1. Título del proyecto

RENDIMIENTO DE CAUDAL DE BOMBEO EN FUNCION DE LA COMFIGURACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO Y RADIACIÓN SOLAR EN PUNO PERÚ

2. Área de Investigación

Área de investigación	Línea de Investigación	Disciplina OCDE
Recursos Naturales y Medio Ambiente	**Recursos Naturales y Medio Ambiente**	**Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales**

3. Duración del proyecto (meses)

12 meses

4. Tipo de proyecto

Individual	●
Multidisciplinario	○
Director de tesis pregrado	○

4. Datos de los integrantes del proyecto

Apellidos y Nombres	**CHOQUECOTA RIVA ALBERTO**
Escuela Profesional	**INGENIERÍA AGRÍCOLA**
Celular	**950-910204**
Correo Electrónico	**achoquecota@unap.edu.pe**

I. Título

RENDIMIENTO DE CAUDAL DE BOMBEO EN FUNCION DE LA COMFIGURACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO Y RADIACIÓN SOLAR EN PUNO PERÚ

II. Resumen del Proyecto

El proyecto de investigación consiste en evaluar el rendimiento de caudal de bombeo de agua subterránea con diferentes configuraciones del sistema solar fotovoltaico y la radiación solar bajo las condiciones ambientales de la región de Puno. Cuyo experimento va estar ubicado en la localidad de Mollojachi del Centro Poblado de Huerta Huaraya del Distrito de Puno, a una altitud de 3845 msnm. La configuración se realizará de tal forma que pueda recolectarse datos horarios de caudales en función de la radiación solar y el ángulo de inclinación del panel solar, rotación del panel solar (seguimiento al sol) y altura de bombeo de agua partir del cabezal de la bomba. Cuyos resultados servirán para diseñar sistemas fotovoltaicos para bombear agua subterránea para ser aprovechados en la instalación de cultivos y abrevadero de ganado. Asimismo, se plantea cumplir con el Objetivo 7 de Desarrollo Sostenible al 2030, donde indica "Garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos".

III. Palabras claves (Keywords)

Sistemas fotovoltaicos, objetivo 7 de Desarrollo Sostenible, riego, Puno.

IV. Justificación del proyecto

La energía es central para casi todos los grandes desafíos y oportunidades a los que hace frente el mundo actualmente. Ya sea para los empleos, la seguridad, el cambio climático, la producción de alimentos o para aumentar los ingresos, el acceso a la energía para todos es esencial. La energía sostenible es una oportunidad, que transforma vidas, economías y el planeta. La iniciativa de energía sostenible para todos, con el fin de asegurar el acceso universal a los servicios de energía modernos, mejorar el rendimiento y aumentar el uso de fuentes renovables.

El Objetivo 7 de Desarrollo Sostenible indica "Garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos", en tal sentido, es crucial para alcanzar mucho de los Objetivos de Desarrollo Sostenible desde la erradicación de la pobreza, a través de avances en la salud, la educación, el abastecimiento de agua y la industrialización, hasta la mitigación del cambio climático.

Por otro lado, en la realidad de la región de Puno, a más de 1200 Km al sur de Lima, capital del Perú se presenta un problema muy álgido y que provoca la pobreza, hambre y miseria en la población del medio rural. El problema radica en la falta de agua en épocas de estiaje entre los meses de mayo a noviembre de cada año, en cuyo periodo no se alcanza ni los 50 mm de precipitación, por ende, la disponibilidad de agua para la agricultura es escasa o nula. Sin embargo, tenemos reservas de agua subterránea, cuya extracción cuesta mucho dinero, porque se utiliza energía convencional de red pública, lo que encarece la producción agrícola en ésta parte del país.

Con este proyecto se pretende demostrar a nivel "piloto" que es posible bombear agua subterránea con energía solar y estaría disponible para la agricultura a menor escala, de tal manera que pueden producir alimentos y mejorar de la calidad de vida de los pobladores indicados. A su vez contribuiría a cumplir con el objetivo 7 de desarrollo sostenible en utilizar energía asequible, fiable, sostenible y moderna.

V. Antecedentes del proyecto

Según Rúa et al. (2020) con respecto a la energía solar indica que "es la fuente renovable más importante disponible en el planeta, su aprovechamiento es de vital importancia para el desarrollo de la sociedad humana y la comprensión de su impacto y alcance a permitido el desarrollo de alternativas amigables con el medio ambiente" p. 14

Un sistema de bombeo de agua fotovoltaico (SPV) consiste en 3 sistemas básicos, el primero comprende el arreglo de paneles solares que captan la radiación y la transforman en energía eléctrica, que a su vez es transferida al segundo sistema, un motor que impulsa una bomba que transforma la energía eléctrica en energía mecánica necesaria para mover el fluido y tercero, el sistema de conducción del líquido hasta su destino final (Freitas Machado et al., 2014, citado por Rúa, 2020)

Realizar un proyecto de instalación de un sistema de bombeo fotovoltaico, como cualquier proyecto, debe tener un esquema general para asegurar el éxito. El primer paso en la planificación es analizar el problema a resolver, haciendo énfasis en las condiciones locales específicas del lugar o zona a beneficiar (Fedrizzi et al., 2000; Narvarte et al., 2018, citado por Rúa, 2020).

De acuerdo con Peralta (2018) realizó trabajo de investigación sobre bombeo solar en la región Arequipa donde indica lo siguiente:

El presente estudio de caso se lleva a cabo en la empresa Majes Tradición S.A.,

ubicado en la irrigación Santa Rosa, anexo el Pedregal (Fundo Viñas del Ocho), Uraca-Castilla, Arequipa, Perú. Esta finca abarca aproximadamente 12 hectáreas de tierra, dedicada exclusivamente al cultivo de diferentes cepas de vid, así como a su posterior destilación en pisco y vino. La fuente de agua natural, un derivado del río Majes, se encuentra a una distancia de 1500 m del depósito principal y 65 metros más abajo. Los viñedos están ubicados en una zona originalmente árida, sin una influencia natural del río o del valle, razón por la cual este viñedo se considera una expansión de la zona agrícola de la región. El transporte de agua al sitio para riego ha demostrado ser todo un desafío para la empresa, debido a la baja calidad y los altos costos de la energía eléctrica. Por lo tanto, este problema afecta la producción de uva, lo que trae consigo costos elevados en los productos de la empresa. Originalmente el bombeo de agua era realizado por motobombas, que consumían combustibles fósiles, contaminantes y caros (diésel). Lo interesante es que esta zona cuenta con una radiación promedio anual de 6.5 a 7 kW·h/m2 [2], lo cual permitiría un aprovechamiento de energía solar de casi 1 kW/m2 . Los sistemas de bombeo necesarios en la viña requieren cerca de 11.2 kW (15 HP) de potencia por lo que sólo se requeriría cerca de 52 m2 de paneles fotovoltaicos para abastecer dicho consumo.

En ese sentido, es posible la aplicación de estos sistemas para sistemas de riego.

Por otro lado, Davalos (2019) desarrollo el diseño de un sistema de bombeo fotovoltaico para riego de una hectárea de yuca en el caserío la Guayaba, distrito de Bellavista, Jaén – Cajamarca, con el siguiente detalle:

Surge la alternativa de utilizar energía solar fotovoltaica para bombeo de agua con fines de riego agrícola. En el documento se muestra la evaluación y caracterización del recurso solar disponible para diferentes ángulos de inclinación con datos obtenidos del aplicativo de la NASA, obteniendo como resultado 3,71 kWh/m2 /día de radiación solar y un ángulo óptimo de 7,5°. También presenta la demanda energética del sistema de bombeo, con una necesidad hídrica de 40 m3 /día se requirió 3117,4 Wh/día de energía hidráulica. La elección de la motobomba se realizó en función al caudal pico y la altura total, seleccionando una motobomba solar de corriente continua modelo PS1800 CSJ8-7. Se seleccionaron 16 paneles fotovoltaicos del tipo LC100-M36, 8 paneles en serie y 2 en paralelo para satisfacer la potencia de generación de 1,72 kW. La evaluación económica resulto con un VAN de $ 15 976,67 y un TIR 9%.

Y por último en la región de Puno Vilca (2021) en su tesis de pregrado, diseña un sistema FV para bombeo de agua en la lolcalidad de Rosaspata, Ayaviri; cuyo resultado manifiesta lo siguiente:

Este estudio contempla el estudio de un sistema de riego por aspersión usando energía renovable, con aspersores móviles que abarca una superficie de trabajo de 2.49 ha, para el cultivo de alfalfa.

Por lo visto hay pocos estudios y pruebas piloto de funcionamiento de éstos sistemas en la región de Puno, por ende, con el presente proyecto de pretender realizar una prueba experimental en campo.

VI. Hipótesis del trabajo

Hipótesis general:

- A mayor intensidad de radiación solar, una configuración adecuada y seguimiento a la rotación del planeta respecto al solar, mayor será el caudal de bombeo del agua subetteránea.

Hipótesis específicas:

- Con un ángulo inclinación entre 40 a 50° del panel solar mayor será el caudal de bombeo en el horario de 12 a 14 horas.
- Con la incorporación de paneles seguidores al sol mayor ser el caudal de bombeo en el horario de 12 a q14 horas.

VII. Objetivo general

- Realizar la instalación de un sistema fotovoltaico para el bombeo de agua subterránea en la localidad de Mollojachi del Distrito de Puno.

VIII. Objetivos específicos

- Evaluar el caudal de bombeo en función del ángulo de inclinación del panel solar en las diferentes horas del día en las condiciones de Puno Perú.
- Evaluar el caudal de bombeo en función de la incorporación del seguidor al panel solar en las diferentes horas del día en las condiciones de Puno Perú.
- Realizar propuesta de la aplicabilidad de la tecnología para su uso en sistemas de riego de cultivos en las condiciones de Puno Perú.

IX. Metodología de investigación

9.1 Lugar de estudio

Localidad de Mollojachi, Centro Poblado de Huerta Huaraya – Distrito de Puno.

9.2 Metodología para lograr los objetivos específicos

9.2.1 Metodología para objetivo específico 1

Configurar el sistema fotovoltaico con paneles de diferentes inclinaciones, los cuales generaran caudales en diferentes horarios del día, a partir de las 06 horas hasta 18 horas en un periodo de 30 días.

9.2.2 Metodología para objetivo específico 2

Configurar el sistema fotovoltaico con seguidores en los paneles, los cuales generaran caudales en diferentes horarios del día, a partir de las 06 horas hasta 18 horas en un periodo de 30 días.

9.2.3 Metodología para objetivo específico 2

Realizar propuesta de la aplicabilidad de la tecnología para su uso en sistemas de riego de cultivos en las condiciones de Puno Perú.

X. Referencias

Dávalos, P.J. (2019) Diseño de un sistema de bombeo fotovoltaico para riego agrícola en el caserío la Guayaba, Distrito de Bellavista, Jaén – Cajamarca. Tesis de pregrado. UNJ - Cajamarca.

Peralta, V. A. (2018) Evaluación técnico-económica de una instalación de bombeo solar fotovoltaico aplicada a la ampliación de la frontera agrícola en zonas aisladas de Arequipa. Tesis de Pregrado UTP-Arequipa.

Rúa, R. E.; Hernández, M. S.; Cely, L.; Granados, C. A.; González, A. M.; Ramírez, A. R.; Aguirre, A.; Mancipe, J.; Rojas, C. (2020) Edwin Torres DíazBombeo Solar Fotovoltaico: Sistema portátil para irrigación de cultivos de árboles frutales. Bogotá - Colombia.

Vilca, Q. J. (2021). Estudio para el bombeo de agua mediante la energía solar fotovoltaica aplicado al riego en el sector ganadero de Rosaspata ubicado en la cuenca Llallimayo. Tesis de pregrado UNA-Puno.

XI. Uso de los resultados y contribuciones del proyecto

Los resultados del presente trabajo servirán como referencia para el diseño de sistemas fotovoltaicos solares para bombear agua subterránea para los sistemas de riego a menor escala o predios familiares.

XII. Impactos esperados

i. Impactos en Ciencia y Tecnología
Aplicación de la tecnología en la disponibilidad del agua para riego o bebida de animales, inclusive para consumo humano.

ii. Impactos económicos
Los impactos económicos serán relevantes en el periodo de vida útil del proyecto.

iii. Impactos sociales
Ayudará a mejorar la calidad de vida de la población rural y de menos recursos económicos.

iv. Impactos ambientales
No genera impactos ambientales negativos, siendo un proyecto amigable con el ambiente y cumple con el objetivo 7 de Desarrollo Sostenible.

XIII. Recursos necesarios

Equipos del SFV:
- Panel solar de 200 watts.
- Bomba solar de ¼ HP.
- Sistema de montaje transportable.

Equipos de medición:
- Multitester para la medición de potencia del panel
- Piranómetro para la medición de la radiación solar
- Equipos para la medición del caudal

Materiales:
- Cables y accesorios

XIV. Localización del proyecto

El proyecto se localiza en:

Distrito : Puno
Provincia : Puno
Región : Puno
País : Perú

XV. Cronograma de actividades

Actividades	Tiempo (meses) 2022											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1. Recopilación de información												
2. Clasificación de información												
3. Análisis de información												
4. Generación de funciones												
5. Discusión												
6. Redacción del informe												

XVI. Presupuesto

Item	Rubro	Unid.	Cant.	Precio Unit. S/.	Sub total (S/.)
1.00	**Equipos SFV**				**2000.00**
1.01	Panel solar de 200 watts	Unidad	1.00	800.00	800.00
1.02	Bomba solar de 1/4 HP	Unidad	1.00	600.00	600.00
1.03	Estructura de montaje	Unidad	1.00	600.00	600.00
2.00	**Equipos de medición**				**1050.00**
2.01	Multitester	Unidad	1.00	300.00	300.00
2.02	Piranómetro	Unidad	1.00	750.00	750.00
3.00	**Servicios**				**2700.00**
3.01	Operador	Global	1.00	2000.00	2000.00
3.02	Transporte y otros servicios	Global	1.00	700.00	700.00
4.00	**Imprevistos**				**500.00**
4.01	Imprevistos varios	Global	1.00	500.00	500.00
Total S/.					**5200.00**