

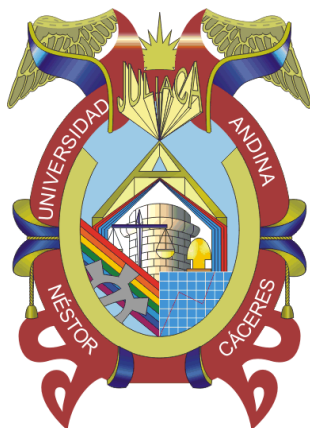


**UNIVERSIDAD ANDINA**

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**



**DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA RIEGO  
POR GOTEO DE CULTIVO DE AJO EN EL SECTOR  
SAN LUIS DEL DISTRITO DE ASILLO,  
PUNO AÑO 2024**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. ALAN GONZALO JARA MENDOZA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

JULIACA - PERÚ

2025



**UNIVERSIDAD ANDINA**  
**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

**DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA RIEGO  
POR GOTEO DE CULTIVO DE AJO EN EL SECTOR  
SAN LUIS DEL DISTRITO DE ASILLO,  
PUNO AÑO 2024**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. ALAN GONZALO JARA MENDOZA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**APROBADA POR EL JURADO REVISOR:**

**PRESIDENTE**

:   
Mgtr. WALTER JACINTO LIZARRAGA ARMAZA

**PRIMER MIEMBRO**

:   
Dr. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO

**SEGUNDO MIEMBRO**

:   
Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CÁRDENAS

**ASESOR DE TESIS**

:   
Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA ELECTRICA – P18**



**UNIVERSIDAD ANDINA  
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"**

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 269-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 07 de mayo del 2025

**VISTO:** El expediente N° 2025- CU-1857 presentado por el (la) Bachiller: **ALAN GONZALO JARA MENDOZA** 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. **ALAN GONZALO JARA MENDOZA**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA RIEGO POR GOTEO DE CULTIVO DE AJO EN EL SECTOR SAN LUIS DEL DISTRITO DE ASILLO, PUNO AÑO 2024**, la misma que pertenece a la línea de investigación **INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA ELÉCTRICA** 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 investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN**.

**ARTICULO TERCERO . – APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **ALAN GONZALO JARA MENDOZA**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA RIEGO POR GOTEO DE CULTIVO DE AJO EN EL SECTOR SAN LUIS DEL DISTRITO DE ASILLO, PUNO AÑO 2024** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecánico Electricista**. de acuerdo al siguiente detalle:

- \* **FECHA** : jueves 15 de mayo del 2025
- \* **HORA** : 9:00 horas
- \* **LUGAR** : Aula 205 - 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.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

Dr. **OSCAR V. VIAMONTE CALLA**  
**DECANO (e)**  
CIP. 32730



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

Dr. **Fritz Wally Mamani Apaza**  
**DIRECTOR**  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo  
interesado (n)



# UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

## RESOLUCIÓN DECANAL N° 1203-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 03 de octubre del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU- 12881, presentado el señor (a) **ALAN GONZALO JARA MENDOZA** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el PROVEIDO – N° 997 -2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 023-2024 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): **ALAN GONZALO JARA MENDOZA** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA RIEGO POR GOTEO DE CULTIVO DE AJO EN EL SECTOR SAN LUIS DEL DISTRITO DE ASILLO, PUNO AÑO 2024**, 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 de la propuesta de investigación formato N° 023-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA RIEGO POR GOTEO DE CULTIVO DE AJO EN EL SECTOR SAN LUIS DEL DISTRITO DE ASILLO, PUNO AÑO 2024**.

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): **ALAN GONZALO JARA MENDOZA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecánico Electricista**, con el Tema Titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA RIEGO POR GOTEO DE CULTIVO DE AJO EN EL SECTOR SAN LUIS DEL DISTRITO DE ASILLO, PUNO AÑO 2024** correspondiente a la línea de investigación **INGENIERIA Y TECNOLOGIA ELÉCTRICA**.

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 CIENCIAS PURAS

Dr. MILTHON QUISEP HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
Dr. Efraín Pajillo Sosa  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo 2024  
Interesado (a)



**UNIVERSIDAD ANDINA**  
**"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"**

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1874-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 27 de diciembre del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU - 16832 por el señor (a): **ALAN GONZALO JARA MENDOZA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 1373- 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 019- 2024 del integrante del comité de investigación **EPIME** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

**CONSIDERANDO:**

Que, el señor (a): **ALAN GONZALO JARA MENDOZA**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA RIEGO POR GOTEO DE CULTIVO DE AJO EN EL SECTOR SAN LUIS DEL DISTRITO DE ASILLO, PUNO AÑO 2024**, 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° 019- 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA RIEGO POR GOTEO DE CULTIVO DE AJO EN EL SECTOR SAN LUIS DEL DISTRITO DE ASILLO, PUNO AÑO 2024**, Correspondiente a la línea de investigación **INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA ELÉCTRICA**.

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): **ALAN GONZALO JARA MENDOZA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, con el Tema Titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA RIEGO POR GOTEO DE CULTIVO DE AJO EN EL SECTOR SAN LUIS DEL DISTRITO DE ASILLO, PUNO AÑO 2024** correspondiente a la línea de investigación **INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA ELÉCTRICA**, en virtud a los considerandos expuestos.

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR** como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la, Ing. **ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON**.

**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.

  
Dr. MILTON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790

  
Dr. Milton Quispe Huanca  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo  
interesado (a)



**UNIVERSIDAD ANDINA  
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"**

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1807-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 17 de diciembre del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU- 18607, presentado por el señor (a) **ALAN GONZALO JARA MENDOZA** solicitando **CAMBIO DE ASESOR DE INVESTIGACIÓN**, el Proveído del Director de la Unidad de Investigación de la FICP, y la **RESOLUCIÓN DECANAL N° 1203-2024-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación de la **PROPUESTA DE INVESTITACIÓN**, para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico Electricista.

**CONSIDERANDO:**

Que, el señor (a): **ALAN GONZALO JARA MENDOZA** ha presentado cambio de asesor de tesis del tema investigación Titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA RIEGO POR GOTEO DE CULTIVO DE AJO EN EL SECTOR SAN LUIS DEL DISTRITO DE ASILLO, PUNO AÑO 2024**, 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° 1203-2024-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación de la **PROPUESTA DE INVESTITACIÓN**.

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 FOTOVOLTAICO PARA RIEGO POR GOTEO DE CULTIVO DE AJO EN EL SECTOR SAN LUIS DEL DISTRITO DE ASILLO, PUNO AÑO 2024**.

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): **ALAN GONZALO JARA MENDOZA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, con el Tema Titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA RIEGO POR GOTEO DE CULTIVO DE AJO EN EL SECTOR SAN LUIS DEL DISTRITO DE ASILLO, PUNO AÑO 2024** correspondiente a la línea de investigación **INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA ELÉCTRICA**, se le asigna como:

**ASESOR:** Ing. **ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN**

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER** como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a la) docente Ing. **ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREÓN**.

**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 QUISEP HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
DIRECTOR  
Dr. Efraín Parillo Sosa  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo 2024  
Interesado (a)



## DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA EL RIEGO Y CONTROL DE GOTEO DE CULTIVO DE AJO EN EL SECTOR SAN LUIS DEL DISTRITO DE ASILLO, PUNO AÑO 2024

### INFORME DE ORIGINALIDAD

21%

INDICE DE SIMILITUD

20%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

13%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	8%
2	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	5%
3	pdfcoffee.com Fuente de Internet	1%
4	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
5	vsip.info Fuente de Internet	<1%
6	1library.co Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	<1%



Metadatos Complementarios



<b>Título de la tesis</b>	
<b>DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA RIEGO POR GOTEO DE CULTIVO DE AJO EN EL SECTOR SAN LUIS DEL DISTRITO DE ASILLO, PUNO AÑO 2024</b>	
<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	ALAN GONZALO JARA MENDOZA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	75949879
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0001-3636-4602">https://orcid.org/0009-0001-3636-4602</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02064066
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0001-8065-6533">https://orcid.org/0000-0001-8065-6533</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	WALTER JACINTO LIZARRAGA ARMAZA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02393436
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02406088
<b>Miembro del jurado 2</b>	
Nombres y apellidos	SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	02383061
<b>Datos de investigación</b>	
Línea de investigación	<b>Ingeniería y Tecnología Eléctrica – P18</b>
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú          Departamento: Puno          Provincia: Azangaro          Distrito: Asillo          Longitud oeste: -15.481851250200059, -          Latitud sur: -70.12075060454241</p>  <p><a href="https://goo.su/2QIk3">https://goo.su/2QIk3</a></p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Junio 2023 - diciembre 2024
URL de disciplinas OCDE <a href="https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html">https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html</a> - Librería	<p><b>Ingeniería eléctrica, Ingeniería electrónica</b>  <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.00">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.00</a></p> <p><b>Otras ingenierías y tecnologías</b>  <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.11.02">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.11.02</a></p>



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO "NESTOR CERDAS VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y TECNOLOGÍAS  
 Dr. Prile Willy Mamani Apaza  
 DIRECTOR  
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



### DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo ALAN GONZALO JARA MENDOZA, identificado con DNI

Nro. 46826939, en mi condición de egresado de:

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

MECÁNICA ELÉCTRICA

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

**DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA RIEGO POR GOTEO DE CULTIVO DE AJO EN EL SECTOR SAN LUIS DEL DISTRITO DE ASILLO, PUNO AÑO 2024**

Asesorado por: Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON

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 \_02\_ de junio del 2024

Firma del Asesor  
(obligatoria)

Firma del Estudiante  
(obligatoria)



Huella



## DEDICATORIA

A nuestro Dios altísimo por darme la vida y estar conmigo en cada momento.

A mi querida madre florentina Mendoza Morocco por brindarme su apoyo incondicional durante la etapa de mi vida académico que ha estado en los momentos que lo he necesitado, por haberme brindado buenos valores para enfrentarme la vida.



## AGRADECIMIENTO

A Dios, por estar siempre a mi lado, cuidándome, protegiéndome en cada paso y guiándome por el camino correcto en la vida. A mi madre, por ser un ejemplo constante, inculcándome los valores que me han permitido tomar decisiones correctas en cada momento de mi vida y que seguirán guiándome en el futuro.

A la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y a la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica por brindarme los conocimientos necesarios para mi formación. A los miembros del jurado evaluador, por sus valiosas sugerencias que contribuyeron a la culminación de esta investigación.



**INDICE GENERAL**

DEDICATORIA..... i

AGRADECIMIENTO.....ii

INDICE GENERAL ..... iii

INDICE DE TABLAS .....vi

RESUMEN ..... viii

ABSTRACT .....ix

INTRODUCCIÓN ..... x

**CAPÍTULO I**

**ASPECTOS GENERALES**

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA ..... 1

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA..... 2

1.2.1. Problema principal..... 2

1.2.2. Problemas específicos..... 2

1.3. JUSTIFICACIÓN..... 3

1.3.1. Justificación técnica..... 3

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN ..... 4

1.4.1. Objetivo general..... 4

1.4.2. Objetivos específicos..... 4

1.5. HIPOTESIS..... 4

1.5.1. Hipótesis general..... 4

1.5.2. Hipótesis específicas ..... 5

1.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES..... 5

1.6.1. Variables independientes ..... 5

1.6.2. Variables dependientes ..... 5

1.6.3. Variable Interviniente ..... 5

1.6.4. Operacionalización de variables ..... 6

**CAPÍTULO II**

**FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

2.1. BASES TEORICOS ..... 8

2.1.1. Instrumentos de medición..... 9



2.1.2. Unidades de medida.....	10
2.1.3. Insolación .....	11
2.1.4. Irradiación.....	11
Junta N-P .....	12
2.1.5. Tecnologías de fabricaciones de celdas solares .....	13
2.1.6. Componentes y Procedimientos Metodológicos .....	13
2.1.7. Panel fotovoltaico .....	14
2.2. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS .....	15
2.2.1. Potencia máxima .....	15
2.2.2. Eficiencia de paneles solares. ....	15
2.2.3. Factor de forma o llenado.....	16
2.2.4. Potencia demandada.....	16
2.2.5. Potencia eléctrica .....	16
2.2.6. Potencia hidráulica .....	16
2.2.7. Factores que perturban la eficacia de un panel.....	16
2.2.8. Tipos de conexión de los módulos fotovoltaicos.....	17
2.2.9. Instalación de paneles fotovoltaicos en serie .....	18
2.2.10. Instalación de paneles fotovoltaicos en paralelo .....	18
2.2.11. Posición del módulo fotovoltaico.....	18
2.2.12. Mecanismo de bombeo .....	19

### **CAPÍTULO III METODOLOGÍA**

3.1. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.....	26
3.3.1. Tipo de investigación .....	26
3.2. Nivel de investigación .....	26
3.3. ÁMBITO DE LA INVESTIGACIÓN.....	27
3.4. Población y muestra .....	27
3.4.1. Población.....	27
3.4.2. Muestra.....	27



3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN ..... 27

3.5.1. Instrumentos ..... 28

3.5.2. Técnica: ..... 28

3.6. RECOLECCIÓN DE DATOS ..... 28

2.3. DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA RIEGO POR GOTEO CULTIVO DE AJO EN EL SECTOR SAN LUIS DEL DISTRITO DE ASILLO, PUNO AÑO 2024 ..... 32

3.6.1. Selección de los paneles fotovoltaicos ..... 43

3.6.4. Selección de la bomba ..... 43

3.6.5. Elección de los aspersores ..... 44

3.6.6. Accesorios ..... 45

**CAPÍTULO IV**

**ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1. PRESENTACIÓN..... 46

4.2. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS..... 46

4.3. PRUEBA DE HIPOTESIS ..... 50

4.3.1. Recurso hídrico..... 50

4.3.2. Altura del reservorio..... 50

4.3.3. COSTOS ..... 52

4.3.4. ESTIMACIÓN DE COSTOS UTILIZANDO ENERGÍA RENOVABLE .. 52

2.3.1. ESTIMACIÓN DE COSTOS DEL RESERVORIO DE AGUA ..... 54

Manejo de aspersores ..... 55

4.2.2. EVALUACION CON INDICADORES ECONOMICOS ..... 57

4.4. RESULTADOS..... 61

CONCLUSIONES..... 62

RECOMENDACIONES ..... 64

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... 66

ANEXOS ..... 72



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Operacionalización de variables</i> .....	6
Tabla 2 <i>Costos De Inversión Inicial Del Sistema De Riego Fotovoltaico</i> .....	52
Tabla 3 <i>Comparación de costos de los sistemas.</i> ....	56



## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Piranómetro GLOVALE/PYRANOMETER COD. "DPA053 .....	10
Figura 2 <i>Juntas N-P de una celda Solar .....</i>	12
Figura 3 <i>Panel solar monocristalino y policristalino.....</i>	13
Figura 4 <i>Diagramas típicos de un sistema fotovoltaicos para bombeos de Aguas .....</i>	14
Figura 5 <i>Inclinación de un captador fv. ....</i>	18
Figura 6 <i>Riego por goteo. ....</i>	25



## RESUMEN

Nuestro principal objetivo para este proyecto de investigación será proyectar un sistema de riego con energía fotovoltaico con agua del subsuelo, manejando un conjunto de aspersores y determinando el nivel de radiación solar disponible en el área para calcular la cifra de paneles precisos para su funcionamiento. Una bomba sumergible para regar de tal manera en el del distrito de Asillo.

Este método determina primero el grado detallado de irradiación solar del año para establecer el mes más escaso, diseñar un colector de recursos hídricos y seleccionar una bomba que efectúe con los requisitos de nivel de agua. La bomba realizara el trabajo de extraer el recurso hídrico del pozo. Para almacenarse posteriormente, este sistema de riego con energía fotovoltaica consta de distintos dispositivos. Se examinará rigurosamente cada dispositivo de este sistema de riego, así como los cálculos de las cifras de paneles fotovoltaicos que alimentan todo nuestro sistema. De riego de cultivos.

Como resultado de este trabajo, el grado de irradiación solar en esta zona es constante y suficiente durante el día. Según los cálculos, el funcionamiento de una bomba sumergible CC de 1500 vatios solo requiere cuatro paneles fotovoltaicos. La elevación máxima de elevación es de 80 metros. Los recursos hídricos se almacenan en un depósito vertical de 8 metros de altura. El recipiente acumulará 3485 litros de agua. Distribuido a la zona de riego mediante aspersores.

También se concluyó que el diseño de sistemas de riego fotovoltaico es una elección factible porque acarrea beneficios a largo plazo, porque la energía procede de recursos naturales inagotables.

**Palabra clave:** Diseño, de un sistema fotovoltaico, ingeniería y tecnología eléctrica.



## ABSTRACT

Our main goal to achieve this paper is to design a photovoltaic irrigation system with groundwater, using a set of sprinklers, and determining that the area must be able to calculate the amount of solar radiation required to run a submersible pump to irrigate a department in Distrito de Asillo.

The methodology consists first of determining the detailed solar radiation level of Determine the scarcest month in a year and design a water resource collector, select a pump that meets the water elevation requirements which will have the function of drawing water from the well to later store it, this photovoltaic irrigation system consists of several components. Each component of this irrigation system will be strictly Analyze and calculate the number of photovoltaic panels that will power our entire crop irrigation system.

As a result of this paper, the solar radiation level in this area is sufficient and constant during the day. According to our calculations, only four photovoltaic panels can run a 1500-watt DC submersible pump with a maximum pumping height of 80 meters. Resources will be stored in an 8-meter-high vertical reservoir, which will store 3,350 liters of water, which will be distributed to irrigation areas through sprinklers.

It is also concluding that the design of photovoltaic irrigation system is a viable option because it brings long-term benefits, because energy comes from inexhaustible natural resources, and the application of economic indicators (VAN, TIR) proves that this is a feasible paper.

**Keyword:** Design, photovoltaic pumping system, renewable energy.



## INTRODUCCIÓN

En el contexto actual de creciente conciencia ambiental y la necesidad imperante de encontrar soluciones sostenibles para las demandas hídricas en zonas agrícolas, el presente estudio se centra en el diseño de un sistema fotovoltaico para riego por goteo, alimentado exclusivamente por energía solar. Esta investigación se desarrolla con el objetivo primordial de abordar las dificultades que enfrenta en el sector san Luis del distrito de Asillo

Esta será una oportunidad para intentar utilizar la energía solar. En la actualidad, se puede transformar a través de la tecnología de la ingeniería, principalmente porque la energía es natural, limpia e inagotable, y puede reemplazar el uso de otras fuentes de energía con el tiempo. (petróleo, gas natural, etc.) son alternativas más inseguras por su alto grado de contaminación, especialmente de fuentes agotables, por lo que estas últimas alternativas son actualmente muy caras.

“El impulso de agua es una aplicación muy importante a nivel mundial, tiene un impacto especial en las comunidades rurales donde no existe un racionamiento eléctrico convencional. Las características del sistema de bombeo fotovoltaico son altamente confiables, larga permanencia y menor mantenimiento, lo que significa menores costos a largo plazo.

En el sector san Luis del distrito de Asillo. No existe sistema de riego, por lo que el propósito de este trabajo es diseñar de un sistema fotovoltaico para riego por goteo de cultivo de ajo manejando energía fotovoltaico, para esto en primer lugar se debe establecer el grado de emisión solar en el área de Asillo, para de esta manera estimar la cifra de paneles y establecer las potencias de las



bombas sumergibles para incrementar el recurso hídrico al reservorio vertical, para que el agua se distribuya a través de las tuberías, las cuales se conectarán a los aspersores para distribuir el agua de manera uniforme, el área de riego es de 3/4 hectárea.



## CAPÍTULO I

### ASPECTOS GENERALES

#### 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad, en el sector San Luis del distrito de Asillo, se ha diseñado un sistema fotovoltaico que juega un papel fundamental en la generación de energía para impulsar los sistemas de bombeo en zonas rurales. Anteriormente, estos sistemas dependían principalmente de la combustión de combustibles fósiles, lo que, aunque ofrecía una solución inmediata, tenía graves consecuencias ambientales. Este método provocaba la emisión de grandes cantidades de gases de efecto invernadero a la atmósfera, contribuyendo de la manera directa al calentamiento global del planeta.

Aunque la energía solar es muy importante en el proceso energético, los usos directos de energías solares siempre ha sido un inconveniente difícil, lo que llevó a muchos ingenieros y científicos a desplegar sistemas para extender el uso de la energía solar. La dificultad de trabajar directamente con energías solares se debe principalmente a que es de naturaleza discontinua y las energías se generan de forma dispersa y no centralizada. La energía solar es un tipo de energía renovable. No necesita



ser transportada a través de contenedores, ni necesita ser transmitida de un lugar a otro a través de líneas de transmisión o ductos. En cambio, se puede utilizar en cualquier lugar de la tierra con La luz solar. Es una peculiaridad importante de la energía solar. Por un lado, podemos llamarla "limpia" porque no contamina el medio ambiente, tiene poco impacto adverso en el medio ambiente y no produce residuos ni residuos industriales.

## 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La generación de la energía eléctrica aprovechando los recursos naturales (radiación solar y recurso hídrico) del área de localización del proyecto, para suministro de riego de cultivos en el distrito de Asillo.

### 1.2.1. *Problema principal*

**P.G.** ¿De qué manera se puede diseñar de un sistema fotovoltaico para riego por goteo de cultivo de ajo en el sector san Luis del distrito de Asillo?

### 1.2.2. *Problemas específicos*

**P.E. 1.** ¿Cómo se puede determinar la demanda la potencia de bombeo de agua para riego por goteo de cultivo de ajo en el sector san Luis?

**P.E. 2.** ¿Qué método se debe utilizar para calcular el nivel de irradiación solar para el suministro de energía mediante un sistema fotovoltaico para el riego en el sector san Luis?

**P.E. 3.** ¿A cuánto asciende el costo para la implementación de un sistema fotovoltaico utilizable para el riego por goteo sector san Luis?



## 1.3. JUSTIFICACIÓN

La investigación se justifica debido a que las familias que habitan en el sector san Luis del distrito de Asillo en temporada de sequía sufren a falta de agua potable y el terreno de cultivo y la ganadería en la cual también no cuentan con irrigación hídrica

Las familias no cuentan con recursos naturales, ante lo se pretende realizar el diseño de un sistema fotovoltaico para riego de goteo de cultivo de ajo alimentado por energía solar para suplir y cubrir todas las demandas esenciales en el área en estudio, buscando promover y aumentar el desarrollo social y económico, mediante su implementación por parte de las autoridades competentes.

### ¿POR QUÉ ESTE TIPO DE INVESTIGACIÓN?

En este sentido, cabe destacar que las energías fotovoltaicas no producen compuestos tóxicos ni contaminantes para el aire, lo que resulta muy perjudicial para el entorno ambiental y los seres humanos. Los componentes tóxicos acidificarán los ecosistemas acuáticos y terrestres y corroerán las estructuras. Los contaminantes del aire logran causar enfermedades respiratorias como enfermedades cardíacas, cáncer y asma. Las energías solares no producen residuos ni contaminación del agua, es un factor muy importante teniendo en cuenta la escasez de recursos hídricos.

#### 1.3.1. *Justificación técnica*

Debido al uso de paneles solares, el costo de la electricidad es cero, lo que demuestra que el argumento de diseño del sistema de riego



fotovoltaico es razonable. Una de las soluciones más interesantes corresponde a implementar bomba sumergible, las cuales tendrán la función de impulsar agua al tanque de reserva. Este tipo de bombas pueden funcionar claramente con corriente continua sin disminuir su eficacia. Esto es posible siempre en cuando se realice los cálculos y diseños correctos.

## 1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.4.1. *Objetivo general*

**O. G.** Diseñar de un sistema fotovoltaico para riego por goteo de cultivo de ajo en el sector san Luis del distrito de Asillo.

### 1.4.2. *Objetivos específicos*

**O. E. 1.** Determinar la potencia de bombeo de agua para riego por goteo de cultivo de ajo en el sector san Luis.

**O. E. 2.** Dimensionar los componentes de sistema fotovoltaico y sistema de bombeo para riego de cultivo de ajo.

**O. E. 3.** Determinar el costo económico de la implementación de un sistema fotovoltaico para riego por aspersión con agua subsuelo sector san Luis.

## 1.5. HIPOTESIS

### 1.5.1. *Hipótesis general*

**H. G.** El diseño de un sistema fotovoltaico dimensionado según la radiación solar del sector San Luis (Asillo, Puno), las necesidades hídricas del cultivo de ajo y los requisitos energéticos del riego por goteo, garantizará un suministro eléctrico sostenible y eficiente para la irrigación durante el ciclo agrícola 2024, optimizando el uso de recursos hídricos y energéticos, y



contribuyendo al incremento de la productividad del cultivo en condiciones climáticas locales.

### **1.5.2. Hipótesis específicas**

**H. E. 1.** Si se termina entonces se podrá determinar las dimensiones del sistema fotovoltaico y bombeo de agua subsuelo en el sector san Luis.

**H. E. 2.** En el sector san Luis El nivel de radiación solar es suficiente para utilizar agua subsuelo para riego por goteo a través de un sistema fotovoltaico adecuado.

**H. E. 3.** El uso de energía fotovoltaica reemplazará el suministro de energía convencional y promoverá el desarrollo económico y social local en el sector san Luis.

## **1.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

### **1.6.1. Variables independientes**

- Diseño de un sistema fotovoltaico

### **1.6.2. Variables dependientes**

- Para riego por goteo de cultivo de ajo

### **1.6.3. Variable Interviniente**

- Latitud del lugar
- Épocas del año

La definición operativa de las variables seleccionadas incluye la búsqueda de información detallada basada en nuestro proyecto de investigación y la revisión de cada contexto.



La operación relacionada con la radiación solar se define de la siguiente manera: Para utilizar energía fotovoltaica para concretar un trabajo, siempre es necesario conocer el nivel de irradiación solar que llega a un explícito lugar. Para ello, existen herramientas de medida, como pirómetros, que puede ejecutar comprobaciones en tiempo real.

### 1.6.4. Operacionalización de variables

**Tabla 1**  
*Operacionalización de variables*

VARIABLE		INDICADOR	INDICE
Independiente	Irradiancia	Piranómetro	W/m <sup>2</sup>
	Insolación	Máxima Irradian	KWh/m <sup>2</sup>
	Hora Solar Pico	Media	HSP
Dependiente	Irradiación Espectral	Fotómetro	W/m <sup>2</sup> /nm
	Registros de Irradiancia	Tiempo	Meses
	Registros de Insolación	Tiempo	Meses
Interviniente	Latitud del lugar	Medida Angular	Grados
	Época del año	Tiempo	Meses

Nota. Elaboración propia

### MATRIZ DE VARIABLE

Hay varias sugerencias para manejar la matriz de operaciones de variable. En nuestro ejemplo, usaremos la siguiente variable:



**Tabla 2**

*Operacionalización de variables*

Nota. Elaboración propia.

VARIABLE	DIMENCION	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA
IRADIANCIA	POR LA MAÑANA	Al amanecer, el nivel de irradiación solar es más bajo, porque la estrella solar se encuentra en la etapa inicial de salida, por lo que el registro de radiación es bajo.	
	AMEDIO DÍA	Dado que el sol está en su máximo brillo en este momento, obtiene un punto más alto y por lo tanto más energía.	w/m2
	POR LA TARDE	Moderado, porque el sol está en reposo, por lo que hay pocos registros de radiación solar.	
ESTADO CLIMATICO	DIA DESPEJADO	Las diversas estaciones del año causan que el clima sea cambiante en un día.	temperatura
	DIA NUBLADO		°C



## CAPÍTULO II

### FUNDAMENTOS TEÓRICOS

#### 2.1. BASES TEORICOS

La energía renovable es aquella que se produce de manera continua y son inagotables a escala humana. Además, tiene ventajas adicionales de poder complementarse entre sí, favoreciendo la integración entre ellas. Son respetuosas con el medio ambiente, y aunque ocasionen efectos negativos sobre el entorno, son mucho menores que los impactos ambientales de las energías convencionales como combustibles fósiles (petróleo, gas y carbón), energía nuclear, etc.

#### **Ventajas**

- Son respetuosas con el medio ambiente.
- No entran gas contaminante.
- No generan residuos peligrosos.
- Se puede instalar en zonas rurales y aisladas.
- Disminuyen la dependencia de suministros externos.

#### **Energía solar fotovoltaica**

La energía solar es la energía obtenida mediante la captación de luz y el calor emitido por el sol. La radiación solar que alcanza a la tierra puede aprovecharse por el medio de calor que produce (energía solar térmica).



La energía solar fotovoltaica es una de las llamadas energía renovables particularmente del grupo no contaminante, conocido como energía limpia o energía solar ya que los sistemas fotovoltaicos caracterizan por reducir la emisión de gases contaminantes. Dicha energía no emite gases contaminantes perjudiciales para la salud humana ya no usa combustibles, aparte de no emitir gases de efecto invernadero que contribuye al cambio climático.

### **2.1.1. Instrumentos de medición**

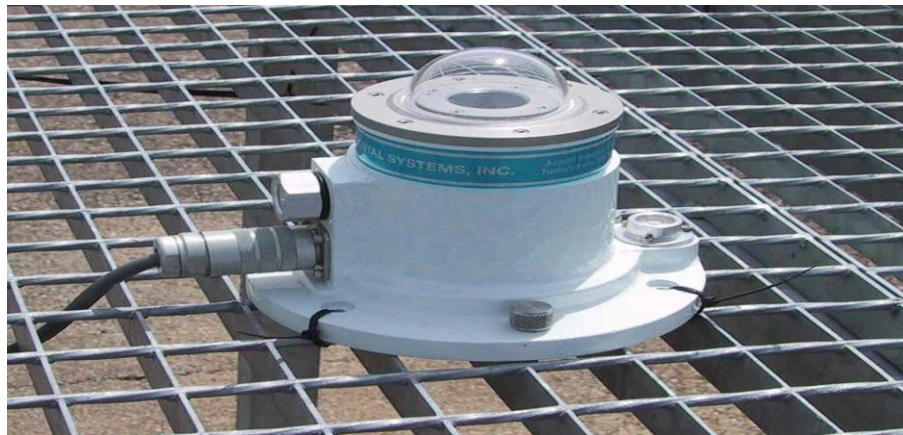
GLOVALE, (2019) define:

Un pirómetro (también denominado helióstato y fotómetro) es un aparato meteorológico que se utiliza para calcular la irradiación solar que incide en un área específica de la tierra con mucha precisión. Es un sensor creado para calcular la densidad de flujo radiante solar ( $kW / m^2$ ) dentro de un rango de 180 grados.

$$1SOL = \frac{1KW}{m^2}$$

Para desarrollar este trabajo de investigación, el pirómetro total utilizado es: GLOVALE / PYRANOMETER COD. "DPA053": este tipo de pirómetro recoge irradiación solar directamente en el fotodiodo, que realiza lecturas de voltaje e descifra el resultado del cálculo de irradiación solar en kilovatios por  $m^2$

Figura 1 Piranómetro GLOVALE/PYRANOMETER COD. "DPA053".



Nota. Elaboración propia

### 2.1.2. Unidades de medida

La emisión solar calculada en cada estación meteorológica se expresa en unidad de potencias, en ( $W / m^2$ ). En el caso de recolectar información cada diez minutos, es las potencias promedio en diez minutos, en el caso de la irradiación solar, representan las potencias promedio en un día. (NAVARRA, S.F.)

La unidad de medidas utilizadas por los autores de algunos textos concernientes con la electricidad son las siguientes:

$$1KWh/m^2 = 860Cal/m^2 = 317.02BTU /ft^2$$

$$1KWh/m^2 = 3.61MJ/m^2$$

Con estos valores se pueden hallar la diferencia entre estos datos técnicos de diferentes paneles fotovoltaicos.

Al usar energías solares depende de las intensidades de la irradiación solar incidente en una superficie determinada, por lo que se requieren registros de radiación confiables, que se pueden utilizar para diseñar equipos que utilizan energía solar. Actualmente existen mapas de radiación solar, que suelen mostrar el valor medio de la radiación solar en



el día, mes o año. Al usar estos mapas de radiación es muy fundamental para establecer áreas geográficas con alto potencial de uso y para el prediseño de equipos que manejan energía solar como fuente de energía.

Guevara Vásquez, (2003)

El nivel de irradiación solar en un lugar específico depende de los siguientes factores:

- Lugar del proyecto
- Hora del día
- Estado climático

### **2.1.3. Insolación**

"Se denomina a lo acumulado de energía promedio durante una etapa de tiempo (día, mes, año, estación). Es la misma irradiación, pero teniendo en cuenta el tiempo medio de permanencia en la superficie."

Eliseo (2013).

### **2.1.4. Irradiación**

En condiciones meteorológicas nubladas, la radiación solar puede disminuir notablemente, alcanzando niveles de  $150 \text{ W/m}^2$  al mediodía. Además, en situaciones climáticas adversas, como la presencia de polvo en la atmósfera, la radiación solar puede caer a  $800 \text{ W/m}^2$ . Para evaluar estos efectos, el medidor HD reproduce las sombras generadas por las montañas en las primeras horas y al final de la jornada. Las mediciones se toman en intervalos de 30 minutos, lo que permite suavizar las variaciones bruscas de los valores cuando las nubes se desplazan por el cielo Scheller, (2017)

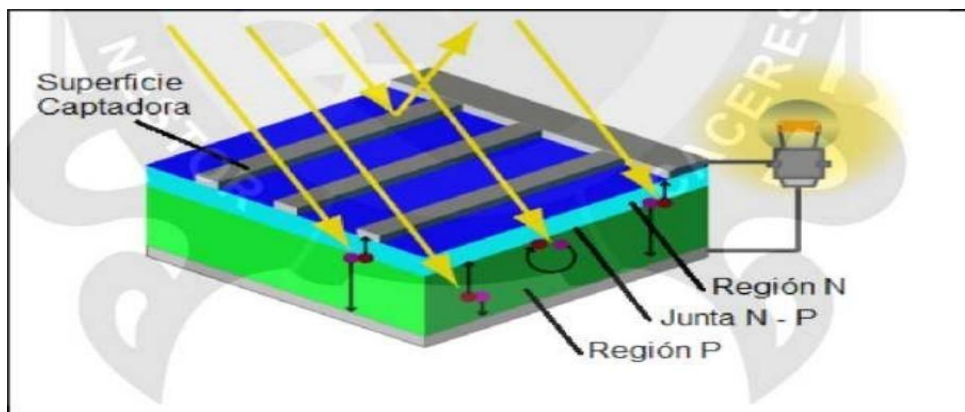
## **Junta N-P**

La organización básica de los dispositivos electrónicos suele denominarse semiconductores, principalmente transistores y diodos, denominados uniones PN. Está formado por las combinaciones metalúrgicas de 2 cristales, particularmente silicio (Si), también están hechos de germanio (Ge) y tienen propiedades P y N según sus composiciones a niveles atómicos. Estos tipos de cristales se consiguen dopando deliberadamente impurezas en cristales metálicos puros, que suelen ser algunos otros metales o compuestos. Son las bases del funcionamiento solar fotovoltaico.

A medida que avanza el proceso de difusión, el ancho de la región de carga espacial aumenta, lo que penetra más profundamente en los cristales en ambos lados de la unión. Sin embargo, la acumulación de iones positivos en la zona n y de iones negativos en la zona p crea un campo eléctrico (E), que ejerce una fuerza de arrastre sobre los electrones libres en la zona n, oponiéndose al flujo de corriente de los electrones. y eventualmente deteniéndolos.

### **Figura 2**

*Juntas N-P de una celda Solar*



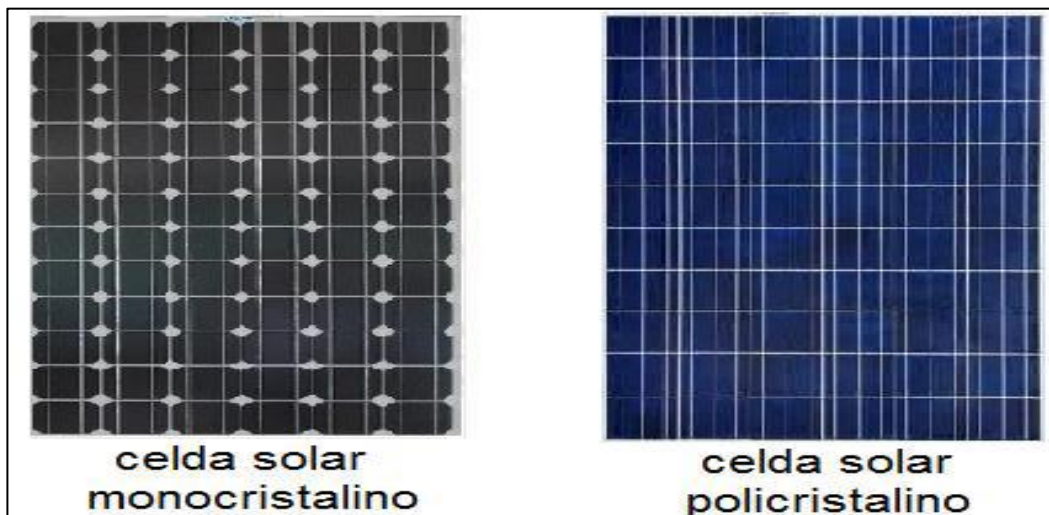
Nota. <http://energiassolarfotovoltaica.blogspot.com>

## 2.1.5. *Tecnologías de fabricaciones de celdas solares*

Los módulos solares hechos de células policristalinas (derecha) y monocristalinas (izquierda) son diferentes. Las diferencias entre los dos son mínimas. Los paneles solares monocristalinos tienen una máxima eficiencia en condición estándar es (STC), lo que puede ser importante solo cuando el espacio disponible es limitado. Para una producción menos exigente, los paneles policristalinos son más baratos y, por lo general, puede obtener más energía al mismo costo. Delta Volt, (2018)

**Figura 3**

*Panel solar monocristalino y policristalino.*



**Nota.** [https://humen and GIA Peru.com/panel ES-solar ES-mono CRI Stalin OS-vs-panel ESC day Stalin OS/](https://humenandgia.com/panel-es-solar-es-mono-cri-stalin-os-vs-panel-es-day-stalin-os/)

## 2.1.6. *Componentes y Procedimientos Metodológicos*

El principal aspecto para considerar antes de utilizar la energía fotovoltaica para implementar proyectos de riego son los siguientes:

- Calcular la cantidad del recurso hídrico.
- Seleccionar un panel fotovoltaico

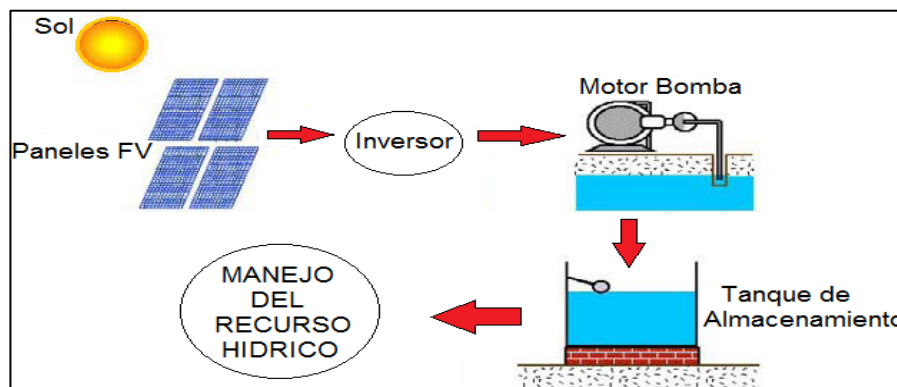
- Seleccionar el área a regar.
- Diseñar las distribuciones de aspersores según los datos técnicos de estos
- Diseñar reservorios de almacenamientos de acuerdo a los recursos hídricos.
- Efectuar un análisis antes de elegir los módulos fotovoltaicos, asegurándose de que estos puedan cubrir las necesidades.
- Debido a los cambios en las 4 estaciones del año, mida el nivel de radiación solar a lo largo del año para determinar los meses que más faltan
- Analizar la característica de las bombas para poder seleccionarlos de acuerdo a sus potencias y alturas del bombeo.

### 2.1.7. Panel fotovoltaico

Antes de dar la noción de componentes fotovoltaicos, primero entenderemos los dispositivos que componen un sistema típico que utiliza paneles solares.

**Figura 4**

*Diagramas típicos de un sistema fotovoltaicos para bombeos de Aguas*



**Nota.** [www.eoi.es](http://www.eoi.es)



Se pueden apreciar la figura que el sistema fotovoltaico se compone principalmente por paneles solares, seguidos de inversores, que depende de las corrientes de trabajos; en esta situación especial de riego, el líquido se almacena en el depósito después de que la bomba está funcionando. En este tipo de sistema de bombeo solar, debido a la importancia del sistema, es necesario analizar cada componente, y también es importante señalar que deben mantenerse regularmente para evitar degradaciones que puedan afectar el funcionamiento normal.

## 2.2. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Un sistema fotovoltaico es un conjunto de componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos que ocurren para captar la energía solar disponibles y transformarla en utilizable como energía eléctrica.

Las cargas eléctricas que se desplazan a través de conductor forman parte de los átomos de las sustancias del propio conductor.

### 2.2.1. *Potencia máxima*

El método para estimar las potencias de un módulo fotovoltaicos es multiplicar el valor de voltaje por el valor de intensidades de corrientes producido en el panel fotovoltaicos. Para efectuar esta ecuación matemática, se utilizará las siguientes fórmulas

$$P=V*I$$

### 2.2.2. *Eficiencia de paneles solares.*

La eficacia de un módulo fotovoltaico es el porcentaje de las potencias transformada en energías eléctricas respecto a la energía obtenida por el módulo solar. Se deduce empleando la formula.

$$\eta = (V*I) / P$$



### **2.2.3. Factor de forma o llenado.**

El factor de forma de un panel solar es la relación entre la potencia real generada por la celda solar ( $V_{pmax} * I_{pmax}$ ) y la potencia de salida en condiciones de cortocircuito ( $V_{oc} * I_{sc}$ ). Es una medida fundamental para evaluar el rendimiento de las celdas solares comerciales.

### **2.2.4. Potencia demandada**

Es la cantidad de energía eléctrica que se requiere en un momento determinado o requerido

### **2.2.5. Potencia eléctrica**

Es un parámetro que indica la cantidad de energía eléctrica transferida de una fuente generadora a un elemento consumido por unidad de tiempo.

### **2.2.6. Potencia hidráulica**

De tal forma la potencia hidráulica es básicamente función del caudal y de la presión

### **2.2.7. Factores que perturban la eficacia de un panel**

El rendimiento de los paneles fotovoltaicos se verá afectado de diferentes formas, estos elementos podrán ser específicos del panel o pueden ser ocasionados por factores externos.

Factores externos: Son las circunstancias externas que afectan el desempeño de los paneles fotovoltaicos, las más importantes se pueden considerar:



- Dirección del panel
- Inclinación del panel
- Suciedad (polvo)
- Nubosidad

Factores propios: Estas son las condiciones internas de los paneles fotovoltaicos, de las que se puede decir que son las más importantes:" (De La Cruz, s.f.).

- Fenómeno de reflexión.
- Temperatura de trabajo.

De La Cruz, (s.f.) asevera:

Esto quiere decir que, para poder optimizar el trabajo del sistema fotovoltaico y su vida útil, si estás interesado en instalar un sistema fotovoltaico, debes considerar estos factores para mantener el sistema estable y suficiente generación de energía en tu hogar, negocio, En una industria o agroindustria, ya tienes un concepto de qué hacer y qué evitar cuando tienes un sistema. Las energías renovables son el futuro para los seres humanos.

### **2.2.8. Tipos de conexión de los módulos fotovoltaicos**

Los módulos fotovoltaicos se conectan según la demanda de energía y algunos dispositivos utilizados. Tenga siempre en cuenta el voltaje y la corriente del aparato a encender. Existen dos tipos de conexión (paralelo o serie); si el sistema necesita funcionar en corriente alterna, entonces necesita incluir un convertidor de energía que convierta la electricidad acumulada en corriente directa.

### 2.2.9. *Instalación de paneles fotovoltaicos en serie*

Como todos sabemos, el resultado de conectar 2 o más paneles fotovoltaicos en serie harán que la tensión de cada panel aumente manteniendo la corriente, este efecto se puede utilizar para graduar el amperaje requerido sin perjudicar ninguna pieza.

El siguiente es un diagrama esquemático de dos paneles en serie:

### 2.2.10. *Instalación de paneles fotovoltaicos en paralelo*

Estos módulos fotovoltaicos asimismo se conectan en paralelo para mantener el voltaje conectado al terminal de salida a través de la suma de la corriente; este efecto también se puede utilizar según sea necesario.

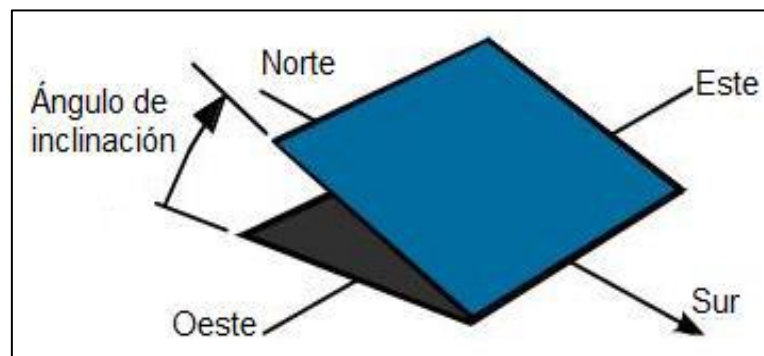
### 2.2.11. *Posición del módulo fotovoltaico*

La ubicación del panel fotovoltaico es para asegurar la eficacia de trabajo del módulo fotovoltaico, que principalmente se basa en dos aspectos:

- Posición.
- Angulo de inclinación.

### Figura 5

*Inclinación de un captador fv.*



Nota.: Elaboración propia



## **2.2.12. Mecanismo de bombeo**

### **2.2.12.1. Bombas solares**

Actualmente, hay diferentes bombas que puede utilizar directamente la energía de los paneles solares para la extracción de agua, y algunas requieren otros dispositivos, como baterías, inversores y convertidores de frecuencia.

Las bombas de CC son generalmente más efectivas que las bombas de CA y tienen mayor resistencia a las sobrecargas eléctricas.

### **2.2.12.2. Bombas centrifugas**

Una bomba centrífuga es una máquina giratoria que convierte energía motriz en energía cinética de un fluido. En resumen, estas bombas aumentan la velocidad del fluido para facilitar su transporte a largas distancias. Su funcionamiento se basa en rotores, impulsores o rodetes, que son los encargados de transferir la energía del motor al fluido. Las aspas del rotor son responsables de mover el fluido, lo que provoca un aumento en su velocidad y, por ende, en su energía cinética. A medida que el fluido circula a través de las aspas, se ve sometido a una fuerza centrífuga que incrementa su presión y, a su vez, eleva su energía interna.

Una bomba sumergible es una máquina cuyo impulsor está sellado dentro de la carcasa de la bomba, y sus componentes se sumergen en el líquido que se va a bombardear. La principal ventaja de este tipo de bomba es que puede generar una potencia de elevación considerable, ya que no depende de la presión del aire externo para mover el líquido. Se utiliza un sistema de sello mecánico para evitar que el líquido ingrese al motor y



cause un cortocircuito. La bomba puede conectarse a una tubería, manguera o un sistema de riel o cable, permitiendo que se coloque en el "acoplamiento placa-pie" para conectarla a la tubería de salida.

Actualmente, existen sistemas solares de bombeo de agua que utilizan motores de corriente directa (CC), estos están diseñados para distintos fines: agricultura, riego doméstico, invernaderos; fuentes, comederos para animales, etc.

El sistema consta de módulos fotovoltaicos, controladores y bombas de agua solares. Lo configuraremos de acuerdo a lo requerido específicamente del usuario o proyecto.

### **2.2.12.3. Bombas volumétricas**

Esta clase de bombas se usan para amplios caudales, varios de los cuales usan corriente alterna o ciertos tipos de combustibles; estas bombas tienen cilindros y diafragmas asociados con pistones, y cuando están bajo presión, efectúan un trabajo mecánico que bombea grandes caudales de agua.

Al elegir una bomba siempre debe estar relacionada con el trabajo a efectuar, y estos están sujetos a:

- Presión de trabajo.
- Altura manométrica.
- Caudal de trabajo.

En definitiva, una bomba centrífuga o una bomba de desplazamiento positivo pueden hacer el mismo trabajo, la diferencia es que una puede tener mayor eficiencia y la otra no, lo cual también depende del paso del



tiempo, falta de mantenimiento, etc. En resumen, al elegir una bomba, se deben considerar muchos factores, como:

- La corriente de operación.
- Potencia de trabajo.
- La capacidad de succión.
- Determinar las fuentes de energía eléctrica (alterna o continua)
- Potencia disponible (paneles o baterías)

#### **2.2.12.4. Acumuladores**

#### **2.2.12.5. Tanque de reserva**

Cuando diseñamos un sistema de riego que utiliza energía solar, será preciso almacenar los recursos hídricos para ponerlos a disposición en cualquier momento del día, de modo que se puedan cubrir las insuficiencias de riego cuando más se necesite riego por falta de precipitaciones. Área.

#### **2.2.12.6. Métodos de riego**

Comentaremos las desventajas y ventajas y de cada forma de riego, lo que nos permitirá establecer posteriormente el sistema de riego adecuado. Los sistemas de riego se dividen en 3 categorías.

#### **2.2.12.7. Riego por gravedad**

También denominado riego de superficie, implica la distribución del agua mediante canales o acequias distribuidas por toda el área de plantación. Para llevar a cabo este tipo de riego, los agricultores deben tener un depósito lo suficientemente grande. Toda el agua se acopiará en



el interior y se enviará a los puntos de riego a través de largas acequias.

ERP Agrícola, (2016)

Una vez que el agua fluya por el canal, la gravedad se hará cargo de repartir en la superficie del campo. Esta técnica de riego es uno de los métodos más pretéritos de la agricultura. Para ello, los agricultores deben tener un conocimiento suficiente de la capacidad de infiltración del suelo. Por lo tanto, una vez que se alcanza el punto de saturación, se debe contener el flujo de agua y se debe evitar que el terreno se inunde.

En la actualidad, las tuberías de varias puertas también se pueden utilizar en el riego por gravedad. Esta tecnología permite que el agua se distribuya a través de una entrada de hidratación o una tubería conectada a una fuente de suministro,

- Uso a la gravedad como beneficio para transportar el agua.
- Este tipo de sistema es uno de los sistemas habituales, por lo que también es el más económico.

#### **Desventajas:**

- Desperdicio de agua.
- No uniformidad de riego.
- No recomendable para áreas con desnivel

#### **2.2.12.8. Riego por aspersión**

Este modo de riego implica dirigir el agua mediante de aspersores para mojar el suelo de igual manera que la lluvia. En la actualidad, existen muchos tipos de sistemas de riego por aspersión, incluidos fijos, autopropulsados y los móviles. (ERP Agrícola, 2016).



Es recomendable instalar en terrenos donde la velocidad del viento sea inferior a 15 km / h, especialmente para cultivos hortofrutícolas.

➤ **Aspersores fijos:**

“Consisten en múltiples tuberías, que están ubicadas debajo de la superficie del suelo y conectadas a boquillas giratorias. Estas boquillas rocían agua en un patrón circular.

La posición de esta boquilla se puede organizar en un cuadrado, rectángulo o triángulo. La premisa es encontrar el radio de aspersion y no dejar ningún espacio al que no pueda llegar el riego.

El modelo de boquilla establecerá el diámetro de las gotas. Cuanto más pequeños son, más probable es que el viento lo desvíe o se evapore. Por otro lado, si son muy grandes, causarían daños a la tierra y los cultivos.

Para asegurar la eficacia del riego, es indispensable considerar las particularidades de la boquilla en función de los siguientes factores: presión nominal, caudal de la boquilla (litros / hora), diámetro de la sección del río y metro de precipitación (litros / metro<sup>2</sup>).

➤ **Aspersores móviles:**

Consisten en unas tuberías subterráneas, acopladas a aspersores, y cambian manualmente su posición cada vez que se necesita irrigar el terreno. Son adecuados para superficies más pequeñas, generalmente a alturas más bajas.

El aspersor generalmente se instala en un vehículo móvil que se mueve en el terreno mientras moja el suelo.



## **Beneficios:**

- Apto para zonas donde el agua es escasa.
- Fácil de controlar.
- Ayuda a combatir heladas.
- Cubre gran cantidad de terreno.

## **Desventajas:**

- La instalación puede ser complicada.
- Instalar este sistema puede ser más costoso.

### **2.2.12.9. Riego por goteo o focalizado**

Se utiliza principalmente para riego en áreas áridas. Implica distribuir agua que generalmente se filtra y fertilizar el suelo sobre o en el suelo. De esta forma, el agua llegara directamente a la zona de las raíces de los cultivos.

La asignación se realiza mediante de una red de tuberías, que suelen ser de poliuretano, polietileno o cloruro de polivinilo hidráulico en la tubería principal. En la rosca lateral, es de tubo de polietileno flexible o rígido. El riego por goteo permitirá impedir las fluctuaciones de humedad provocadas por otros tipos de riego. Se pueden usar de dos o tres veces al día. ERP Agrícola, (2016) explica:

## Figura 6

*Riego por goteo.*



Nota: [https://n9.cl/0un6h.novedad\\_agricola.com](https://n9.cl/0un6h.novedad_agricola.com)

### **Ventajas:**

- Se puede fertilizar en el agua porque cae directamente sobre las plantas.
- Dado que el sistema solo se enfoca en las raíces de las plantas, no se desperdicia agua.
- Ahorre mucha agua, porque solo el gotero se concentrará en un punto.
- Tiene la posibilidad de conservar constantemente húmedo el área.

### **Desventajas:**

- Al mismo tiempo, el costo de instalar dichos sistemas puede ser muy alto y complejo.
- Demandan un mantenimiento continuo, lo que significa tiempo y dinero.
- Este sistema es muy sensible a la suciedad que bloquea la tubería de salida, lo que interfiere por completo con el riego.



## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA

#### 3.1. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

##### *3.3.1. Tipo de investigación*

Aplicativo-tecnológico, la investigación tecnológica aplicada también conocida investigación aplicada, se enfoca en la utilización prácticas en conocimiento científico y tecnológico para resolver problemas específicos y mejorar la calidad de vida. Se requiere registrar de datos de irradiación solar para que los cálculos puedan determinar algunos componentes.

#### 3.2. Nivel de investigación

La etapa inicial de este trabajo es puramente exploratoria y describe fuentes como: revistas, artículos, páginas web y libros, todas ellas relacionadas con la investigación de referencias equivalentes al tema.

En primer lugar, recopilar todos los datos de todas las fuentes posibles para obtener conocimientos relacionados con el tema de manera que se pueda identificar el problema; todo esto nos apoyará a encontrar una solución.



### 3.3. ÁMBITO DE LA INVESTIGACIÓN

Actualmente esta investigación está determinado para 3/4 hectárea, es decir, 7500 metros cuadrados, el tamaño exacto es: 75mx 100 m, y hay un embalse de 10 metros de altura para ser utilizado.

#### LUGAR

REGIÓN : PUNO  
PROVINCIA : AZÁNGARO  
DISTRITO : ASILLO  
SECTOR : SAN LUIS  
LATITUD SUR : 12° 38' 47"  
LATITUD OESTE : 68° 08' 35"  
ALTITUD : 3900 msnm

### 3.4. Población y muestra

#### 3.4.1. Población

En este estudio la población y muestra son únicos y está conformado solamente por la demanda de agua para la irrigación de la siembra de ajo en 3/4 hectáreas en el sector Luis del distrito de Asillo

#### 3.4.2. Muestra

**Ámbito de aplicación:** La parcela de 3/4 de hectárea en el sector San Luis, donde se implementará el sistema.

**Datos específicos:** Mediciones de radiación solar en el sitio, profundidad del pozo, caudal de la bomba, eficiencia de paneles.

### 3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN



### 3.5.1. Instrumentos

Piranómetro global es el instrumento que se utilizó, también es empleado por representaciones meteorológicas para establecer el grado de irradiación que incide en un específico lugar de la tierra, este instrumento efectúa una lectura en  $W/m^2$ .

### 3.5.2. Técnica:

Se realizó mediciones directas en el lugar de estudio para recabar información específica sobre factores como la radiación solar, la altitud, las características del terreno y otros parámetros relevantes para el diseño del sistema de bombeo. Se utilizó instrumentos de medición adecuados y se llevó registros detallados.

## 3.6. RECOLECCIÓN DE DATOS

- Implementaremos un ejemplo del método de agrupación para el mes de julio:
- Para realizar el cálculo del sistema fotovoltaico es preciso conocer el nivel de radiación solar del piranómetro total cuando se activó entre enero y diciembre de 2017. El piranómetro total puede registrar el nivel de radiación solar cada mes. 30 minutos. Durante toda la operación, estos contenidos se almacenan en un bloc de notas.
- Para determinar el nivel de radiación solar en el área, utilice el "Piranómetro Global DPA053" para este propósito, que determinará el nivel de irradiación solar en el área de Azángaro de la provincia de en  $W / m^2$ .
- Utilice el piranómetro global "DPA053". Durante los 365 días de 2017, la radiación solar se registró cada media hora, 8760 horas al año;

De acuerdo con el expediente, se observó que la potencia promedio en julio fue de  $203,98 W / m^2$ , la cual debe convertirse a " $KWh / m^2 / día$ " para los posteriores cálculos de conteo de paneles.



Si: **203.98 W/m<sup>2</sup>**

Entonces: **203.98**  $\frac{\text{Watts}}{\text{m}^2} * \frac{1\text{Kw}}{1000\text{watts}} * \frac{24\text{horas}}{1\text{Día}} *$

Será igual a: **4.824 KWh /m<sup>2</sup> /Día**

Ingrese los datos obtenidos en una tabla, que se agrupa por mes a intervalos de una hora para obtener la irradiación solar promedio anual. Realice este proceso para establecer los meses con mayor escasez de sol, para que no haya pérdida energética en otros meses, (Anexo 1)

### ➤ **Energía solar disponibles en el sitio del proyecto**

Para determinar qué sistema elegiremos, será preciso estar al tanto de cuánta irradiación recibe un específico lugar por metro cuadrado, para ello se utiliza el "Pirómetro Global Total DPA053", que determina el nivel de irradiación solar en la zona de San José provincia de Azángaro.

**Tabla 3**

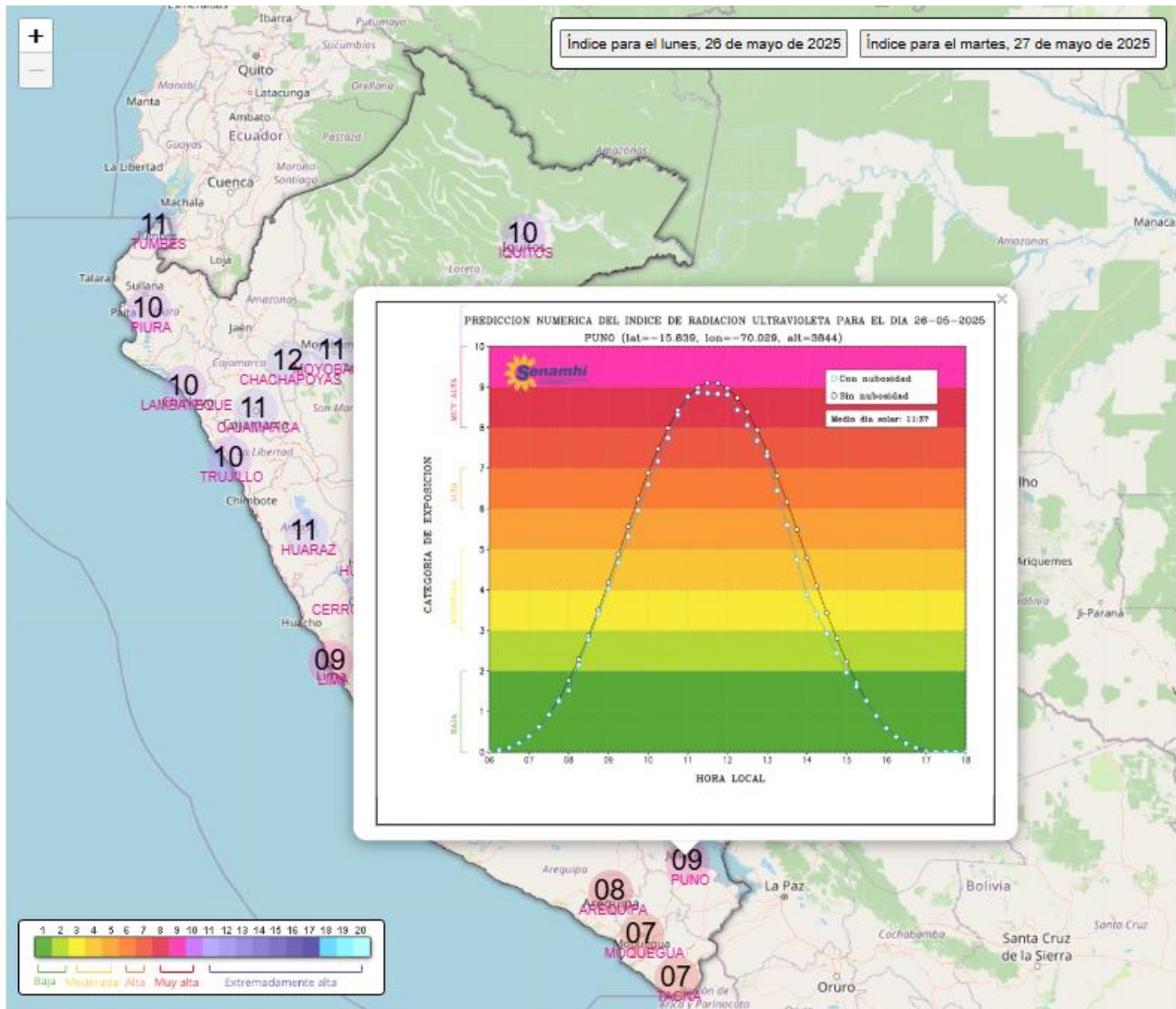
*Nivel de irradiación solar menor y mayor.*

<b>NIVEL DE IRRADIACIÓN SOLAR</b>		
<b>(ENERO - DICIEMBRE 2024)</b>		
<b>KWh/m2/DIA</b>		
<b>HORAS</b>	<b>Mes con mínimo nivel de irradiación solar</b>	<b>Mes con mayor nivel de irradiación solar</b>
	<b>ENERO</b>	<b>OCTUBRE</b>
<b>(04 - 05)</b>	0.0	0.0
<b>(05 - 06)</b>	0.01	0.42
<b>(06 - 07)</b>	1.36	3.75
<b>(07 - 08)</b>	7.19	8.98.
<b>(08 - 09)</b>	10.15	14.13
<b>(09-10)</b>	12.46	18.16
<b>(10-11)</b>	13.15	20.67
<b>(11 -12)</b>	16.25	20.90
<b>(12-13)</b>	14.57	20.12
<b>(13-14)</b>	12.05	16.15
<b>(14-15)</b>	9.05	11.28
<b>(15-16)</b>	5.21	7.37
<b>(16-17)</b>	3.22	4.44
<b>(17-18)</b>	0.08	0.83
<b>(18-19)</b>	0.00	0.03
<b>(19-20)</b>	0.0	0.0
<b>(20-21)</b>	0.0	0.0

(21 - 22)	0.0	0.0
<b>PROMEDIO</b>	<b>4.36</b>	<b>6.13</b>

Nota: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=radiacion>

**Figura 5. Pronóstico de radiación UV máximo (cielo despejado y mediodía solar) a nivel nacional**



Nota: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=radiacion>



## ➤ Tipo de sistema energético

En el lugar donde se está instalado el sistema existe red eléctrica, pero la competencia por el uso de sistemas fotovoltaicos es muy feroz porque solo se apoyan en la inversión inicial.

Los presentes sistemas de riego con energía fotovoltaica se componen por dispositivos solares que proveen energía directamente a las bombas, tienen un amplio rango de potencia y absorben la corriente producida de forma variables en correlación con la disposición del sol.

Estos métodos de riego extraen agua de pozos u otra fuente de agua. Dependerá de las condiciones geográficas y la demanda de agua, se pueden utilizar de la siguiente manera:

### **Riego directo:**

Durante el período de máxima radiación solar, el agua se bombea directamente desde la fuente de agua a los cultivos mediante un sistema de riego técnico.

### **Bombeo a reservorio:**

Bombear agua al reservorio todo el día y luego almacene esta agua a una elevación necesaria para crear presión de acuerdo con los requisitos del sistema.

### **Sistema de riego en autoconsumo on-grid:**

Cuando hay una red eléctrica, es beneficioso componer sistemas fotovoltaicos a la red doméstica para aminorar el costo de las facturaciones. El sistema energético puede funcionar todo el día porque está integrado a la red.



## ➤ Fuente de agua

Es un suministro de agua constante con un radio de 1,5 metros. En el mes más crítico, el nivel del agua es de dos metros; el trayecto desde el nivel del agua hasta el fondo del pozo es de unos 2 metros. Generalmente, la fuente de agua puede almacenar unos 3,53 metros cúbicos de agua.

## 2.3. DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA RIEGO POR GOTEO CULTIVO DE AJO EN EL SECTOR SAN LUIS DEL DISTRITO DE ASILLO, PUNO AÑO 2024

### POTENCIA DE LA BOMBA

El distrito de Asillo se encuentra en la provincia de Azángaro, en la región de Puno (Perú), a una altitud de aproximadamente 3,900 msnm. Su clima es típico de la zona altoandina, con variaciones en la radiación solar debido a la altitud y condiciones atmosféricas.

### Radiación Solar en Asillo (Puno)

En zonas altoandinas como Puno, la radiación solar es alta debido a:

- Altitud elevada (menor filtro atmosférico).
- Cielos despejados en temporada seca (mayo-octubre).

### Valores estimados:

- Radiación UV: Muy alta (Índice UV puede superar 11+ en temporada seca).
- Horas de sol al día: ~8-10 horas (varía por estación).
- Radiación global promedio: ~4.824 kWh/m<sup>2</sup>/día (similar a zonas altas de los Andes).

### Fuentes consultadas

- SENAMHI Perú ([www.senamhi.gob.pe](http://www.senamhi.gob.pe)).



- NASA POWER (para datos satelitales de radiación).

## 1.- Cálculo del caudal requerido (Q)

### a. Demanda de agua diaria (basada en evotranspiración y área)

$$Q \left( \frac{l}{día} \right) = \frac{A(m^2) \times ET_c(mm/día)}{\eta_{riego}}$$

- A: Área de riego ( $m^2$ ).
- $ET_c$ : Evotranspiración del cultivo (mm/día, consultar tablas climáticas).
- $\eta_{riego}$ : Eficiencia del sistema de goteo (típicamente 80-90%).

### Evapotranspiración del Cultivo (ETc) para Ajo en Asillo, Puno (Perú)

Para calcular el riego por goteo para ajo en una zona altoandina como Asillo (Puno, ~3,800 msnm), seguimos estos pasos:

#### Evapotranspiración de Referencia (ETo)

En el Altiplano peruano (clima frío y seco), la ETo varía según la estación:

- **Estación seca (mayo-octubre): 2.5–3.5 mm/día** (menor humedad).
- **Estación húmeda (noviembre-abril): 3.5–4.5 mm/día** (mayor radiación solar).

Fuente: Datos del SENAMHI y estudios en zonas altoandinas (FAO).

#### Coefficiente del Cultivo (Kc) para Ajo

Según la FAO, los valores de Kc para ajo son:

Etapa de crecimiento	Kc
Inicial (siembra-emergencia)	0.4 - 0.5
Desarrollo	0.7 - 0.8
Medio (maduración)	1.0 - 1.1
Final (cosecha)	0.7 - 0.8

Ciclo total del ajo: 5–6 meses (dependiendo de la variedad).

#### Cálculo de ETc (Ajo)



$$ET_c \left( \frac{mm}{día} \right) = ET_o \times K_c$$

Para una etapa media ( $K_c = 1.0$ ):

Si  $ET_o = 4 \text{ mm/día}$  (estación húmeda):

$$ET_c = 4 \times 1.0 \left( \frac{mm}{día} \right)$$

$$ET_c = 4 \frac{mm}{día}$$

Calculando el área ( $m^2$ )

$$A = a \times b$$

Donde:

$a$ : 100 m

$b$ : 75 m

$$A = 100 \text{ m} \times 75 \text{ m}$$

$$A = 7500 \text{ m}^2$$

$$Q \left( \frac{l}{día} \right) = \frac{7500 \text{ m}^2 \times 4 \text{ mm/día}}{0.85}$$

$$Q = 35,294.12 \frac{l}{día} \text{ o } (35.29 \text{ m}^3/\text{día})$$

**b. Caudal de bombeo por hora:**

$$Q \left( \frac{l}{h} \right) = \frac{Q(l/día)}{\frac{\text{Horas de bombeo}}{día}}$$

Las horas de bombeo la hacemos coincidir con la hora solar pico (HSP) que es de

5 horas

$$Q \left( \frac{l}{h} \right) = \frac{35,294.12 \text{ l/día}}{5.0 \frac{\text{Horas de bombeo}}{día}}$$

$$Q = 7,085.824 \frac{l}{h}$$

## 2. Altura Manométrica Total (H)

$$H(m) = H_{GEO} + H_{GOTEO} + H_{PÉRDIDAS}$$

- $H_{GEO}$ : Altura geométrica (diferencia de elevación entre fuente y punto de descarga) que es de 12 m desde la bomba sumergible hasta la parte elevada del reservorio
- $H_{GOTEO}$ : Presión requerida en emisores (10-30 m  $\approx$  1-3 bar).

### Presión Requerida en Emisores de Riego por Goteo

En un sistema de riego por goteo, la altura de presión es crítica para garantizar el funcionamiento óptimo de los emisores. Aquí se detalló los valores típicos.

### Rango Recomendado

- **Presión mínima requerida: 10 m.c.a.** (~1 bar) → Para emisores básicos de baja presión.
- **Presión óptima: 20–30 m.c.a.** (2–3 bar) → Para emisores autocompensantes o terrenos con pendiente.
- **Máxima tolerada:  $\leq$  40 m.c.a.** (4 bar) → Evitar daños a cintas de goteo.

Tipo de Emisor	Presión (Bar)	Altura (m.c.a.)
Goteo estándar (no compensante)	1.0 – 1.5	10.0 – 15.0
Goteo autocompensante	1.5 – 3.0	15.0 – 30.0

Donde: m.c.a. son las iniciales de metros de columna de agua.



De lo anterior se eligió un valor de 30 m.c.a. para la altura de goteo.

- $H_{PÉRDIDAS}$ : Perdidas por fricción en tuberías y accesorios).

### a. Pérdidas por fricción (Hazen-Williams o Darcy-Weisbach):

$$H_{PÉRDIDAS} = f \times \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g}$$

- $f$ : Coeficiente de fricción
- $L$ : Longitud de tubería (m).
- $D$ : Diámetro interno (m).
- $v$ : Velocidad del agua ( $v = \frac{Q}{A}$ , donde  $A = \frac{\pi D^2}{4}$ )

Para calcular el coeficiente de fricción ( $f$ ) en tuberías por riego por goteo, se utilizan ecuaciones empíricas basadas en el número de Reynolds ( $Re$ ) y la rugosidad relativa ( $\frac{\epsilon}{D}$ ).

### Ecuación de Colebrook-White (Más Precisa)

Es la más utilizada en ingeniería, pero es implícita (requiere iteración):

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left( \frac{\epsilon}{3.71 D} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right)$$

Donde:

$Re$ : Número de Reynolds (adimensional).

$\epsilon$ : Rugosidad absoluta del material (mm).

$D$ : Diámetro interno de la tubería (mm).

Para hallar el coeficiente de fricción es necesario calcular el número de Reynolds y utilizar la **aproximación de Swamee-Jain**.

### Aproximación de Swamee-Jain (Explícita)



Simplifica el cálculo sin iterar:

$$f = \frac{0.25}{\left[ \log \left( \frac{\varepsilon/D}{3.71} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) \right]^2}$$

Precisa para  $10^{-6} \leq \frac{\varepsilon}{D}$  y  $5000 \leq Re \leq 10^8$

### Calculamos el Numero de Reynolds (Re)

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu}$$

Donde:

- $Re$ : Número de Reynolds (adimensional)
- $D$ : Diámetro interno de la tubería (m)
- $V$ : Velocidad del flujo (m/s).
- $\nu$ : Viscosidad cinemática del agua ( $1.004 \times 10^{-6} \frac{m^2}{s}$  a  $20^\circ C$ )

Calcular la velocidad del flujo ( $V$ )

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu}$$

Donde:

- $Q$ : caudal ( $m^3/s$ ).
- $A$ : Área transversal de la tubería ( $m^2$ ).

$$A = \frac{\pi}{4} D^2$$

Dónde:  $D$ : Diámetro de la tubería = 1 pulgada

Entonces  $D = 1$  pulg. = 0.0254 m.

Reemplazando:

$$A = \frac{\pi}{4} (0.0254 \text{ m})^2 = 0.0005067 \text{ m}^2$$

Necesitamos tener el caudal en  $m^3/s$



$$Q = 7,085.824 \frac{l}{h} \times \frac{1m^3}{1,000l} \times \frac{1h}{3,600s}$$

$$Q = 0.001968 \frac{m^3}{s}$$

La velocidad del flujo de agua será:

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

$$V = \frac{0.001968 \frac{m^3}{s}}{0.0005067 m^2}$$

$$V = 3.88 \frac{m}{s}$$

Calculamos el número de Reynolds

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu}$$

$$Re = \frac{3.88 \frac{m}{s} \times 0.0254 m}{1.004 \times 10^{-6} \frac{m^2}{s}}$$

$$Re = 98,159.36$$

- Flujo laminar:  $Re < 2000$
- Flujo en transición:  $2000 < Re < 4000$
- Flujo Turbulento:  $Re > 4000$

Por lo que es un flujo turbulento, en riego por goteo, el flujo es casi siempre turbulento  $Re > 4000$ , lo que exige usar ecuaciones como Darcy-Weisbach o Hazen-Williams para pérdidas por fricción.

**Hallando el coeficiente de fricción:**

$$f = \frac{0.25}{\left[ \log \left( \frac{\varepsilon/D}{3.71} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) \right]^2}$$



Donde:

$\varepsilon$ : Rugosidad absoluta por material

Material	$\varepsilon(mm)$
PVC	0.0015
Polietileno (PE)	0.007
Acero Galvanizado	0.15
Hierro Fundido	0.26

Para una tubería de PVC de 1"

$$\varepsilon/D = \frac{0,0015 \text{ mm}}{25.4 \text{ mm}} = 0.000059$$

$$f = \frac{0.25}{\left[ \log \left( \frac{0.000059}{3.71} + \frac{5.74}{98,159.36^{0.9}} \right) \right]^2}$$

$$f = 0.01828$$

**Calculando la altura de pérdidas:**

$$H_{PÉRDIDAS} = f \times \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g}$$

La longitud de la tubería es de 57.28 m con una tubería de 1" de diámetro de PVC.

$$H_{PÉRDIDAS} = 0.01828 \times \frac{57.28 \text{ m}}{0.0254 \text{ m}} \times \frac{(3.88 \frac{m}{s})^2}{2 \times 9.81 \frac{m}{s^2}}$$

$$H_{PÉRDIDAS} = 8.15 \text{ m}$$

**Calculando Altura Manométrica Total (H)**

$$H(m) = H_{GEO} + H_{GOTEO} + H_{PÉRDIDAS}$$

$$H(m) = 12 \text{ m} + 30 \text{ m} + 8.15 \text{ m}$$

$$H(m) = 50.15 \text{ m}$$



### 3. Energía Hidráulica Requerida

$$E_{hidráulica} \left( \frac{Wh}{día} \right) = \frac{Q \left( \frac{l}{día} \right) \times H(m) \times \rho \times g}{3600 \text{ s/h}}$$

- $\rho$ : Densidad del agua ( $1000 \text{ kg/m}^3$ )
- $g$ : Gravedad ( $9.81 \text{ m/s}^2$ )

Simplificando

$$E_{hidráulica} \left( \frac{Wh}{día} \right) = Q \left( \frac{l}{día} \right) \times H(m) \times 0.00272$$

$$E_{hidráulica} \left( \frac{Wh}{día} \right) = 35,294.12 \frac{l}{día} \times 50.15 \text{ m} \times 0.00272$$

$$E_{hidráulica} = 4,814.4 \frac{Wh}{día}$$

### Potencia de la Bomba

$$P_{bomba}(W) = \frac{E_{hidráulica}}{\text{Horas Bombeo} \times \eta_{bomba}}$$

$$P_{bomba}(W) = \frac{4,814.4 \frac{Wh}{día}}{5 \frac{h}{día} \times 0.7}$$

$$P_{bomba} = 1,375.54 \text{ W}$$

### Convirtiendo a HP

$$P_{bomba}(HP) = \frac{1,375.54 \text{ W}}{746}$$

$$P_{bomba} = 1.84 \text{ HP} \approx 2 \text{ HP}$$

### 4. Eficiencia del sistema ( $\eta$ )

- Bomba ( $\eta_{bomba}$ ): 30-70% (depende del tipo de bomba)

$$E_{eléctrica} \left( \frac{Wh}{día} \right) = \frac{E_{hidráulica} \left( \frac{Wh}{día} \right)}{\eta}$$



$$E_{el\acute{e}ctrica} \left( \frac{Wh}{d\acute{a}a} \right) = \frac{4,814.4 \frac{Wh}{d\acute{a}a}}{0.7}$$

$$E_{el\acute{e}ctrica} = 6,777.71 \frac{Wh}{d\acute{a}a}$$

## 5. Radiación solar disponible (HSP- Hora Solar Pico)

El HSP (Horas de Sol Pico) es un indicador clave para evaluar la energía solar disponible en una ubicación, especialmente útil para dimensionar sistemas fotovoltaicos. En el caso de Asillo (Puno, Perú), ubicado a ~3,900 msnm, los valores de HSP varían según la temporada (sequía vs. lluvias) y la inclinación de los paneles solares.

### Estimación del HSP en Asillo

Basado en datos de zonas altoandinas similares (como Puno o Juliaca), los valores aproximados son:

- **HSP promedio anual: 4.824 kWh/m<sup>2</sup>/día**
  - **Temporada seca (mayo-octubre):** 5.0 - 6.0 HSP (cielos despejados, mayor radiación).
  - **Temporada de lluvias (noviembre-abril):** 4.0 - 5.0 HSP (nubosidad reduce la radiación).

**Fuente:** <https://www.senamhi.gob.pe/?p=radiacion>

### Factores que influyen en Asillo:

- a. **Altitud elevada:** Mayor irradiación solar por menor atmósfera.
- b. **Nubosidad:** Las lluvias (especialmente en verano) disminuyen el HSP.
- c. **Inclinación óptima de paneles:** Para maximizar el HSP, se recomienda una inclinación cercana a la latitud de Asillo (~14°-15°) + ajuste estacional.

Fuentes para datos precisos:

- **NASA POWER:** Proporciona datos satelitales de irradiación (gratis).
  - <https://power.larc.nasa.gov/>



- **SENAMHI Perú:** Estaciones meteorológicas en Puno (datos históricos).
  - [www.senamhi.gob.pe](http://www.senamhi.gob.pe)
- **PVGIS (UE):** Herramienta para cálculos fotovoltaicos.
  - [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/es/](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/)

### Aplicaciones prácticas:

- Un HSP de 5.0 significa que, en promedio, un sistema de 1 kWp generaría 5 kWh/día.
- Para una instalación de 3 kWp en Asillo: 15 kWh/día (promedio anual).

### 6. Potencia fotovoltaica necesaria ( $P_{pv}$ )

$$P_{pv}(W) = \frac{E_{eléctrica} \left( \frac{Wh}{día} \right)}{HSP} \times 1.2$$

### 7. Selección de paneles y bomba

- Se usan paneles de 320W, se necesitará un panel (Sobredimensionar un 20-30%) por pérdidas).
- La bomba debe de ser compatible con el voltaje del sistema (200v) y capaz de entregar el caudal y altura requeridos.

$$P_{pv}(W) = \frac{6,777.71 \frac{Wh}{día}}{5 \frac{h}{día}} \times 1.2$$

$$P_{pv} = 1,626.65 W$$

### Número de Paneles Solares

$$N_{paneles} = \frac{P_{bomba} \times \text{Factor de Seguridad}}{P_{panel} \times HSP \times \eta_{sistema}}$$

$P_{bomba}$ : Potencia de la bomba (1,375.54 W)

*Factor de Seguridad*: 1.2 - 1.3 (para días nublados)

$P_{panel}$ : Potencia del panel (320 W)



$HSP$ : hora solar pico 5 h/día

$\eta_{sistema}$ : Eficiencia del sistema (cables, inversor, baterías)  $\approx 0.8$

$$N_{paneles} = \frac{1,375.54 \text{ W} \times 1.2}{320 \text{ W} \times 5 \frac{\text{h}}{\text{día}} \times 0.8}$$

$$N_{paneles} = 1.65 \approx 2$$

Se debe de poner dos paneles de 320 W en paralelo

## Recomendaciones Finales

- Para bombas de CC (200V): No requiere inversor.
- Monitoreo: Usar controladores MPPT para maximizar eficiencia.
- Instalación: Orientar paneles al norte (hemisferio sur) con inclinación  $\approx$  latitud local ( $15^\circ$ – $20^\circ$  en Puno).

### 3.6.1. Selección de los paneles fotovoltaicos

- El proyecto utilizará 06 paneles solares monocristalinos SCL de 35V y 320W. Se eligieron los paneles solares SCL porque cuentan con certificados de calidad que pueden brindar garantías para el proyecto.
- Un componente importante del sistema es el llamado panel solar. Al investigar este artículo, llegamos a la conclusión de que se utilizan paneles de 35V porque son muy comerciales por razones de costo y, debido a su eficiencia, se recomienda encarecidamente instalar un sistema de bomba de agua.

### 3.6.4. Selección de la bomba

- Proporciona un amplio rango de potencia de 1500 W.
- Se recomienda que este tipo de electrobomba solar directo DFULL utilicen en sistemas de bombeo directo, lo que significa que tienen



fuertes capacidades de trabajo y al mismo tiempo pueden trabajar directamente desde el panel sin pasar por un convertidor.

- Esta vez se utilizarán las siguientes bombas de CC:
- Elevación máxima de impulso desde 12 m hasta 80 m.

### 3.6.5. Elección de los aspersores

- Los aspersores trabajan a distintos tipos de presión.
- El aspersor es una parte importante del proyecto y tiene la función de mantener el ambiente uniformemente húmedo, como si fuera a llover.

**Alta presión:** Requieren una presión de aproximadamente 4.9-6.4 bar, un radio de acción entre 20-30 my un caudal de 6 a 40 m<sup>3</sup> / h.

**Media presión:** Requieren una presión de aproximadamente 2,45-3,92 bar, un radio de acción entre 14-20 my un caudal de 1 a 6 m<sup>3</sup> / h.

**Baja presión:** Requieren una presión de aproximadamente 1,47-1,9 bar, un radio de acción entre 10-14 my un caudal inferior a 1 m<sup>3</sup> / h.

**Cañones:** Requieren una presión superior a 7 bar, un radio de acción entre 30-50 my un caudal superior a 40 m<sup>3</sup> / h. Novagric, (s.f.).

Se utilizará un aspersor de presión baja fijado a un trípode en algunas partes, y pondrá grifo en tres ramales, lo que significa riego por departamento, para que la zona de riego se pueda repartir o cambiar por departamento Siembra se tiene como objetivo reducir el costo del proyecto y garantizar que los aldeanos tengan derecho a decidir qué área regar.



### 3.6.6. Accesorios

**Tuberías:** Las tuberías y accesorios que se utilizarán serán de PVC, que puede resistir la superficie, la luz solar, etc. En este sistema, usaremos tuberías de 1" para transportar toda el agua.

**Caudalímetro:** La selección del caudalímetro se determina en función del caudal máximo a través de la tubería, básicamente su tarea es supervisar la presión constante y hacer que el sistema de riego funcione con regularidad.

**Conductores:** Se utilizará un cable resistente a la radiación solar y el conductor será un RV-K de cobre flexible con doble aislamiento eléctrico, muy adecuado para la exposición al sol. El calibre transversal del conductor eléctrico debe seleccionarse de acuerdo con la información de la placa de la bomba y los paneles solares y la distancia de cada sección transversal para evitar caídas de tensión.

**Filtros:** Se utilizarán a la entrada y salida de nuestro depósito para impedir la entrada de impurezas que puedan dañar determinados componentes.



## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. PRESENTACIÓN

Los datos de radiación provienen de la UANCV. Estas fuentes fueron capturadas en 2017, utilizando un piranómetro total fijo que almacena datos cada media hora. El valor promedio para varios meses es el siguiente:

#### 4.2. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

La cifra 4 dispositivos fotovoltaicos dependerá de la característica de las bombas a emplear, en este caso las bombas sumergibles LORTZEN SP49 / 1500, cuyas principales características son:

- Potencia nominal del motor: máximo 1500wW.
- Altura máx.: 80 metros.
- Corriente motor: máximo 10.5A.
- Voltaje de entrada: máximo 200V.
- Flujo máximo: 7 m<sup>3</sup>/h (7000 litros/hora).

Cabe señalar que la bomba se utilizará durante aproximadamente 5 horas al día.



**Tabla 4**

*Total, de potencia requerida.*

Nº DE BOMBAS	POTENCIA
1 de 1500w	1500watts
<b>Potencias totales requerida será</b>	1500watts
<b>Potencias requeridas en 5 horas al día</b>	750watts/día

Nota: Elaboración propia

Así pues, conseguimos las potencias totales que se requiere en el día.

TOTAL, UTILIZACIÓN CALCULADO POR DÍA (Cde) = 2000 Wh / día

Ec. 04

Usamos una eficiencia de instalación del 75% para determinar la energía total requerida para satisfacer la demanda:

TOTAL, ENERGÍA NECESARIA (Ten) = Cde/0.75

$$Ten = 2000 / 0.75$$

$$Ten = 2667 \text{ Wh/día}$$

Ec. 05

El mes con la radiación más desfavorables, observamos en enero, fue de 4.824 KWh / m<sup>2</sup> / día. Por lo tanto, determinaremos la escala de instalación para las peores condiciones de luz solar cada mes para garantizar que podamos satisfacer la demanda durante todo el año.

“Una vez que se conoce la irradiación solar que incide, la dividimos por la radiación solar incidente utilizada para calibrar el módulo. (1kW / m<sup>2</sup>), obtendremos la hora pico del sol (HSP). En nuestro ejemplo, a efectos prácticos, este valor no cambiará, pero usaremos el concepto de HSP



(Solar Peak Time), que consiste en irradiar el sol con una intensidad de 1000 W / m<sup>2</sup> para conseguir la insolación total durante el día. Porque la corriente El sol cambia de intensidad durante el día" (Click Renovables, 2015).

$$\text{HSP} = \text{RADIACIÓN SOLAR TABLAS} / 1\text{KW/m}^2 = 4.824\text{HSP}$$

Ec.06

Calcularemos las condiciones de irradiación más perniciosas para determinar el número de módulos (paneles solares o paneles). Para realizar este cálculo, elegimos un módulo de 320 W. Esta información se da en la característica técnica de los módulos seleccionados según cada fabricante y modelo.

Las principales particularidades de nuestros paneles fotovoltaicos "SCL" son:

- Número de células: 72
- Rangos de potencias: 320W
- Voltajes nominales: 35V
- Intensidad a potencias máximas (I<sub>mp</sub>): 9.5A
- Voltajes a potencias máximas (V<sub>mp</sub>): 36,8V
- Intensidad de cortocircuito (I<sub>sc</sub>): 6,00A
- Tipo de célula: monocristalino.

Para calcular la instalación fotovoltaica que requieren un uso diario se utilizaremos la siguiente fórmula:

$$\text{NÚMERO DE MÓDULOS (NM)} = (\text{ENERGÍA NECESARIA}) / (\text{HSP} *$$

$$\text{RENDIMIENTO DE TRABAJO} * \text{POTENCIA PICO DEL MÓDULO})$$



La eficiencia de un módulo fotovoltaico tiende a perder su eficacia debido a suciedad, efectos de desgaste, etc. (normalmente 0,7 - 0,8).

N° de módulos para una potencia de 2000 watts/día

$$NM = (2667) / (4.36 * 0.8 * 250)$$

$$NM = 5.12 \text{ Redondeando } \mathbf{6 \text{ módulos FV}}$$

El voltaje, amperaje, y la potencia, que producen los paneles fotovoltaicos dependerá de la instalación que se hará entre ellos, estas uniones pueden estar en PARALELO o en SERIE.

La instalación en serie de 6 módulos fotovoltaicos permitirá multiplicar por 6 la tensión nominal de cada panel en el terminal de salida mientras se mantiene la corriente en el terminal de salida.

La instalación de nuestro sistema consiste en dos conjuntos de paneles instalados en serie, y los dos últimos grupos se conectarán en paralelo, todo con el fin de lograr el valor requerido de la bomba.

La instalación en serie de 6 módulos fotovoltaicos permitirá que la corriente en el extremo de salida aumente exponencialmente, mientras se mantiene la tensión de cada panel en el extremo de salida.

Finalmente, se utilizan cuatro paneles fotovoltaicos, y el método de conexión es el siguiente:

### **Componentes del sistema de arranque:**

- Contactor de 200 voltios de corriente continua.
- Termomagnético de Corriente continua.
- Pulsadores normalmente cerrados, N/C.
- Un auxiliar normalmente abierto para accionar el Contactor.



- Un pulsador normalmente abierto, N/O.

### 4.3. PRUEBA DE HIPOTESIS

#### 4.3.1. Recurso hídrico

Para efectuar un sistema de riego en la zona del distrito de Asillo, se planea obtener líquido de un pozo (ver anexo). El diámetro de la fuente de agua es de 1,5 metros. En el mes más críticos, el nivel de agua subterránea es de 2 metros; La longitud hasta la profundidad del pozo es de 3 metros. Generalmente, esta fuente de agua almacena 3,53 metros cúbicos de agua.

Calculamos el total de agua utilizable para la bomba sumergible LORETZN PS49 / 1500, porque el filtro de succión restará 20 cm de la elevación total.

Datos:

- $\pi$  : 3.14
- Altura de succión: 2m.
- Radio de pozo : 0.80m.

Entonces la cantidad de agua útil para la bomba será:

$$V \text{ cilindro} = \pi * r^2 * h$$

$$V \text{ agua} = 3.14 * (0.80\text{m})^2 * 2\text{m}$$

$$V \text{ agua} = 5.024\text{m}^3 = 5024 \text{ litros}$$

#### 4.3.2. Altura del reservorio

Como indicaba todo el proyecto, se decidió almacenar los recursos hídricos en un reservorio de agua elevado, y para esto se diseñó un depósito.



La altura del embalse se diseñará en función del caudal de agua que llegará a los aspersores para el regadío.

La altura total de nuestro embalse es de 8 metros y el nivel de agua más bajo en el embalse es de 6.5 metros. La altura de elevación de la bomba que elegimos es de 80 metros, lo que significa que no habrá problemas a la hora de levantar el agua.

El depósito se construirá de hormigón puro con características rectangulares (ver anexo). Las dimensiones internas para almacenar líquido son la siguiente: altura 1,5 metros, ancho y largo, por lo que se pueden almacenar 3,35 metros cúbicos de agua.

Calcularemos la cantidad de agua que puede acumular nuestro depósito, considerando que el interior del agua almacenada es un cubo con una longitud de lado de 1,5 metros.

Entonces el tamaño de un cubo es calculado por:

$$V_{\text{cubo}} = L^3$$

$$V_{\text{reservorio}} = (1.5\text{m})^3$$

$$V_{\text{reservorio}} = 3.35\text{m}^3 \text{ — } 3350 \text{ LITROS}$$

Hemos observado ciertas cercanías entre la cantidad almacenada en el pozo y el tanque, sabiendo que el pozo se colma naturalmente de agua cuando se consigue el agua, lo que significa que no se abrirá por falta de agua.

A través de los datos estamos al corriente que el caudal máximo de nuestra bomba es de 1,5 m<sup>3</sup> / h. sé considera que nuestro depósito almacenara 3,35 metros cúbicos de agua, los datos técnicos de nuestra



bomba muestran que utiliza una tubería de 1 pulgada con un caudal de 1,5 metros cúbicos / hora (1500 litros / hora) y una potencia de impulso de cuarenta metros. Alto. Con base en estos datos para calcular la bomba para llenar el depósito, use la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} \text{CAUDAL} &= \text{VOLUMEN} / \text{TIEMPO} \\ \text{TIEMPO} &= \text{VOLUMEN} / \text{CAUDAL} \\ \text{TIEMPO} &= (3.35\text{m}^3) / (1,5\text{m}^3/\text{h}) \\ \text{TIEMPO DE LLENADO} &= 2.2 \text{ HORAS} \end{aligned}$$

**4.3.3. COSTOS**

En este capítulo, Se establecerá el costo real de las instalaciones y mantenimientos del proyecto. También se comparará con otros sistemas para determinar la viabilidad de este estudio.

Se deben analizar una serie de factores para evaluar el valor económico relacionado con el sistema fotovoltaico, como el precio de la energía, la relación costo / beneficio y el costo de mantenimiento de los sistemas tradicionales (como motores eléctricos, diésel, etc.), vida útil, coste de inversión inicial, etc. FDELAO SOLAR, (S.f.)

**4.3.4. ESTIMACIÓN DE COSTOS UTILIZANDO ENERGÍA RENOVABLE**

**Tabla 6**

*Costos De Inversión Inicial Del Sistema De Riego Fotovoltaico*

ÍTEM	DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	CANT.	PRECIO UNIT. (S/.)	COSTO TOTAL
1	SISTEMA FOTOVOLTAICA			
1.1	Modulo fotovoltaico (35v / 320 w)	6	650	3900
1.2	Bomba sumergible solar 1500W	1	1200	1200
1.3	Estructura para soporte de modulo fotovoltaico	1	120	120



		SUB- TOTAL		5220
<b>2</b>	<b>EQUIPOS DE GOTEROS</b>			
2.1.1	Rociador 20-G2			
2.1.2	Tubos laterales, diámetro 1"	36	15	540
2.1.3	Tubos principales, diámetro 1"	150 m	3 x m	450
2.1.4	Conducto para rociadores	70 m	3 x m	210
2.1.5	Base trípode para rociadores	50 m	5 x m	250
2.2	RED HIDRAULICA	4	85	340
2.2.1	Tuberías de Impulsión PVC 25.4mm			
2.2.2	Tuberías Principal PVC Agua (uso opcional)	15m	5 x m	75
2.3	ACCESORIOS DE RIEGO	12m	5 x m	60
2.3.1	Terminal PVC Cem/He, diámetro 1"			
2.3.2	Terminal PVC Cem/He, diámetro 1 <sup>1/4</sup>	1	2	2
2.3.3	Codo 90° PVC C/Cem, diámetro 1 <sup>1/4</sup>	1	2	2
2.3.4	Codo 90° PVC C/Cem, diámetro 1"	2	3	6
2.3.5	Reducción de PVC, diámetro 1" a 3/4	10	2	20
2.3.6	Tee PVC Cem, diámetro 1"	5	2	10
2.3.7	Unión-MER. PVC, diámetro 25.4 mm	6	2	12
2.4	VALVULAS	6	3	18
2.4.1	Válvulas de desfogue, diámetro 3/4"			
2.4.2	Válvulas de Compuerta, diámetro 1"	1	5	5
2.4.3	Válvulas de paso C/Cem, diámetro 1"	1	5	5
2.4.4	Válvula Retención HI/HI, diámetro 1 <sup>1/4</sup>	5	5	25
	SUB- TOTAL	1	5	5
<b>3</b>	<b>CONSUMOS EN GENERAL</b>			<b>1855</b>
3.1	Base para la bomba			
3.2	Cables de cobre aislado AWG	1	40	40
3.3	Instalaciones	40 m	3 x m	120
3.4	Switch con flotador para tanque	1 día	80	80
3.5	Edificación de reservorio	1	15	15
3.6	Otros	1	350	350
	SUB - TOTAL	-	-	100
				705
	<b>SISTEMA FOTOVOLTAICO, COSTO TOTAL (SOLES)</b>			<b>7520</b>



## 2.3.1. ESTIMACIÓN DE COSTOS DEL RESERVORIO DE AGUA

Item	Cantidad	Unidad	Costo Unitario (\$/)	Costo Total (\$/)
Excavación	8.0	m <sup>3</sup>	50.00	250.00
Concreto (210 kg/cm <sup>2</sup> )	50	m <sup>3</sup>	28.00	1400.00
Acero 1/2	16	Varilla	40.00	640.00
Alambrón de acero	20	varilla	12.00	240
Hormigón grueso	5	m <sup>3</sup>	300.00	300.00
Malla electrosoldada	30	m <sup>2</sup>	25.00	750.00
Mano de obra	5	lote	6,00.00	6,000.00
Otros			500.00	500.00
<b>Total Estimado</b>			<b>s/. 955.00</b>	<b>s/. 10.080</b>

Este cotejo se realiza para establecer la factibilidad del proyecto durante un período de tiempo; los indicadores económicos se utilizarán más adelante para este análisis.

Aunque estos dos sistemas efectivamente obtendrán grandes beneficios, es decir, irrigación de cultivos. Pero el uso de sistemas fotovoltaicos es una buena opción debido a los altos niveles de irradiación solar en la actualidad.

Realizaremos un estudio económico de estos dos sistemas para comparar qué sistema es el más beneficioso o el más factible en cinco años, asumiendo la vida útil de algunos componentes e efectuando un rol de mantenimiento.



## **Manejo de aspersores**

La distribución de rociadores se calcula de acuerdo a la acción radiodifusora. Debido a que necesitamos irrigar hectáreas, este sistema estará dividido en 3 parcelas, cada una con tres ramales. Usaremos aspersores de media presión fijados en un trípode en algunas partes para dividir las parcelas y asegurar el control de la población. Decidir qué área regar.

Las principales características del aspersor que elegimos son las siguientes:

- Boquilla diámetro: 2.5 - 4.0 mm
- Flujo: 1 m<sup>3</sup>/h
- Presión de trabajo: 0.3 - 2 bar
- Radio de acción (10 a 14 m)
- Procederemos a calcular la presión en nuestro embalse en dos escenarios distintos. El primer caso considera el momento en que se enjuaga con agua, mientras que el segundo caso se evalúa con una altura de agua de 200 mm.

Utilizando la ecuación de Bernoulli:

$$\frac{\rho_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{\rho_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2$$

Datos:

Densidad del agua = 1000 kg/m<sup>3</sup>

Diámetro de salida = 4 mm = 0.004 m

Diámetro de tubería = 1"=0.0254 m



**Presión en reservorio lleno**

$$P = 9194.1 \text{ kg/m}^2$$

$$P = 0.9 \text{ bar}$$

**Presión en reservorio a 20 cm**

$$P = 7895.4 \text{ kg / m}^2$$

$$P = 0.7 \text{ bar}$$

Después de la observación, nuestra presión está dentro del rango de trabajo del rociador elegido, por lo que el reparto del agua está garantizado.

**Tabla 7**

*Comparación de costos de los sistemas.*

**BALANCE DE COSTOS, MODULOS FOTOVOLTAICOS Y SISTEMAS CONVENCIONALES A COMBUSTIBLE.**

COSTOS EN 5 AÑOS DE VIDA ÚTIL		SISTEMA CONVENCIONAL A COMBUSTIBLE	SISTEMA DE RIEGO FOTOVOLTAICO
<b>COSTOS DE INVERSIÓN INICIAL (SI.)</b>		5200	7520
<b>IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTOS O CAMBIO DE ACCESORIOS</b>	Mantto preventivo de la bomba	200	200
	Mantenimiento de los sistemas eléctricos	100	100
	Cambios de filtros de agua	100	100
	Válvula y algunos aspersores	100	100
	Otros gastos adicionales	100	100
<b>Costo de potencia en 5 años</b>		18250	0
<b>TOTAL (SOLES)</b>		<b>24050</b>	<b>8120</b>

Nota. Elaboración propia

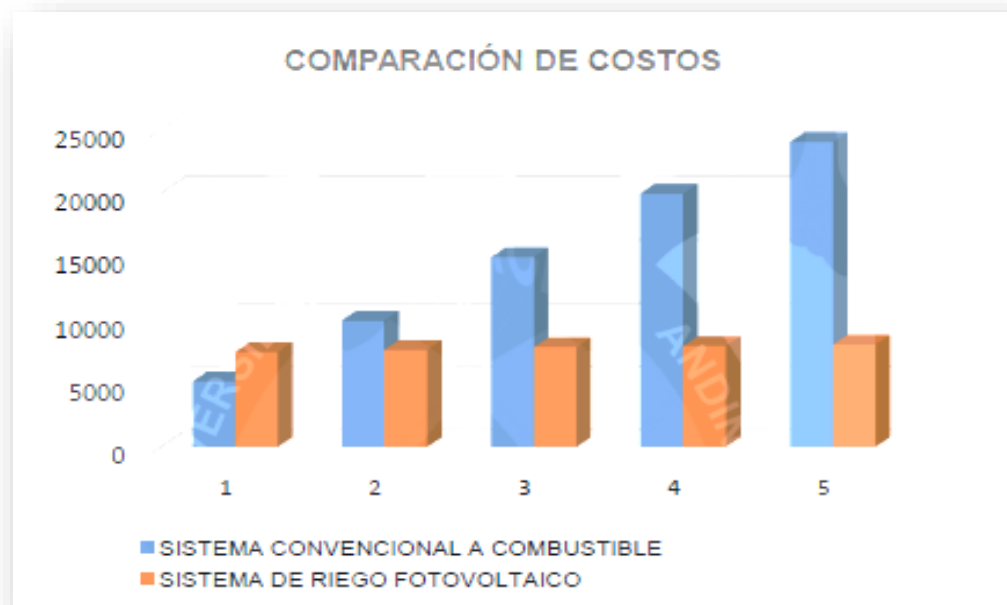
Se puede ver en la tabla de comparación del sistema que después de 5 años de uso, los resultados de costos obtenidos por los dos sistemas son diferentes y no se considera cierto beneficio como los elementos sociales y ambientales.

Se expone un cuadro comparativo de 5 años, de la cual se puede apreciar que el costo del sistema de combustible tradicional ha aumentado con el tiempo, mientras que el costo del sistema fotovoltaico se ha mantenido igual, lo que prueba la viabilidad de esta investigación.

## COMPARACIÓN DE COSTOS

**Figura 6.**

*Esquema de balance de coste.*



Nota. [www.eoi.es](http://www.eoi.es)

### 4.2.2. EVALUACION CON INDICADORES ECONOMICOS

Para probar la factibilidad de los proyectos de inversiones, se evidencian algunos indicadores que se pueden utilizar para estimar el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de rendimiento (TIR).



La ganancia en un año sin sistema de riego es de 2,000 soles por año. Sin embargo, si se adopta un sistema de riego técnico, la ganancia anual se duplicará.

El VAN viene a ser el indicador que vincula las rentas y los gastos que podremos poseer durante un período de tiempo, lo que nos ayudara a establecer si el plan es factible. Se utilizará la próxima fórmula:

$$\text{VAN} = \text{valor actual neto (BNA)} - \text{Inversión}$$

BNA es el importe presente del flujo de efectivo o la utilidad neta proyectada, que se ha actualizado utilizando la (TD). Esta última es la tasa de beneficio más baja esperada.

**Entonces:**

$$\text{VAN} = \sum_{t=1}^n \frac{Ft}{(1+K)^t} = lo$$

Donde:

n = Es el número de periodos de tiempo

lo = Es la inversión realizada en el momento inicial

K = Es el tipo de descuentos o tipo de interés exigidos a la inversión

Ft = Son los flujos de dinero en cada periodo t

➤ Condiciones del VAN:

- VAN = 0, indiferente porque la inversión no genera ni beneficios ni pérdidas.
- VAN < 0, rechazar por que la inversión genera pérdidas.
- VAN > 0, aceptar porque genera beneficios a largo plazo.

➤ Entonces aplicaremos la fórmula del VAN utilizando el siguiente dato:

- Evaluación en 3 años
- Tasa de descuento del 10 %.



- Inversión inicial: 7520 soles.

**Tabla 8 Flujo de caja**

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
<b>FLUJO DE CAJA NETO EN SOLES</b>	4000	4000	4000

$$VAN = \left( \left( \frac{4000}{(1 + 0.1)^1} + \frac{4000}{(1 + 0.1)^2} + \frac{4000}{(1 + 0.1)^3} \right) \right) - 7520$$

$$VAN = 9947 - 7520$$

$$VAN = 2427$$

La conclusión del VAN significa que, si el financiero emprende este proyecto, recibirá 2,427 soles adicionales en tres años.

Para calcular la TIR, usamos la fórmula del VPN, en lugar de encontrar el VPN (lo reemplazamos con cero), encontraremos la tasa de descuento:

$$VAN = \text{Beneficio neto actualizado (BNA)} - \text{Inversión}$$

Condiciones del TIR:

- TIR = K, estaríamos en una situación similar al VAN, indiferente.
- TIR < K, el proyecto debe rechazarse.
- TIR > K, el proyecto de inversión es viable.

Entonces:

$$0 = \left( \left( \frac{4000}{(1 + K)^1} + \frac{4000}{(1 + K)^2} + \frac{4000}{(1 + K)^3} \right) \right) - 7520$$

$$K = 0.28$$

$$\text{TIR} = 28\%$$

Los resultados de la TIR muestran que los fondos invertidos en el proyecto generarán una rentabilidad del 28% cada año; si el valor de la TIR en el



VAN se reemplaza por el 28%, significa que no tendrá pérdida ni ganancia, pero si el importe es superior, el plan no será rentable, o en otras palabras llevará un tiempo mayor recobrar lo invertido inicialmente.



## 4.4. DISCUSIÓN

Los resultados esperados incluyen la determinación precisa de la radiación solar promedio tanto diaria como anual, lo cual proporcionará una base confiable para el diseño y dimensionamiento del sistema fotovoltaico (FV). La identificación de los patrones de radiación permitirá reconocer los periodos de mayor y menor radiación solar, facilitando la planificación del almacenamiento de agua y la gestión eficiente de la demanda energética.

En cuanto a la selección de la bomba de agua, se ha optado por una bomba que se ajuste adecuadamente a las especificaciones de altura de elevación y caudal requeridos para el riego. Las bombas de corriente continua (DC), diseñadas especialmente para integrarse con sistemas fotovoltaicos, son más eficientes en este tipo de aplicaciones. Es importante evaluar la eficiencia operativa de la bomba en diversas condiciones para asegurar su fiabilidad y capacidad de satisfacer las demandas de riego de manera continua.

El dimensionamiento del sistema fotovoltaico, particularmente en relación con el número de paneles solares, se ha basado en la radiación solar promedio de la región y en el requerimiento energético de la bomba. Se ha optimizado la orientación y el ángulo de inclinación de los paneles solares para maximizar la captación de energía solar durante todo el año, considerando las variaciones estacionales en la radiación.

Para validar estas hipótesis, se realizaron estudios y mediciones de la radiación solar en el sector San Luis del Distrito de Asillo. Los datos obtenidos de estaciones meteorológicas locales y fuentes satelitales confirmaron que la radiación solar promedio en la región es suficiente para garantizar la operación eficiente de un sistema fotovoltaico de bombeo de agua. Esta adecuada radiación solar asegura que los paneles fotovoltaicos podrán generar la energía necesaria para el funcionamiento continuo y confiable del sistema de riego.



## CONCLUSIONES

**PRIMERA.** - El diseño de un sistema fotovoltaico para el riego por goteo en el cultivo de ajo en el sector San Luis del distrito de Asillo es una solución viable y eficiente para mejorar las prácticas agrícolas de la zona. El sistema propuesto garantiza el suministro de agua a través de energía solar, optimizando tanto el uso de recursos como la sostenibilidad ambiental, lo que resulta crucial en un contexto donde la eficiencia energética y la conservación del agua son prioritarios.

**SEGUNDA.** -Se ha determinado que la potencia de bombeo necesaria para asegurar un suministro de agua constante y adecuado para el riego por goteo es un factor esencial en el diseño del sistema. A través de un cálculo exhaustivo de las necesidades hídricas del cultivo de ajo y las condiciones del terreno, se logró establecer la potencia requerida para asegurar un rendimiento óptimo del sistema de riego.

**TERCERA.** - El dimensionamiento adecuado de los componentes del sistema fotovoltaico y del sistema de bombeo es esencial para garantizar la eficiencia energética y operativa. Con base en la demanda de energía calculada y las características del terreno, se definieron las especificaciones técnicas de los paneles solares y la bomba, lo que permite asegurar que el sistema se adapta de manera óptima a las necesidades del cultivo.

**CUARTA.** - La tecnología de riego propuesta en este proyecto es un sistema fotovoltaico, que presenta importantes ventajas en términos de ahorro de electricidad en el distrito de Asillo. Este sistema fotovoltaico reemplazará el tradicional sistema de bombeo, ofreciendo una solución más eficiente y sostenible. La inversión inicial



del proyecto es de S/. 7,630.00, y según el análisis económico, se demuestra que el plan es completamente viable. Los indicadores económicos, como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), evidencian que, en un plazo de tres años, la inversión inicial generará un retorno adicional de S/. 2,427.00, lo que se traduce en una rentabilidad del 28%. Además, la inversión inicial puede ser recuperada mediante financiamiento bancario a lo largo de los años, facilitando su implementación y asegurando su viabilidad financiera a largo plazo.



## RECOMENDACIONES

**PRIMERA.** - Se recomienda realizar un monitoreo continuo del sistema de bombeo para ajustar la potencia de acuerdo con las variaciones de las necesidades hídricas del cultivo de ajo. Esto permitirá un funcionamiento más eficiente del sistema fotovoltaico, optimizando el uso de la energía generada y evitando el desperdicio de recursos.

**SEGUNDA.** - A medida que avanza la implementación del sistema, es recomendable ajustar el dimensionamiento de los paneles solares y los componentes de bombeo según las condiciones climáticas y las necesidades del cultivo. Este ajuste debe hacerse en función de los datos de irradiación solar en tiempo real y los cambios en los requerimientos de agua del cultivo.

**TERCERA.** - Se debe proporcionar capacitación a los agricultores del sector San Luis sobre el uso, mantenimiento y monitoreo del sistema fotovoltaico. Una adecuada formación en la operación y en las tareas básicas de mantenimiento contribuirá a garantizar la longevidad del sistema y la eficiencia operativa. Además, se recomienda establecer un programa de mantenimiento preventivo para asegurar el funcionamiento óptimo del sistema a lo largo de los años.

**CUARTA.** - Se recomienda proceder con la implementación del sistema fotovoltaico para el riego en el distrito de Asillo, dado que el análisis económico demuestra su viabilidad y rentabilidad. A pesar de la inversión inicial, la rentabilidad del 28% y el retorno positivo en tres años hacen que el proyecto sea financieramente sostenible. Es



recomendable, sin embargo, asegurar un adecuado plan de financiamiento bancario para facilitar la recuperación de la inversión inicial. Además, se sugiere realizar un seguimiento continuo de los indicadores económicos y operativos del sistema, para garantizar que la rentabilidad proyectada se mantenga a lo largo del tiempo y que el sistema siga siendo eficiente en términos de ahorro energético.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Apaza Coaquira, J. O. y Puma Chipana, C. P. (No. 29 del No. 10, 2015). Diseños y cálculos de sistemas de bombes solar. Consíguelo en <http://repositorio.uancv.edu.pe/>: <http://repositorio.uancv.edu>. Polietileno / mango / UANCV / 433

Auto con energía solar. (5 de enero de 2017). Controlador de cargas. Consíguelo en <https://autosolar.pe/controladores-de-carga>

Campo técnico. (S.f.). Reguladores de cargas. De <http://www.areatecnologia.com/electricidad/regulador-de-carga-solar.html>

Click Renovables. (24 de Agosto de 2015). Cómo calcular instalaciones solares fotovoltaicas en 5 pasos. Consíguelo en [clickrenovables.com](http://clickrenovables.com): <https://clickrenovables.com/blog/como-calcular-una-instalacion-solar-fotovoltaica-en-5-paso/>

El principio de funcionamiento de una bombas centrifugas. (5 de enero de 2018). Obtenidos de <http://como-functions.co/una-bomba-centrifuga/>

Damia Solar. (2014, 14 de diciembre). Elija inversor de onda pura o modificadas. Obtenidos de [https://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articles-about-solar-energy-and-its-components/choose-a-pure-wave-inverter-or-modified-wave\\_1](https://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articles-about-solar-energy-and-its-components/choose-a-pure-wave-inverter-or-modified-wave_1)

De La Cruz, E. (s.f.). Factor que afectan las eficiencias de los módulos solares. Obtenido de <https://globalsolare.com/2018/03/01/factors-that-influence-on-the-efficiency-of-the-solar-module-2-2-2-2/>

Delta voltio. (2018). Paneles solares, tipos y eficiencia. Obtenidos del tipo de panel fotovoltaico: <https://deltavolt.pe/energia-renovable/energia-solar/paneles-solares>



Dirección General de Industria, Energía y Minerales de las Comunidades de Madrid (6 de octubre de 2012). Energías solares. De Energy Travel: <https://www.fenercom.com/pdf/aula/recorrido-de-la-energia-energia-solar.pdf>

Energía solar. (8 de junio de 2017). Bateria solar. Obtenidos de <https://solar-energias.net/definicion/bateria.html>

ERP agrícola. (3 de noviembre de 2016). Tipo de riegos y su ventaja: ¿cuál es el adecuado? De <http://sistemaagricola.com.mx/blog/tipos-de-riego-en-la-Agricultura-y-otros/>

Solar Fdelao. (SF). Proyecto de bombeo mediante energías fotovoltaicas-ITACA. Llegar desde

Kanon. (2010, 5 de enero). Efectos fotovoltaicos y sus aplicaciones. Obtenido de <http://solarfotovoltaica.galeon.com/ARCHIVO/efecto.htm>

Guevara Vásquez, S. (s.f. de s.f. de 2003). Estima las radiaciones solares. Obtenidos de UNATSABAR-CEPIS / OPS: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cosude/xxii.Pdf>

Jara Ramos, J. y Ramos Carbajal, J. (2016). Utilizar energía fotovoltaica para diseñar y construir prototipos automatizados de sistemas de bombeo para riego, ganadería y consumos humanos. U.N. Plateau, Puno, Puno. ¿Recuperado el 5 de noviembre de 2018 de [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/6784/Jara\\_Ramos\\_Johnny\\_Ramos\\_Carbajal\\_Jhon\\_Smith.pdf?Sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/6784/Jara_Ramos_Johnny_Ramos_Carbajal_Jhon_Smith.pdf?Sequence=1&isAllowed=y)

Lara Yevenes, F. A. (2007). Diseñar un sistema de riegos utilizando energía solar a través de paneles fotovoltaicos. Tesis, Universidad del Sur de Chile,



Valdivia. Recuperado el 5 de noviembre de 2018 de

<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2007/bmfci1318d/doc/bmfci1318d.pdf>

Mario Allej. (2005). Efectos fotovoltaicos y su aplicación. Obtenidos de

[galeon.com: http://mariocayupel.blogspot.com/](http://mariocayupel.blogspot.com/)

Navarra (s.f. de s.f. de S.F.). Meteorologías y Climatologías en Navarra. Obtenido

de radiación solar: [http://meteo.navarra.es/definiciones/radiacion\\_solar.cfm](http://meteo.navarra.es/definiciones/radiacion_solar.cfm)

cfm

Navarro Martínez, M. Á. (S.f. de s.f. de s.f.). El método y análisis comparativos de las prefabricaciones indirectas con termosifón de equipos de energía solar.

Tomado de la definición: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/4830/fichero/Definiciones.pdf>

Novarec. (s.f.). El aspersor proviene de Agricultural News:

<http://www.novagric.com/es/riego/materiales-de-riego/aspersores-de-riego>

Energía renovable verde. (15 de marzo de 2018). Qué es un inversor de corriente

y para qué sirve. Obtenido de <https://www.renovablesverdes.com/inversor-corriente/>

Laboratorio Nacional Sandia. (10 de mayo de 2001). Lineamientos para el

desarrollo de proyectos de bombes de energías fotovoltaicas. Obtenido

de la electricidad: <https://www.itacanet.org/esp/electricidad/Guia>

[Bombeo\\_Agua\\_Energia\\_Fotovoltaica\\_Vol1\\_Libro\\_de\\_consulta.pdf](https://www.itacanet.org/esp/electricidad/Guia/Bombeo_Agua_Energia_Fotovoltaica_Vol1_Libro_de_consulta.pdf)

Scheller, S. (26 de septiembre de 2017). Gráfico de irradiancia solar. Del blog

HDmeteo: [HTTPS: // Es tan grande.WordPress.com/2017/09/26/bad-horse-ma-de-la-ir-radiancia-solar/](https://es.tangrande.wordpress.com/2017/09/26/bad-horse-ma-de-la-ir-radiancia-solar/)



Sol de tecnología. (16 de septiembre de 2009). ¿Cuál es el factor de forma o el factor de relleno? De <http://blog.technosun.com/que-es-el-factor-de-forma-o-fill-factor/>

Vargas, J. P. y Navia, G. (25 de junio de 2015). Utilice LABVIEW® y ARDUINO para desarrollar un sistema de control para la capturar en tiempo real y la medición experimental de las eficiencias del sistema fotovoltaico y la curva característica de I-v. Obtenido de [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2518-44312015000100006](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2518-44312015000100006)

Wikipedia. (27 de julio de 2017). Radiómetro total. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Piran%C3%B3metro>

Wikipedia. (22 de abril de 2018). PN conjunta. Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Uni%C3%B3n\\_PN](https://es.wikipedia.org/wiki/Uni%C3%B3n_PN)

Zela Huarachi, M. (05 de 07 de 2016). Punto de blog. Obtenido de <http://caminaca.blogspot.com/2016/07/historia-de-caminaca.html>

Zela Huarachi, M. (5 de julio de 2016). La historia de Caminaca. Obtenido de <http://caminaca.blogspot.com/2016/07/historia-de-caminaca.html>



# ANEXOS



### MATRIZ DE CONSISTENCIA:

## Título: DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA RIEGO POR GOTEO DE CULTIVO DE AJO EN EL SECTOR SAN LUIS DEL DISTRITO DE ASILLO, PUNO AÑO 2024

PROBLEMÁTICA	PROBLEMAS	OBJETIVOS	JUSTIFICACIÓN	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DISEÑO METODOLÓGICO
<p>A pesar de la importancia del sol en los procesos energéticos, el uso directo de la energía solar ha sido un problema difícil de resolver y que ha llevado a muchos científicos e ingenieros a desarrollar sistemas de aprovechar la energía solar al máximo. Las dificultades cuando se trabaja con el uso directo de la energía solar se deben principalmente a que es de naturaleza intermitente, y la energía se produce en forma difusa y no concentrada. La energía solar es una fuente renovable no se necesita transportar por medio de recipientes, no hay que dirigirla de un lugar a otro mediante líneas de transmisión o tuberías, más bien está disponible en cualquier lugar de la tierra en donde brilla el sol, una característica importante de la energía solar es que podemos llamarle "limpia" debido a que no causa contaminación al medio ambiente, su impacto ambiental adverso es mínimo y no produce residuos ni desechos industriales. (1)</p> <p>Como teoría fundamental se sabe que la energía proporcionada del sol a los paneles fotovoltaicos, dependerá del estado climático, tomando en cuenta el día y la noche, las estaciones del año, días nublados y soleados, también la ubicación de la zona del proyecto todo esto hace que los cálculos y la instalación sean diferentes en distintos lugares, esto para poder aprovechar el 100% de la eficiencia de un sistema.</p>	<p><b>PROBLEMA GENERAL:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿De qué manera se puede diseñar de un sistema fotovoltaico para riego por goteo de cultivo de ajo en el sector san Luis del distrito de asillo?</li> </ul> <p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS:</b></p> <p><b>P.E.1:</b> ¿Cómo se puede determinar la demanda la potencia de bombeo de agua para riego por goteo de cultivo de ajo en el sector san Luis?</p> <p><b>P.E.2:</b> ¿Qué método se debe utilizar para calcular el nivel de irradiación solar para el suministro de energía mediante un sistema fotovoltaico y bombeo para el riego en el sector san Luis?</p> <p><b>P.E.3:</b> ¿A cuánto asciende el costo para la implementación de un sistema fotovoltaico utilizable para el riego por goteo en el sector San Luis?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseñar de un sistema de riego por goteo de cultivo de ajo en el sector san Luis del distrito de asillo?</li> </ul> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b></p> <p><b>OE1:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar la potencia de bombeo de agua para riego por goteo de cultivo de ajo en el sector san Luis.</li> </ul> <p><b>OE2:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensionar los componentes del sistema fotovoltaico y sistema de bombeo para riego de cultivo de ajo.</li> </ul> <p><b>OE3:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar el costo económico de la implementación de un sistema fotovoltaico para riego por goteo con agua subsuelo en el sector san Luis.</li> </ul>	<p>El proyecto de diseño de un sistema fotovoltaico para riego con agua subterránea en el distrito de asillo provincia de Azángaro – Puno, es necesario para lograr una mayor producción de los cultivos y así elevar el nivel de vida de los lugareños. Que mejor si se emplea un método utilizando una fuente de energía renovable sin causar efectos al medio ambiente.</p> <p><b>JUSTIFICACIÓN TÉCNICA:</b> Esta tesis de diseño y cálculo de un sistema de riego fotovoltaico se ve justificado por que los costos de energía eléctrica serán nulos debido a la utilización de paneles solares. Una de las alternativas más atractivas, corresponde a la implementación de bombas sumergibles los cuales tendrán la función de bombear agua a un reservorio, estos tipos de bombas tienen la capacidad de trabajar directamente con corriente continua sin perder su eficiencia, esto es posible si se realiza el diseño y cálculo correcto.</p>	<p><b>INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN:</b> El piranómetro (también llamado solarímetro y actinómetro) es un instrumento meteorológico utilizado para medir de manera muy precisa la radiación solar incidente sobre la superficie de la Tierra. Se trata de un sensor diseñado para medir la densidad del flujo de radiación solar (kilovatios por metro cuadrado) en un campo de 180 grados.</p> <p><b>IRRADIANCIA:</b> Densidad de potencia de la radiación incidente sobre una superficie, es decir, el cociente entre el flujo radiante incidente sobre la superficie y el área de esa superficie, o la velocidad a la que la energía radiante incide sobre una superficie por unidad de área de esa superficie, en W/m<sup>2</sup>. (13)</p> <p><b>INSOLACIÓN:</b> A la Insolación se le conoce como a la Acumulación de Energía promedio durante un período de Tiempo (día, mes, anual, estacional). Es la misma irradiancia, pero considerando un tiempo promedio de permanencia sobre una superficie. (5)</p> <p><b>SISTEMA FOTOVOLTAICO:</b> un sistema fotovoltaico está compuesto principalmente por un panel solar, seguido de un inversor esto depende de la corriente de trabajo; en este caso particular de riego se acciona una bomba de agua para posteriormente guardar este líquido en un reservorio para su posterior utilización.</p>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL:</b></p> <p><b>H.G:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El diseñar de un sistema fotovoltaico para riego por goteo de cultivo de ajo en el sector san Luis.</li> </ul> <p><b>HIPÓTESIS ESPECIFICAS:</b></p> <p><b>H.E.1:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si se termina entonces se podrá determinar las dimensiones del sistema fotovoltaico y bombeo en el sector san Luis.</li> </ul> <p><b>H.E.2:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En el sector San Luis El nivel de radiación solar es suficiente para utilizar agua subsuelo para riego por goteo a través de un sistema fotovoltaico adecuado.</li> </ul> <p><b>H.E.3:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El uso de energía fotovoltaica reemplazará el suministro de energía convencional y promoverá el desarrollo económico y social local en el sector san Luis</li> </ul>	<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de un sistema fotovoltaico</li> </ul> <p><b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• para riego por goteo De cultivo de ajo</li> </ul>	<p>El tipo de investigación es analítico - cuantitativo, es analítico porque algunas variables necesitan ser analizados de forma muy particular, y cuantitativo porque es necesario tener un registro de datos de radiación solar para poder realizar cálculos y así poder determinar ciertos componentes.</p> <p><b>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS</b> La fase inicial de esta tesis es netamente exploratoria, realizando un bosquejo de fuentes como pueden ser: tesis, revistas, libros y páginas web; todo esto relacionado con la búsqueda de antecedentes similares al tema. En un primer momento se recolecta toda la información de todas las fuentes posibles con la finalidad de ganar conocimientos relacionados al tema y de esa manera poder determinar los problemas; todo esto nos ayudara a buscar soluciones</p>

FUENTE: Elaboración propia



### ANEXOS

#### 1) Registro de radiación solar año 2024

NIVEL DE RADIACIÓN SOLAR PROMEDIO EN EL DISTRITO DE ASILLO													
DURANTE EL AÑO 2020 (kWh/m <sup>2</sup> /día)													
HORAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	AÑO
(00 - 01)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
(01 - 02)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
(02 - 03)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
(03 - 04)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
(04 - 05)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
(05 - 06)	0.01	0.02	0.03	1.26	0.02	0.03	0.02	0.02	0.07	0.42	0.02	0.02	0.2
(06 - 07)	1.36	1.29	1.55	2.06	1.90	2.12	1.79	2.12	3.25	3.75	3.15	2.30	2.2
(07 - 08)	7.19	6.95	7.15	7.65	7.90	8.16	7.04	7.97	8.94	8.98	9.25	6.95	7.8
(08 - 09)	10.15	11.45	12.57	12.12	11.26	11.86	11.03	12.64	13.24	14.13	12.46	11.45	12.0
(09 - 10)	12.46	13.15	13.85	13.05	13.93	13.96	14.33	16.01	17.35	18.16	16.15	13.15	14.6
(10 - 11)	13.15	14.13	15.90	16.01	16.09	16.54	16.25	18.24	18.85	20.67	17.21	14.13	16.4
(11 - 12)	16.25	16.33	17.35	17.26	17.99	17.52	17.24	17.90	20.15	20.90	20.25	17.21	18.0
(12 - 13)	14.57	15.11	16.86	16.02	15.25	15.43	16.43	17.55	16.99	20.12	19.55	16.97	16.7
(13 - 14)	12.05	13.65	13.46	12.46	12.59	12.87	13.19	14.65	17.56	16.15	15.15	13.65	14.0
(14 - 15)	9.05	9.25	11.12	8.05	9.25	9.08	9.23	9.99	12.49	11.28	12.22	10.25	10.1
(15 - 16)	5.21	6.12	8.46	6.15	5.41	5.83	6.73	8.07	9.33	7.37	9.85	7.12	7.1
(16 - 17)	3.22	3.18	3.46	3.25	3.98	1.80	2.30	3.84	5.87	4.44	5.85	3.18	3.7
(17 - 18)	0.08	0.25	0.14	0.09	0.69	0.06	0.04	0.36	0.87	0.83	0.78	0.42	0.4
(18 - 19)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.03	0.00	0.00	0.0
(19 - 20)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
(20 - 21)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
(21 - 22)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
(22 - 23)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
(23 - 24)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>PROMEDIO</b>	<b>4.36</b>	<b>4.62</b>	<b>5.08</b>	<b>4.81</b>	<b>4.84</b>	<b>4.80</b>	<b>4.82</b>	<b>5.39</b>	<b>6.04</b>	<b>6.13</b>	<b>5.91</b>	<b>4.87</b>	<b>5.1</b>

Fuente: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=radiacion>



**UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS PURAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**  
**FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**  
**JUICIO DE EXPERTOS**

**I. REFERENCIAS:**

- a. Experto/Nombres : RAMIRO ARTURO RODRIGUEZ SARAVIA
- b. Especialidad : Ing. Mecánico electricista
- c. Cargo Actual : DOCENTE I.S.T.P. UNITEK
- d. Grado académico : Magister

**II. TITULO DE MI TESIS:** DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA RIEGO POR GOTEO DE CULTIVO DE AJO EN EL SECTOR SAN LUIS DEL DISTRITO DE ASILLO, PUNO AÑO 2024

**III. AUTOR DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN:** ALAN GONZALO JARA MENDOZA

**IV. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

(1 = Deficiente; 2 = Regular; 3 = Buena; 4 = Muy buena; 5 = Excelente)

INDICADORES	CRITERIOS	DEFICIENTE	REGULAR	BUENA	MUY BUENA	EXCELENTE
1. Claridad	Está redactado con lenguaje apropiado					X
2. Objetividad	Está expresado en capacidades observables					X
3. Actualidad	Está adecuado al avance de la ciencia					X
4. Organización	Existe una organización lógica de los ítems y las variables				X	
5. Suficiencia	Valora las dimensiones en cantidad y calidad suficientes					X
6. Intencionalidad	Esta adecuada para cumplir los objetivos de la investigación					X
7. Consistencia	Está basado en aspectos teóricos y científicos					X
8. Coherencia	Entre las dimensiones, indicadores e ítems				X	
9. Metodología	Responde al propósito de la investigación					X
10. Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación					X

Coefficiente de valoración porcentual.  $C = \text{Total}/50$

**V. OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES**

.....

**VI. RESOLUCIÓN DEL EXPERTO**

Aprobado (C>75%=0.75)

Desaprobado (C<75%=0.75)

LUGAR Y FECHA: Juliaca, 29 de octubre del 2024

**Bach. ALAN GONZALO JARA MENDOZA**



Ramiro Arturo Rodríguez Saravia  
INGENIERO ESPECIALISTA

CIP. N° 126138

**FIRMA DEL EXPERTO**

**DNI: 01214015**



**UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS PURAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**  
**FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**  
**JUICIO DE EXPERTOS**

**I. REFERENCIAS:**

- a. Experto/Nombres : CARLOS FROILAN QUINTO VALENCIA
- b. Especialidad : Ing. Mecánico electricista
- c. Cargo Actual : DOCENTE UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
- d. Grado académico : Magister

**II. TITULO DE MI TESIS:** DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA RIEGO POR GOTEO DE CULTIVO DE AJO EN EL SECTOR SAN LUIS DEL DISTRITO DE ASILLO, PUNO AÑO 2024

**III. AUTOR DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN:** ALAN GONZALO JARA MENDOZA

**IV. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

(1 = Deficiente; 2 = Regular; 3 = Buena; 4 = Muy buena; 5 = Excelente)

INDICADORES	CRITERIOS	DEFICIENTE	REGULAR	BUENA	MUY BUENA	EXCELENTE
1. Claridad	Está redactado con lenguaje apropiado					X
2. Objetividad	Está expresado en capacidades observables					X
3. Actualidad	Está adecuado al avance de la ciencia					X
4. Organización	Existe una organización lógica de los ítems y las variables				X	
5. Suficiencia	Valora las dimensiones en cantidad y calidad suficientes					X
6. Intencionalidad	Esta adecuada para cumplir los objetivos de la investigación					X
7. Consistencia	Está basado en aspectos teóricos y científicos					X
8. Coherencia	Entre las dimensiones, indicadores e ítems				X	
9. Metodología	Responde al propósito de la investigación					X
10. Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación					X

**Coefficiente de valoración porcentual. C = Total/50**

**V. OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES**

.....

**VI. RESOLUCIÓN DEL EXPERTO**

Aprobado (C>75%=0.75)

Desaprobado (C<75%=0.75)

**LUGAR Y FECHA:** Juliaca, 29 de octubre del 2024

**Bach. ALAN GONZALO JARA MENDOZA**



Carlos Froilan Quinto Valencia  
ING. MECANICO ELECTRICISTA  
CIP. 270763

**FIRMA DEL EXPERTO**  
DNI:44437577



## INSTRUMENTO

### EVALUACIÓN TÉCNICA DEL DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

---

#### 1. VIABILIDAD TÉCNICA DEL DISEÑO

- Adecuado al contexto rural: El sistema está diseñado considerando condiciones geográficas y climáticas de alta montaña (3,900 msnm), lo cual justifica el uso de energía solar.
- Uso de recursos disponibles: La elección de una bomba sumergible y paneles fotovoltaicos responde a la carencia de energía eléctrica convencional en la zona.
- Simplicidad y funcionalidad: El sistema no depende de baterías ni convertidores complejos, lo cual reduce costos de mantenimiento y fallas técnicas.

#### 2. PRECISIÓN EN CÁLCULOS Y DIMENSIONAMIENTO

- Demanda hídrica bien estimada: Se calculó con base en la evapotranspiración del cultivo de ajo y un área de 7,500 m<sup>2</sup>.
- Cálculo del caudal de bombeo: Se obtuvo una demanda diaria de 35.29 m<sup>3</sup>/día y un caudal de 7,085 l/h en base a 5 horas solares pico (HSP).
- Altura manométrica total: Correctamente estimada en 50.15 m considerando elevación geométrica, presión en emisores y pérdidas por fricción.
- Uso adecuado de fórmulas hidráulicas y eléctricas: Se emplearon ecuaciones de Darcy-Weisbach, Swamee-Jain y Reynolds, lo cual demuestra rigurosidad ingenieril.
- Cantidad de paneles correctamente dimensionada: Se propone una bomba de 1500 W alimentada por 4 paneles solares, lo cual es técnicamente consistente con el requerimiento energético.

#### 3. SELECCIÓN DE COMPONENTES

- Paneles solares: La propuesta considera paneles de alta eficiencia con irradiación media de 4.824 kWh/m<sup>2</sup>/día.
- Bomba sumergible de corriente continua: Seleccionada por su alta eficiencia y compatibilidad directa con energía solar.
- Sistema de riego por goteo: Adecuado para el cultivo de ajo y el ahorro de agua.
- Reservorio elevado: Diseño de 8 m de altura que permite distribución por gravedad, optimizando el sistema.

#### 4. CONSIDERACIONES ECONÓMICAS Y MANTENIMIENTO

- Cálculo de costos iniciales: Incluye estimación del sistema de riego, bomba, paneles y reservorio.



- Evaluación de indicadores económicos: Se aplicaron herramientas como VAN y TIR para validar la rentabilidad del sistema.
- Mantenimiento básico: El sistema propuesto requiere bajo mantenimiento y posee buena durabilidad en campo.

## 5. OBSERVACIONES TÉCNICAS SUGERIDAS

- Se sugiere reforzar la justificación técnica del número de paneles mediante simulaciones en software especializado como PVSyst o Helioscope.
- Incluir una propuesta de sistema de filtrado para prevenir obstrucción en los goteros.
- Proyectar escenarios de operación en condiciones de nubosidad crítica o baja irradiación estacional.

## CONCLUSIÓN DE LA EVALUACIÓN

- El diseño técnico del sistema fotovoltaico para riego por goteo es técnicamente viable, correctamente dimensionado y contextualizado a las condiciones geográficas del distrito de Asillo. Se fundamenta en principios de ingeniería eléctrica e hidráulica sólidos, propone una solución sostenible y presenta un equilibrio adecuado entre eficiencia, simplicidad y costo.



2) Ficha técnica del panel solar "SCL":

## Panel 320W



100%  
SOLA

MONOCRISTALINO

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Nuestros Paneles Solares son elaborados con alta eficiencia. Ofrecemos un amplio rango en equipos de producción automatizados y celdas fotovoltaicas reconocidas a nivel mundial por su Potencias de paneles solares que van desde 5Wp hasta 400Wp, para aplicaciones en sistemas desconectados y conectados de la red, sistemas de telecomunicación, sistemas de monitoreo de información y otros equipos industriales, sistemas de bombeo de agua y lámparas solares.

### ESPECIFICACIONES

TAMAÑO:

165.8 x 100.2 x 3.5 CM

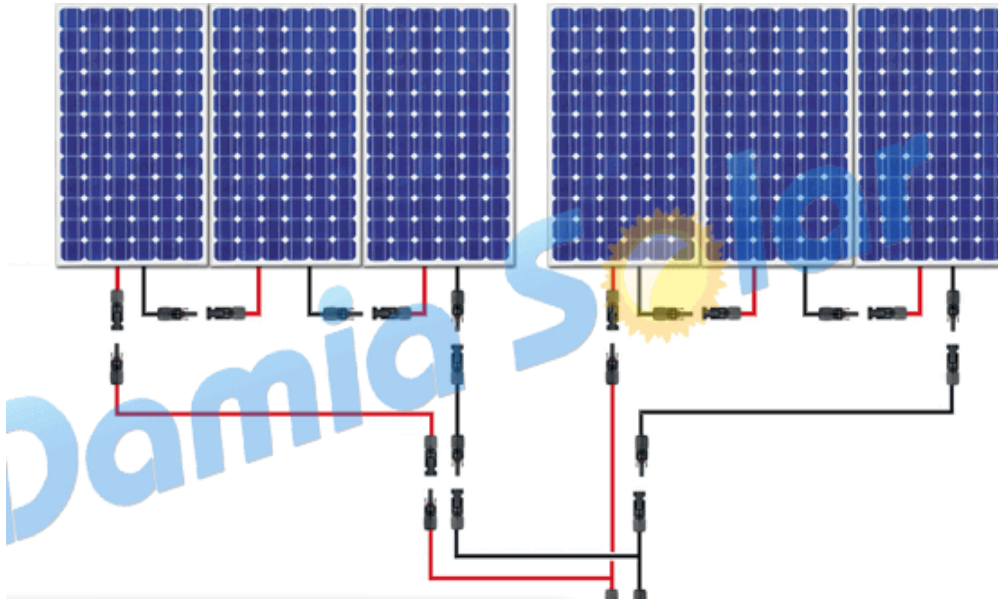


### **Panel solar**

- - Maxima eficiencia energética
- Puede utilizarse como fuente de Energía
- Adaptación automática a baterías inferiores a 18 v
- Control electrónico
- Registrador de datos de temperatura en caso de Corte de corriente

POTENCIA:	320 W
VOLTIOS:	35V
<hr/>	
CORRIENTE MÁXIMA:	9.75 A
VOLTAJE CIRCUITO ABIERTO:	40.23 V
CORRIENTE CORTOCIRCUITO:	10.27 A
EFICIENCIA DE LA CELDA:	21.17
EFICIENCIA DEL MÓDULO:	19.26
RANGO TEMPERATURA:	-40C A 85C
MARCO:	ALUMINIO ANODIZADO
PESO:	18.6 K

3) panel solar conexión en serie:





## 7) Accesorios de instalación:

**BOMBA DE AGUA SUMERGIBLE**



**TUBERIAS Y ACCESORIOS DE BOMBEO**



**PANELES SOLARES**

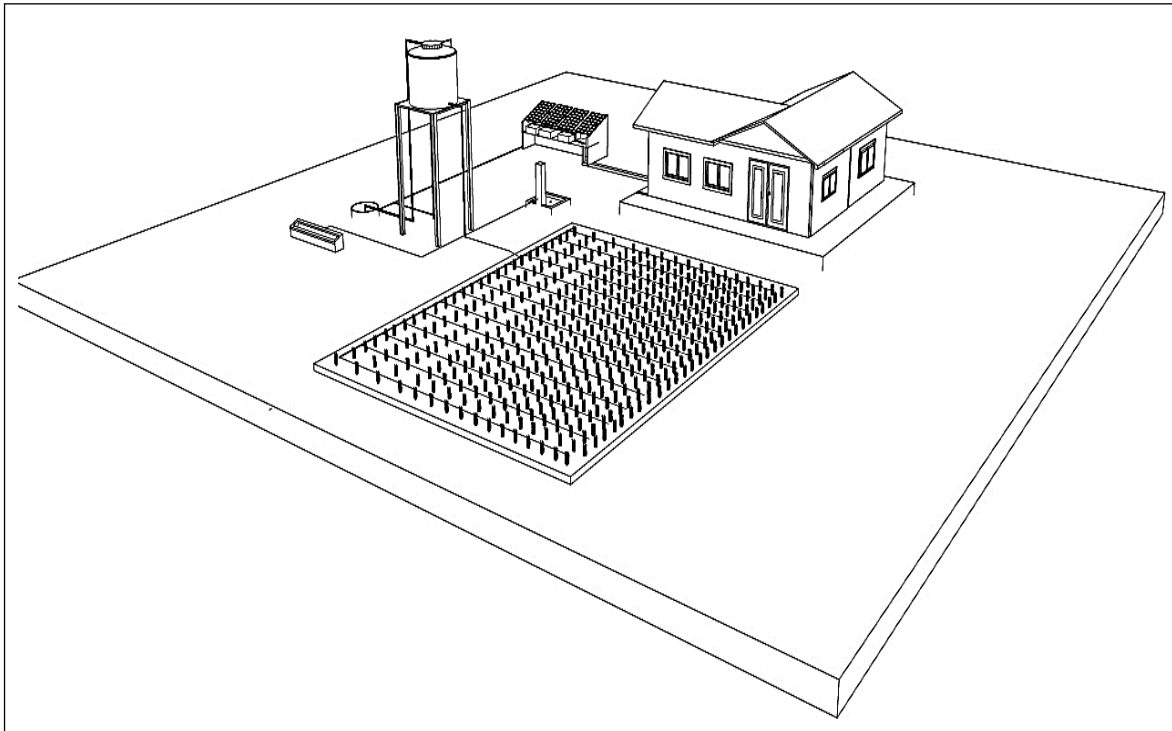


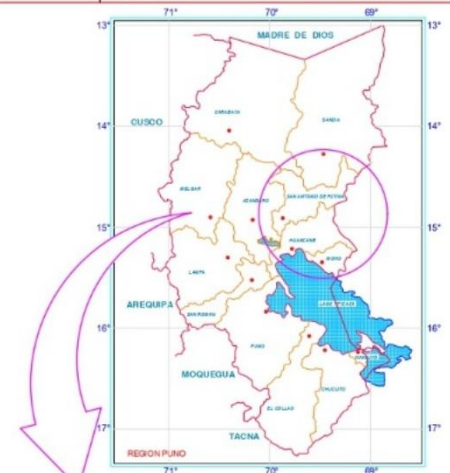
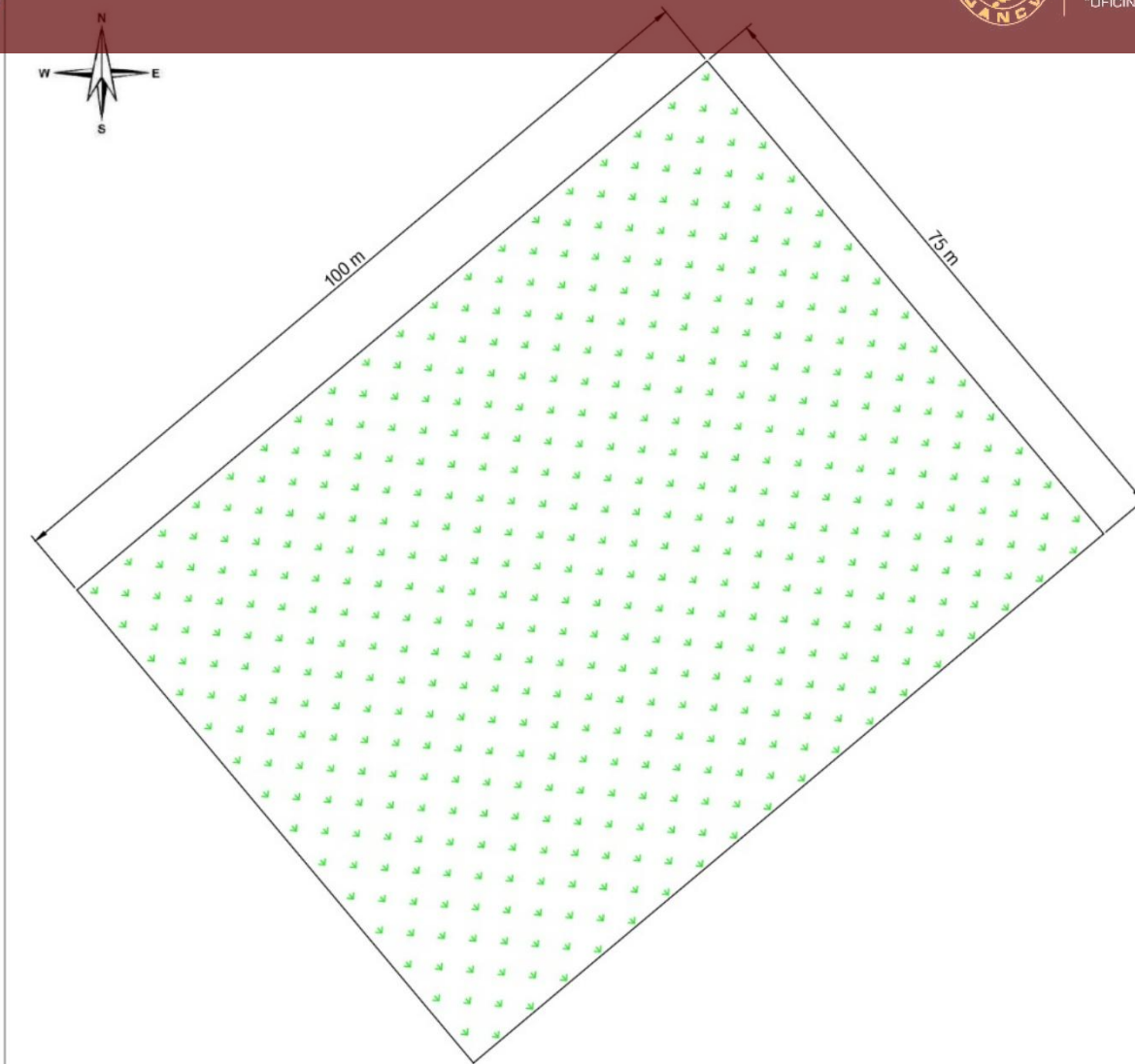
**FILTRO DE AGUA**





9) Esquema ilustrativo de la zona de riego:





### PROPIEDAD DE LA EMPRESA

AREA	750m <sup>2</sup>
PERIMETRO	300m <sup>3</sup>

### AREA DEL TERRENO

ESCALA: 1:600

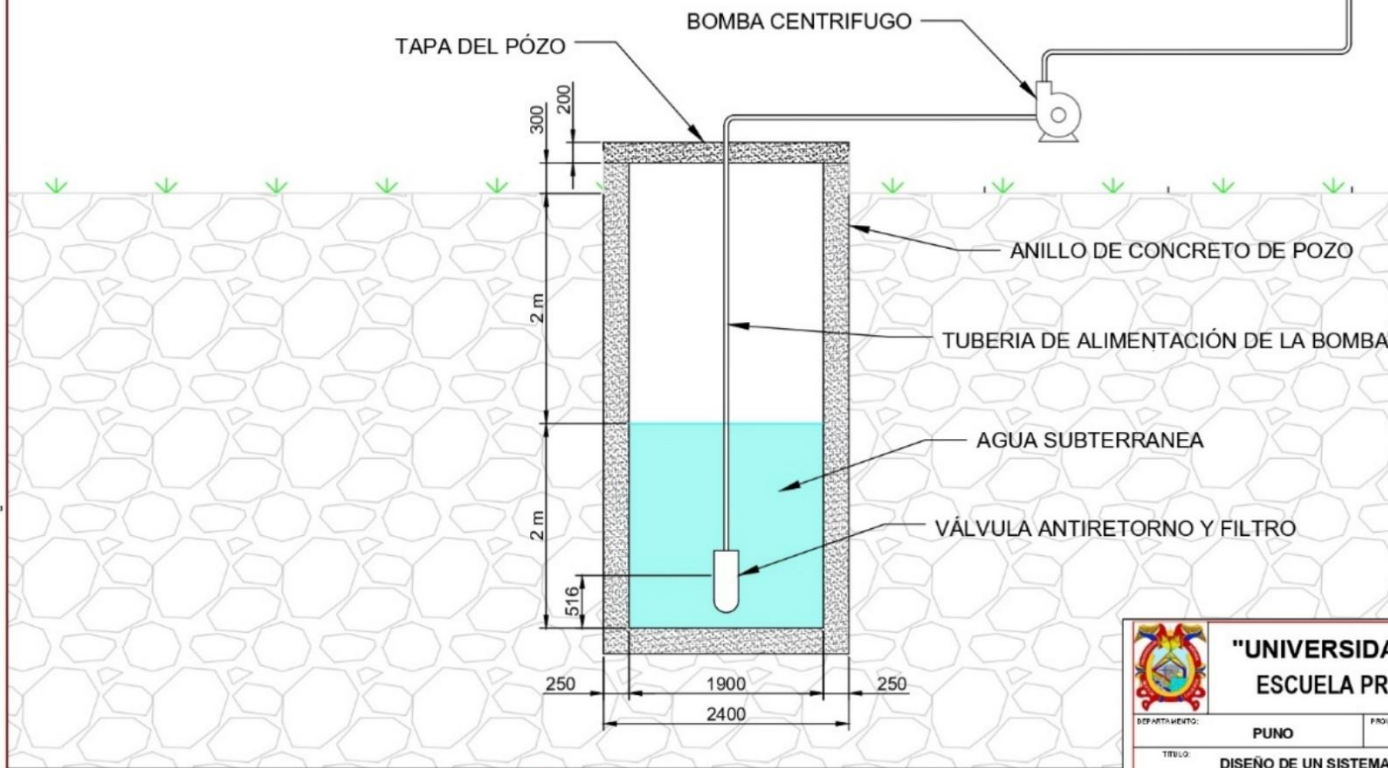


### "UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELAZQUES"

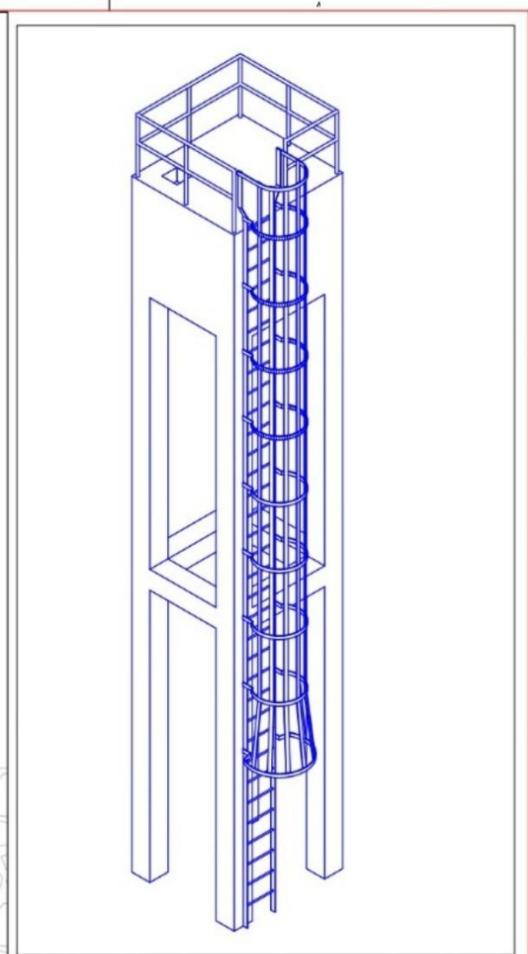
#### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECÁNICA ELÉCTRICA



DEPARTAMENTO:	PUNO	PROVINCIA:	AZANGARO	DISTRITO:	ASILLO	SECTOR:	SAN LUIS
TITULO:	DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA RIEGO POR GOTEJO DE CULTIVO DE AJO EN EL SECTOR SAN LUIS						
DESCRIPCION:	AREA DEL TERRENO						
TECNETA:	ALAN GONZALO JARA MENDOZA						
PLANO N°:	UANCV-EPIME-TQ-001						Rev. 00



CORTE DE POZO DE AGUA



TANQUE DE ALMACENAMIENTO

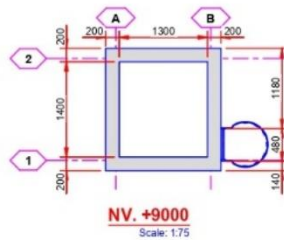
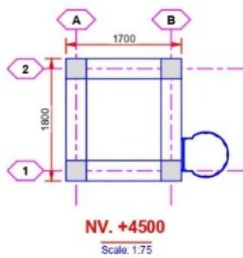
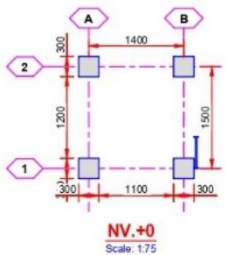
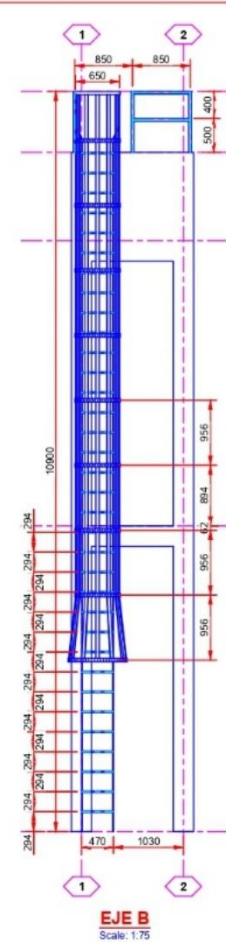
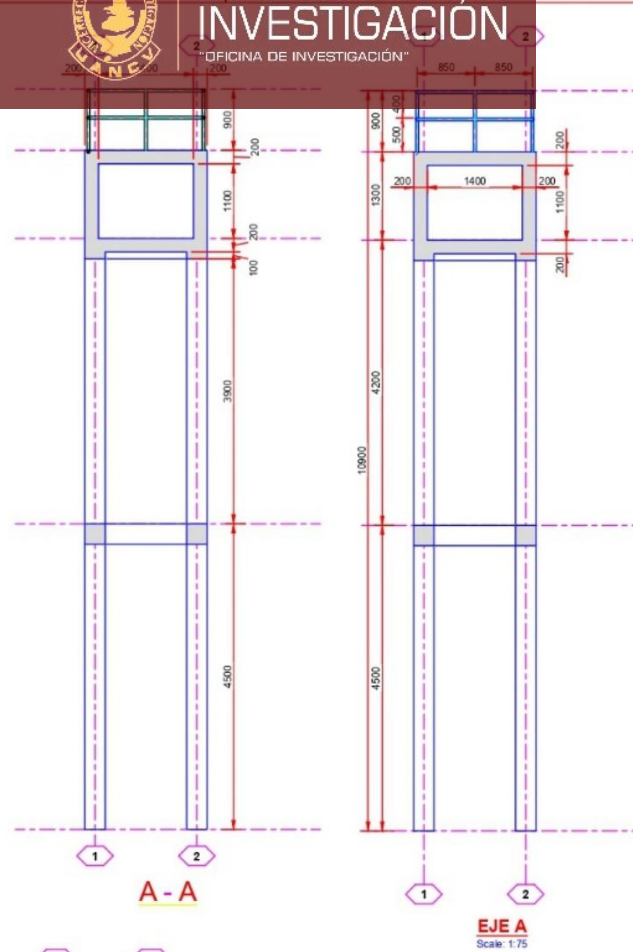
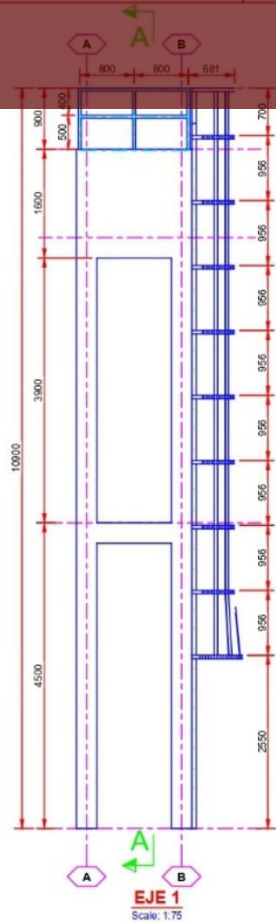
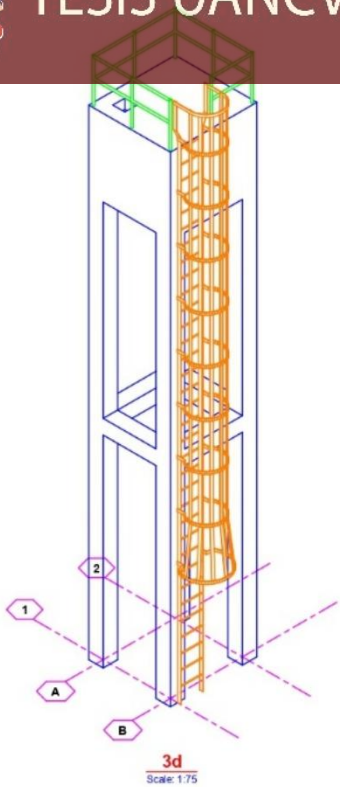
ESCALA: 1:75



**"UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELAZQUES"**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECÁNICA ELÉCTRICA**



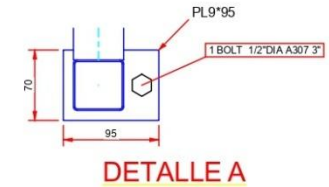
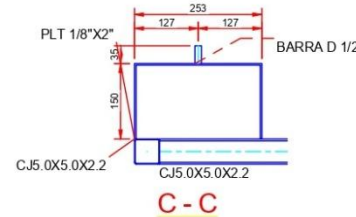
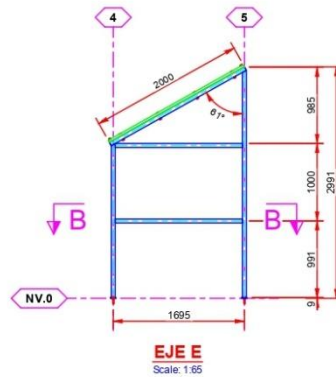
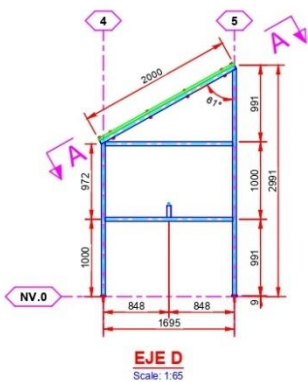
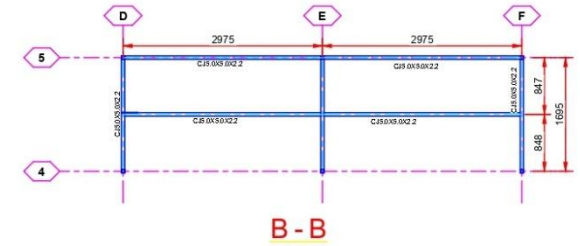
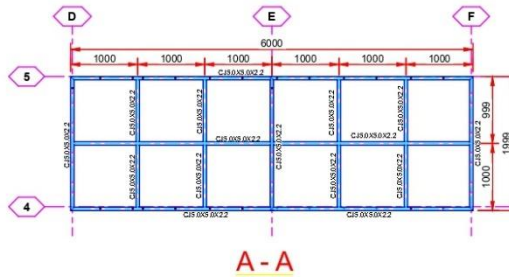
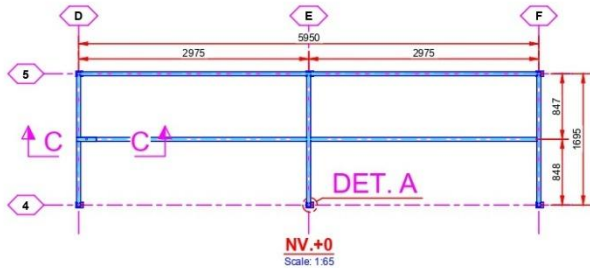
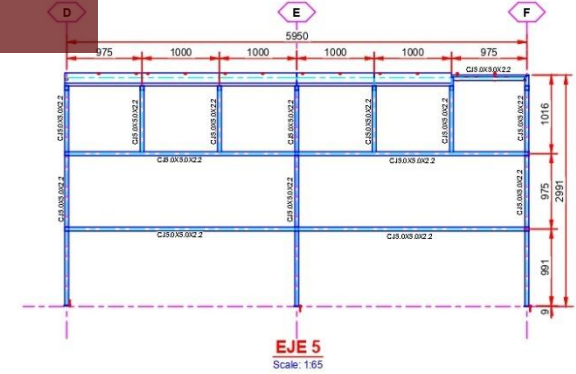
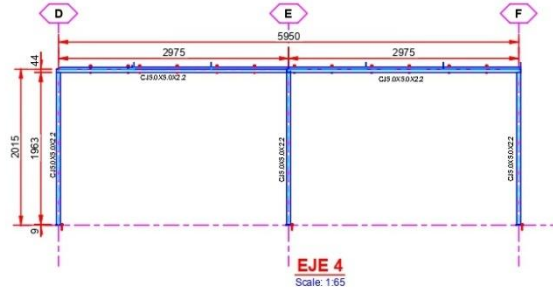
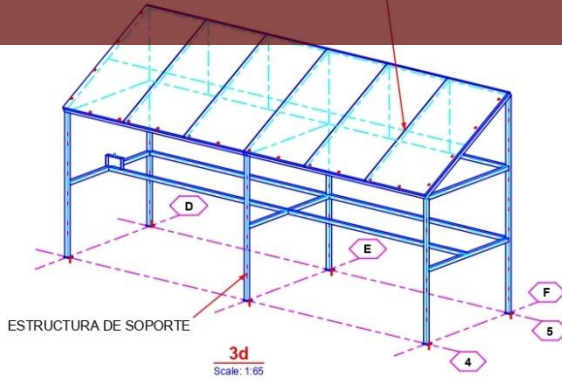
DEPARTAMENTO:	PUNO	PROVINCIA:	AZANGARO	DISTRICTO:	ASILLO	SECTOR:	SAN LUIS
TÍTULO:	DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA RIEGO POR GOTEJO DE CULTIVO DE AJO EN EL SECTOR SAN LUIS						
DESCRIPCIÓN:	CORTE DE POZO DE AGUA						
TÍTULO:	ALAN GONZALO JARA MENDOZA						
IDENTIFICACIÓN:	ANCV-EPIME-TQ-002					REVISIÓN:	Rev. 00
PLANO Nº:							02



**"UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELAZQUES"**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECÁNICA ELÉCTRICA**



DEPARTAMENTO:	PUNO	PROVINCIA:	AZANGARO	DISTRITO:	ASILLO	SECTOR:	SAN LUIS
TITULO:	DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA RIEGO POR GOTEO DE CULTIVO DE AJO EN EL SECTOR SAN LUIS						
DESCRIPCION:	TANQUE DE AGUA						
TESISTA:	ALAN GONZALO JARA MENDOZA						
PLANO Nº:	NCV-EPIME-TQ-003					REVISION:	Rev. 00
							03



"UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELAZQUES"  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECÁNICA ELÉCTRICA



DEPARTAMENTO:	PUNO	PROVINCIA:	AZANGARO	DISTRITO:	ASILLO	SECTOR:	SAN LUIS
TITULO:	ESTRUCTURA SOPORTE DE PANELES SOLARES						
DESCRIPCIÓN:	TANQUE DE AGUA						
TESISTA:	ALAN GONZALO JARA MENDOZA						

NCV-EPIME-TQ-004

REVISIÓN: Rev. 01

PLANO N° 04



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital [X]

Fecha de entrega: 02/06/2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: ALAN GONZALO JARA MENDOZA

Dirección: Jr. Jorge Chávez S/N

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 46826939

Teléfono: 954167134 email: alanjaramendoza@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: Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación [ ] Tesis [X] Trabajo de Suficiencia Profesional [ ] Trabajo Académico [ ]

Título: DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA RIEGO POR GOTEO DE CULTIVO DE AJO EN EL SECTOR SAN LUIS DEL DISTRITO DE ASILLO, PUNO AÑO 2024

Palabras claves, (3 a 5 términos): Diseño, de un sistema fotovoltaico, ingeniería y tecnología eléctrica.

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

1

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, entré 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: INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA ELÉCTRICA – P18



---

Firma de Autor



huella digital

02 de junio del 2025

---

Fecha