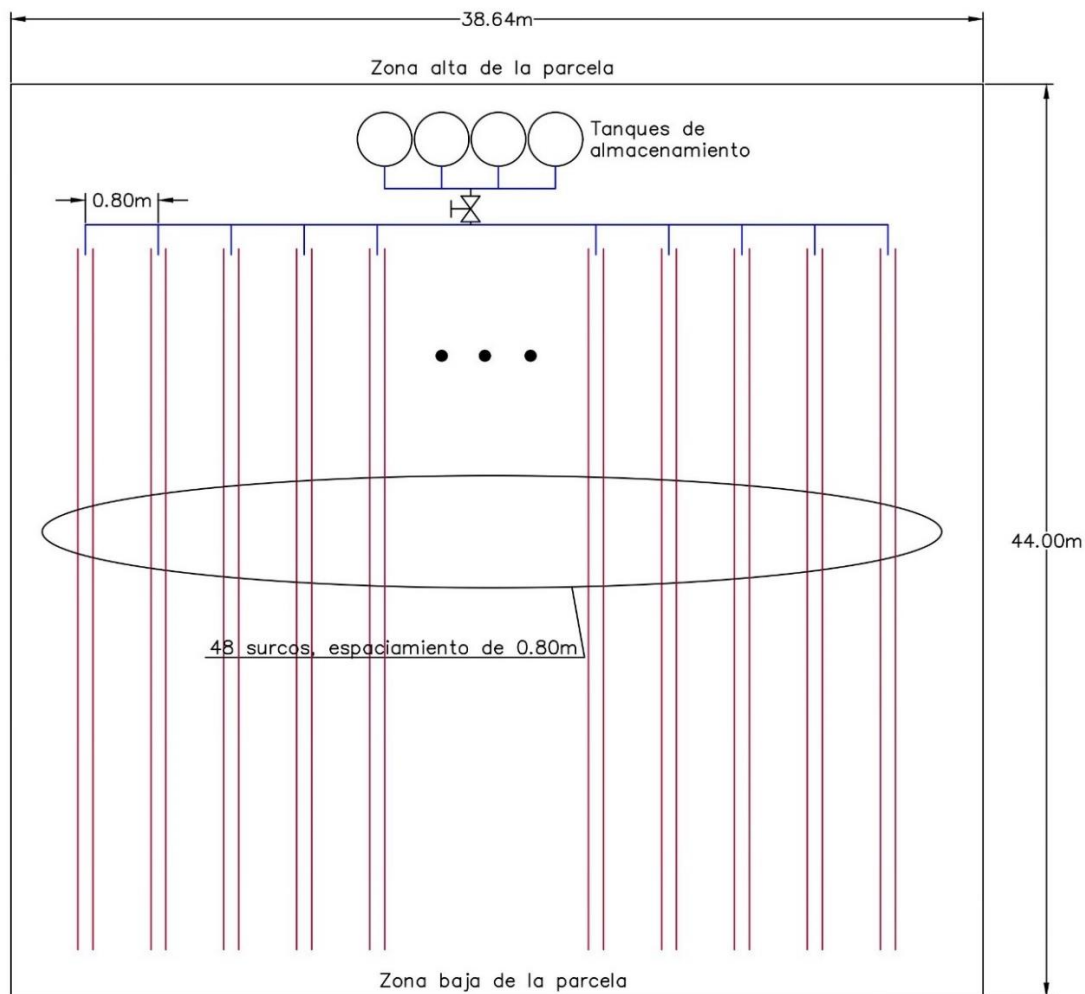
Longitud de cada surco: Dado que el terreno tiene una longitud de 44 m, los surcos serán de esa longitud en dirección a la pendiente.

Esquema sugerido

El diseño sería un diagrama simple donde los surcos están representados como doble líneas paralelas sobre el terreno inclinado, con el flujo de agua en dirección descendente.

Figura 15

Esquema de riego de la parcela



Nota. Elaboración propia.

4.3. Prueba de hipótesis

Se alcanzó el cumplimiento de las hipótesis específicas, las cuales indican la posibilidad de efectuar un análisis del recurso solar disponible y determinar la demanda hídrica en el área de cultivo. Asimismo, se logró dimensionar y seleccionar la electrobomba y la tubería de impulsión apropiadas, y se pudo configurar la matriz fotovoltaica. Por lo tanto, se ha alcanzado el cumplimiento de la hipótesis general que postula la posibilidad de concebir un sistema de bombeo de agua a través de paneles fotovoltaicos para el riego de una parcela en la comunidad Chimpa Jallapisi de Azángaro.

4.4. Discusión de resultados

4.4.1. Respecto al objetivo específico 1

Dávalos y Mejía (2019), a través de su investigación, determinaron el recurso solar disponible y calcularon la demanda hídrica de la zona de cultivo agrícola. Utilizando el reporte del PVGIS y considerando una inclinación de 7.5° , identificaron que la irradiación más crítica ocurre en febrero, con un valor de $111.3 \text{ kWh/m}^2/\text{mes}$, y estimaron una demanda hídrica diaria de 40,000 litros por hectárea

Además Jara (2021) en su investigación determinó el recurso solar disponible y estimó la demanda hídrica de la zona de cultivo encontrando que a una inclinación de 15° mediante el reporte del PVGIS obtuvo una irradiación más crítica en el mes de junio con $141.72 \text{ kWh/m}^2/\text{mes}$, y estimando la demanda hídrica necesaria para un 1 hectárea de 39000 litros para riego de una hectárea por día.

Los datos resultantes de nuestro estudio son congruentes con los resultados hallados en las investigaciones mencionadas, determinamos mediante el reporte de datos de PVGIS que el mes más crítico es el mes de febrero con un valor de irradiación de $171.912 \text{ kWh/m}^2/\text{mes}$ al utilizarse un ángulo óptimo de 15° , además la demanda necesaria de agua para la parcela de 1700 m^2 se calculó en 8891 litros diarios, lo cual es congruente teniendo en cuenta las dimensiones de las áreas y valores de irradiación de los antecedentes mencionados, lográndose así bajo la misma metodología cumplir el objetivo planteado.

4.4.2. Respecto al objetivo específico 2

La investigación de Solano (2023) reveló resultados comparables respecto a la dimensión y selección de la electrobomba y la tubería de impulsión, resultando



esta investigación con una selección de electrobomba sumergible Pedrollo 4SR75G/30 de 2.2kW-3 HP, con una altura dinámica total de 22.5 metros y caudal de $18.03\text{m}^3/\text{h}$, y el diámetro de la tubería de impulsión calculado fue de 1 1/4 pulgadas.

Además la investigación de Iman y Rojas (2023) revelan resultados comparables respecto a la dimensión y selección de la electrobomba y la tubería de impulsión, resultando esta investigación con una selección de electrobomba sumergible Pedrollo 4SR90G de 5.5 kW, para un caudal de 381 L/min o $22.86\text{m}^3/\text{h}$ y una altura máxima de más de 32 m, y el diámetro de la tubería de impulsión calculado fue de 4 pulgadas.

En tal sentido los datos resultantes de nuestro estudio son congruentes con los resultados hallados en las investigaciones mencionadas, ya que se logró seleccionar la bomba la Pedrollo 4SR13Gm/15 Monofásica de 1.5 HP para una altura dinámica de 24 metros y un caudal de $4.4455\text{m}^3/\text{h}$.

4.4.3. Respecto al objetivo específico 3

Tanto nuestro estudio como el de Jara (2021) revelan resultados comparables respecto a la matriz fotovoltaica resultando esta investigación con En su investigación el sistema fotovoltaico de bombeo de agua consta de un arreglo de 28 paneles de 370 Wp conectados 14 en serie y 2 strings en paralelo.

Además la investigación de Iman y Rojas (2023) revelan resultados comparables respecto a la matriz fotovoltaica resultando esta investigación con El sistema fotovoltaico de bombeo de agua consta de un arreglo de 16 paneles EVO6 Pro de 700 Wp.



En tal sentido los resultados de nuestro estudio son congruentes con los resultados hallados en las investigaciones mencionada, ya que en nuestro caso también se logró seleccionar la se seleccionó el módulo fotovoltaico monocristalino JA Solar JAM54S31-405 MR con una potencia nominal de 405W, se determinó el uso de 7 paneles solares para conexión en serie en una fila.



CONCLUSIONES

- Primera:** La determinación del recurso solar disponible en la comunidad Chimpa Jallapisi permitió establecer que la latitud de -14.87° permite un ángulo óptimo de inclinación de los paneles solares de 15° , orientados al norte. A través de la plataforma PVGIS, se identificó que la irradiación mínima de 171.912 kWh/m^2 en febrero y un máximo de 225.784 kWh/m^2 en agosto. La demanda hídrica de la parcela de 1700 m^2 se calculó en 8891 litros diarios, utilizando un coeficiente de cultivo para papa de 1.20 y una evapotranspiración de referencia máxima de 4.36 mm/día . Se recomienda el uso de cuatro tanques de almacenamiento de 2500 litros cada uno para cubrir la demanda hídrica.
- Segunda:** El dimensionamiento y selección de la electrobomba y tubería de impulsión se basó en un caudal requerido de $4.4455 \text{ m}^3/\text{h}$ y una altura de bombeo de 24 metros. Se determinó que el diámetro de la tubería de impulsión adecuado es de $1 \frac{1}{4}$ pulgadas, capaz de manejar el caudal y la altura de bombeo necesarios.
- Tercera:** Para la configuración de la matriz fotovoltaica del sistema de bombeo, se seleccionó el módulo fotovoltaico monocristalino JA Solar JAM54S31-405 MR con una potencia nominal de 405W, se determinó el uso de 7 paneles solares para conexión en serie en una fila. Este módulo, disponible en el mercado peruano, se eligió por su alta eficiencia y características técnicas adecuadas para la zona de estudio. La configuración asegura que la energía generada por los



paneles solares será suficiente para alimentar la electrobomba seleccionada, garantizando un funcionamiento continuo y eficiente del sistema de bombeo de agua.

Cuarta: El diseño del sistema de bombeo de agua con paneles fotovoltaicos para la parcela en Chimpa Jallapisi ha sido exitoso, basándose en un análisis detallado del recurso solar y las necesidades hídricas. La configuración seleccionada incluye paneles solares con una inclinación óptima de 15°, tanques de almacenamiento de 2500 litros, una electrobomba Pedrollo de 1.5 HP, y una tubería de 1 1/4 pulgadas. El módulo fotovoltaico JA Solar JAM54S31-405 MR ha sido elegido por su alta eficiencia, garantizando la generación suficiente de energía para un riego continuo y eficiente. Este diseño asegura una solución efectiva para satisfacer la demanda de agua en la parcela, optimizando el uso de recursos solares.



RECOMENDACIONES

- Primera:** Se recomienda adoptar la inclinación de 15° y la orientación norte para los paneles solares según el análisis realizado en la comunidad Chimpa Jallapisi. Esta configuración aprovechará de manera óptima la irradiación solar, cubriendo la demanda hídrica de la parcela con cuatro tanques de 2500 litros cada uno para asegurar el suministro de 8891 litros diarios.
- Segunda:** Es fundamental asegurarse de que la electrobomba y la tubería de impulsión, especificadas con un caudal de 4.4455 m³/h y una altura de bombeo de 24 metros, cumplan con los parámetros diseñados. La electrobomba Pedrollo 4SR13Gm/15 de 1.5 HP y la tubería de 1 1/4 pulgadas deben ser implementadas conforme a estas especificaciones para garantizar un rendimiento eficiente del sistema de bombeo.
- Tercera:** Se sugiere que el sistema de paneles fotovoltaicos utilice el módulo JA Solar JAM54S31-405 MR, dado su alto rendimiento y adecuación técnica para la zona. Asegúrese de que la configuración de los paneles proporcione suficiente energía para la electrobomba, garantizando un funcionamiento continuo y eficiente del sistema.
- Cuarta:** El diseño del sistema de bombeo solar para la parcela en Chimpa Jallapisi ha sido exitoso. Para su futura implementación, es crucial mantener la configuración propuesta, incluyendo la inclinación de los paneles, los tanques de almacenamiento, la electrobomba y los módulos fotovoltaicos. Esto garantizará una solución efectiva que optimiza el uso de recursos solares y satisface la demanda de agua de manera continua y eficiente.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abtahi, A., y Messenger, R. (2017). *Photovoltaic Systems Engineering | Roger A. Messenger, Homayoon "Amir"* (4th ed.). Prensa CRC.
<https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/9781315151434/photovoltaic-systems-engineering-roger-messenger-homayoon-amir-abtahi>
- Allen, R., Pereira, L., Raes, D., y Smith, M. (2006). *Evapotranspiración del cultivo Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). <https://www.fao.org/4/x0490s/x0490s00.htm>
- Alvarado, J. (2018). *Diseño y cálculo de una instalación fotovoltaica aislada*. Universidad Politécnica de Madrid.
- Asmat, C. P. (2018). Determinación de la eficiencia de un sistema de bombeo fotovoltaico en el distrito de Yaurisque-Cusco. *Universidad Nacional Agraria La Molina*. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3141>
- Blas, D., y Torres, M. Á. (with Universidad de Zaragoza). (2011). *Energía solar fotovoltaica. Instalación de paneles fotovoltaicos en Bosal S.A.* Universidad de Zaragoza.
- Carrasco, S. (2008). *Metodología de la Investigación Científica* (2da ed.). Editorial San Marcos.
- Cegarra, J. (2004). *Metodología de la investigación científica y tecnológica*. Díaz de Santos.
- Collado, E. (2009). *Energía solar fotovoltaica, competitividad y evaluación económica, comparativa y modelos* [[Http://purl.org/dc/dcmitype/Text](http://purl.org/dc/dcmitype/Text),



UNED. Universidad Nacional de Educación a Distancia].

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=43518>

Cuervo, R., y Mendez, J. M. (2011). *Energía solar fotovoltaica*. FC Editorial.

Dávalos, J., y Mejía, E. (2019). Diseño de un Sistema de Bombeo Fotovoltaico para Riego Agrícola en el Caserío La Guayaba, Distrito de Bellavista, Jaén – Cajamarca. *Universidad Nacional de Jaén*.

<http://repositorio.unj.edu.pe/jspui/handle/UNJ/71>

ECyT-ar. (2017). *Irradiación solar*. https://cyt-ar.com.ar/cyt-ar/index.php/Irradiaci%C3%B3n_solar

Farfán, J. L. (2018). *Energía solar fotovoltaica para la explotación de agua subterránea, Cuenca Motupe – Olmos – La Leche*.

<http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/3040>

Hervias, A. A. (2019). "Diseño de un sistema de bombeo mediante energía solar fotovoltaica para suministrar agua potable a la población de Maynas – Perú". *Repositorio institucional – UNAC*.

<https://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/3949>

Iman, J. A., y Rojas, F. R. (2023). Diseño de un sistema de bombeo fotovoltaico para optimizar el sistema de riego terreno agrícola La Arena Piura. *Repositorio Institucional - UCV*.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/141921>

Instituto Tecnológico de Canarias. (2008). *Energías renovables y eficiencia energética*. INSTITUTO Tecnológico de Canarias, S.A.

Jara, H. J. (2021). *Diseño de un sistema de bombeo solar directo para riego por goteo en el distrito de Guadalupito – La Libertad*.



<http://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/9159>

Martín, M. (2022). *Estudio de la inclinación óptima de paneles solares bifaciales monocristalinos de silicio*. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/54254>

Osinerming. (2019). *Energías renovables: Experiencia y perspectivas en la ruta del Perú hacia la transición energética*.
<https://www.gob.pe/institucion/osinergmin/informes-publicaciones/483400-energias-renovables-experiencia-y-perspectivas-en-la-ruta-del-peru-hacia-la-transicion-energetica>

Perpiñan, O. (2023). *Energía solar Fotovoltaica*. Creative Commons.
<https://github.com/oscarperpnan/esf>

Reinders, Verlinden, Van Sark, y Freundlich. (2017). *Fotovoltaic Solar Energy From Fundamentals to Applications*. John Wiley & Sons, Ltd.

Sampaio, P. G. V., y González, M. O. A. (2017). Photovoltaic solar energy: Conceptual framework. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 74, 590-601. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.02.081>

Solano, Y. B. (2023). Diseño de estación de bombeo de agua, alimentada con energía solar para cultivo de paltas en Huaca Corral, La Libertad. *Repositorio Institucional - UCV*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/130237>

Turgeon, A., y Morse, E. (2021). *Solar Energy*.
<https://education.nationalgeographic.org/resource/solar-energy>

Vidales, J. C. (2022). *Diseño de un sistema de bombeo de agua utilizando energía solar fotovoltaica*. <https://hdl.handle.net/20.500.13028/3908>



APÉNDICES



Apéndice 1: Matriz de Consistencia

Título: DISEÑO DE UN SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA EL RIEGO DE UNA PARCELA EN LA COMUNIDAD CHIMPA JALLAPISI DE AZÁNGARO

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE	METODOLOGÍA
¿Cómo diseñar un sistema fotovoltaico para el bombeo de agua destinada al riego de un terreno agrícola en la comunidad Chimpa Jallapisi de Azángaro?	Diseñar un sistema fotovoltaico para el bombeo de agua destinada al riego de un terreno agrícola en la comunidad Chimpa Jallapisi de Azángaro.	Es posible diseñar un sistema de bombeo de agua mediante paneles fotovoltaicos para el riego de una parcela en la comunidad Chimpa Jallapisi de Azángaro.	VI: - Radiación solar - Demanda del recurso hídrico	Diseño: No experimental Enfoque: Cualitativo Nivel: Descriptivo Técnica: Observación y Análisis documental
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS		Instrumento: Guía de observación y Ficha de revisión documental
PE1.- ¿Cuál es el recurso solar disponible y la demanda hídrica de la zona de cultivo? PE2.- ¿Cómo dimensionar y seleccionar la electrobomba y la tubería de impulsión? PE3.- ¿Cuál es la configuración de la matriz fotovoltaica y como automatizar el sistema de bombeo?	OE1.- Determinar el recurso solar disponible y estimar la demanda hídrica de la zona de cultivo. OE2.- Dimensionar y seleccionar la electrobomba y la tubería de impulsión. OE3.- Configurar la matriz fotovoltaica y automatizar el sistema de bombeo.	HE1. Es posible determinar el recurso solar disponible y estimar la demanda hídrica de la zona de cultivo. HE2. Es posible dimensionar y seleccionar la electrobomba y la tubería de impulsión. HE3. Es posible configurar la matriz fotovoltaica para el sistema de bombeo.	VD: - Sistema de bombeo mediante paneles fotovoltaicos	Población: Una parcela agrícola de un área de 1700 m2 en al comunidad Chimpa Jallapisi para la cual se realizó el diseño del sistema de bombeo Muestra: Se consideró a la población considerada en el estudio, que está comprendido únicamente por una parcela agrícola de un área de 1700m2 en la comunidad Chimpa Jallapisi, para la cual se realizó el diseño del sistema de bombeo.

Apéndice 2: Ficha Técnica de la Bomba

4SR

Electrobombas sumergidas de 4"



- Agua limpia
(Contenido de arena máximo 150 g/m³)
- Utilizo doméstico
- Utilizo civil
- Utilizo industrial

CAMPO DE PRESTACIONES

- Caudal hasta **450 l/min** (27 m³/h)
- Altura manométrica hasta **425 m**

LIMITES DE UTILIZO

- Temperatura máxima del fluido hasta **+35 °C**
- Contenido de arena máximo **150 g/m³**
- Profundidad de utilizo hasta **100 m** bajo el nivel del agua con cable de alimentación de longitud adecuada
- Funcionamiento:
 - en vertical
 - en horizontal con los siguientes límites:
 - 4SR7G - 4SR10G - 4SR13G - 4SR25G **18 etapas**
 - 4SR33G - 4SR45G - 4SR60G - 4SR75G - 4SR90G **10 etapas**
- Arranques/hora: **20** a intervalos regulares
- Flujo de enfriamiento motor mínimo **8 cm/s**
- Funcionamiento continuo **S1**

EJECUCION Y NORMAS DE SEGURIDAD

MOTOR ELECTRICO

- Monofásica 220 V - 60 Hz
- Trifásica 380 V - 60 Hz

Cable de alimentación de:

- **1.7 m** para potencias de 0.37 a 3 kW
- **2.7 m** para potencias de 4 a 7.5 kW

► Las versiones monofásicas **4SR-PD** incluyen el condensador en el interior del embalaje.EN 60335-1
IEC 60335-1
CEI 61-150EN 60034-1
IEC 60034-1
CEI 2-3

CERTIFICACIONES

Empresa con sistema de gestión certificado DNV
ISO 9001: CALIDAD
ISO 14001: AMBIENTE

UTILIZOS E INSTALACIONES

Se aconsejan para bombear agua limpia con contenido de arena no superior a **150 g/m³**. Debido al alto rendimiento y fiabilidad, son aptas para usos en el campo doméstico, civil e industrial, para la distribución del agua en acoplamiento con autoclaves, riegos, instalaciones de lavado, aumento de presión para instalaciones antiincendio, etc.

PATENTES - MARCAS - MODELOS

- Patente n° EP09781276.2

EJECUCION BAJO PEDIDO

- Cuerpo bomba con bocas roscadas ISO 228/1
- Otros voltajes
- **Kit camisa de enfriamiento completo con filtro y soportes**



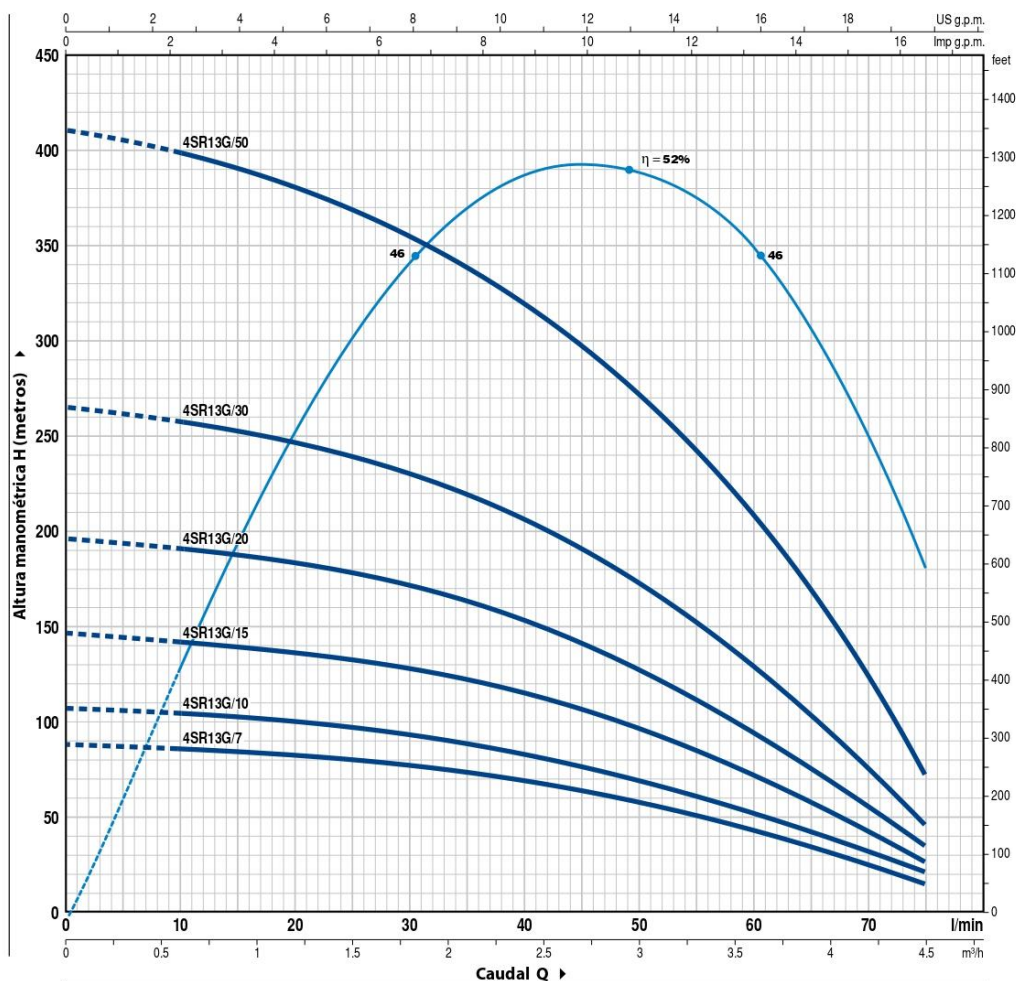
GARANTIA

2 años según nuestras condiciones generales de venta

4SR13G

CURVAS Y DATOS DE PRESTACIONES

60 Hz n= 3450 rpm



MODELO		POTENCIA (P ₂)		Q										
Monofásica	Trifásica	KW	HP	m ³ /h	0	0.6	0.9	1.2	1.8	2.4	3.0	3.6	4.2	4.5
4SR13Gm/7	4SR13G/7	0.55	0.75	l/min	0	10	15	20	30	40	50	60	70	75
4SR13Gm/10	4SR13G/10	0.75	1	H metros	88	84	83.5	80.5	76	68	59	44	28	17
4SR13Gm/15	4SR13G/15	1.1	1.5		108	105	103.5	100	93	82	70	53	34	23
4SR13Gm/20	4SR13G/20	1.5	2		147	142	140	137	128	115	97	71.5	45	28
4SR13Gm/30	4SR13G/30	2.2	3		196	191	189	185	171	152	127	96	60	36
-	4SR13G/50	3.7	5		265	257	254.5	249	231.5	207	175	128	80	48
-	-	-	-		411	398	390	380	353.8	320	275	207	125	73

Q = Caudal H = Altura manométrica total

Tolerancia de las curvas de prestación según EN ISO9906 Grado 3B.

Apéndice 3: Ficha Técnica del Panel



Higher output power



Lower LCOE



Less shading and lower resistive loss

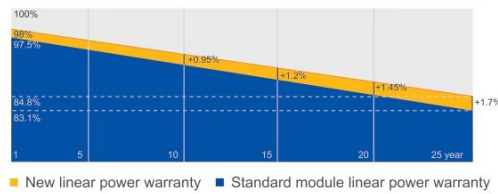


Better mechanical loading tolerance

Superior Warranty

- 12-year product warranty
- 25-year linear power output warranty

0.55% Annual Degradation Over 25 years



Comprehensive Certificates

- IEC 61215, IEC 61730, UL 61215, UL 61730
- ISO 9001: 2015 Quality management systems
- ISO 14001: 2015 Environmental management systems
- ISO 45001: 2018 Occupational health and safety management systems
- IEC TS 62941: 2016 Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Guidelines for increased confidence in PV module design qualification and type approval



JA SOLAR

www.jasolar.com

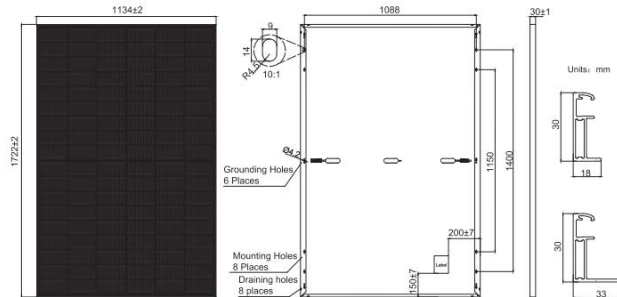
Specifications subject to technical changes and tests.
JA Solar reserves the right of final interpretation.



JASOLAR

JAM54S31 380-405/MR Series

MECHANICAL DIAGRAMS



Remark: customized frame color and cable length available upon request

SPECIFICATIONS

Cell	Mono
Weight	21.5kg±3%
Dimensions	1722±2mm×1134±2mm×30±1mm
Cable Cross Section Size	4mm ² (IEC) , 12 AWG(UL)
No. of cells	108(6x18)
Junction Box	IP68, 3 diodes
Connector	MC4(1000V) MC4-EVO2(1500V)
Cable Length (Including Connector)	Portrait: 300mm(+)/400mm(-); Landscape: 1200mm(+)/1200mm(-)
Packaging Configuration	36pcs/Pallet, 936pcs/40ft Container

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

TYPE	JAM54S31 -380/MR	JAM54S31 -385/MR	JAM54S31 -390/MR	JAM54S31 -395/MR	JAM54S31 -400/MR	JAM54S31 -405/MR
Rated Maximum Power(Pmax) [W]	380	385	390	395	400	405
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	36.58	36.71	36.85	36.98	37.07	37.23
Maximum Power Voltage(Vmp) [V]	30.28	30.46	30.64	30.84	31.01	31.21
Short Circuit Current(Isc) [A]	13.44	13.52	13.61	13.70	13.79	13.87
Maximum Power Current(Imp) [A]	12.55	12.64	12.73	12.81	12.90	12.98
Module Efficiency [%]	19.5	19.7	20.0	20.2	20.5	20.7
Power Tolerance	0~+5W					
Temperature Coefficient of Isc(α _{Isc})	+0.045%/°C					
Temperature Coefficient of Voc(β _{Voc})	-0.275%/°C					
Temperature Coefficient of Pmax(γ _{Pmp})	-0.350%/°C					
STC	Irradiance 1000W/m ² , cell temperature 25°C, AM1.5G					

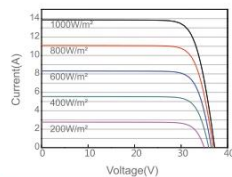
Remark: Electrical data in this catalog do not refer to a single module and they are not part of the offer. They only serve for comparison among different module types.

ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT

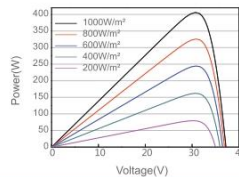
TYPE	JAM54S31 -380/MR	JAM54S31 -385/MR	JAM54S31 -390/MR	JAM54S31 -395/MR	JAM54S31 -400/MR	JAM54S31 -405/MR	OPERATING CONDITIONS
Rated Max Power(Pmax) [W]	286	290	294	298	302	306	Maximum System Voltage 1000V/1500V DC
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	34.36	34.49	34.62	34.75	34.88	35.12	Operating Temperature -40°C~+85°C
Max Power Voltage(Vmp) [V]	28.51	28.68	28.87	29.08	29.26	29.47	Maximum Series Fuse Rating 25A
Short Circuit Current(Isc) [A]	10.75	10.82	10.89	10.96	11.03	11.10	Maximum Static Load Front* 5400Pa(112lb/ft ²) Maximum Static Load Back* 2400Pa(50lb/ft ²)
Max Power Current(Imp) [A]	10.03	10.11	10.18	10.25	10.32	10.38	NOCT 45±2°C
NOCT	Irradiance 800W/m ² , ambient temperature 20°C, wind speed 1m/s, AM1.5G						Safety Class Class II
							Fire Performance UL Type 1

CHARACTERISTICS

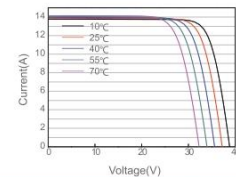
Current-Voltage Curve JAM54S31-405/MR



Power-Voltage Curve JAM54S31-405/MR



Current-Voltage Curve JAM54S31-405/MR



Premium Cells, Premium Modules

Version No. : Global_EN_20210119



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 05/12/2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: HITLER ROMEL GOZME VILAVILA

Dirección: Jr. Los Heroes B2-23 - Juliaca

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 71836179

Teléfono: 929133041 email: vilavilahitler7@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

Asesor: Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: DISEÑO DE UN SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA EL RIEGO DE UNA PARCELA EN LA COMUNIDAD CHIMPA JALLAPISI DE AZÁNGARO

Palabras claves, (3 a 5 términos): Bombeo, sistema fotovoltaico, irradiancia solar

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1,2}?

2

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

Bachiller Título 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción “internacional” o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción “internacional” emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción “internacional” goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA – P18

Firma de Autor



huella digital

05 – DICIEMBRE – 2024

Fecha