

 ISU CENTRAL TÉCNICO	INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO CENTRAL TÉCNICO CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO	VERSIÓN 3.0 DIRECCIÓN: QUITO – ECUADOR FECHA: 20/04/2018 – ÚLTIMA: 23/05/2023
SUSTANTIVO FORMATO Código: FOR.DOGS1.01	MACROPROCESO: 01 DOCENCIA PROCESO: 03 TITULACIÓN 01 TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR / TITULACIÓN PERFIL Y ESTUDIO DE PERFIL DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR / TITULACIÓN	Página 1 de 18



PERFIL DE TRABAJO DE PROPUESTA TECNOLÓGICA

Quito – Ecuador 2024



PERFIL DE TRABAJO DE PROPUESTA TECNOLÓGICA

CARRERA: ELECTRICIDAD

TEMA:

Diseño e implementación de un sistema de bombeo fotovoltaico portátil para el riego en cultivos de árboles frutales mediante un aspersor.

Elaborado por:

Carlos Orlando Caza Caza

Edison Manuel Caiza Taipe

Tutor:

Ing. Henry Chango

Fecha: 30/05/2024

Índice de contenidos

1. PROBLEMÁTICA.....	5
1.1. Formulación y planteamiento del Problema.....	5
1.2. Objetivos	6
1.2.1 Objetivo general	6
1.2.2 Objetivos específicos.....	6
1.3. Justificación.....	6
1.4. Alcance	7
1.5. Materiales y métodos.....	7
1.5.1. Materiales.....	7
1.5.2. Métodos.....	8
1.6. Marco Teórico	8
1.6.1. Riego Agrícola.....	8
1.6.1.1. Riego de Árboles Frutales.....	9
1.6.2. Energía Fotovoltaica.....	10
1.6.3. Sistemas de Bombeo Fotovoltaico.....	11
2. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS	12
2.1. Recursos humanos	12
2.2. Recursos técnicos y materiales	12
2.3. Viabilidad	13
2.4. Cronograma	14
2.5. Bibliografía	14

Índice de figuras.

Figura 1. Cronograma de Ejecución del Proyecto 14

Índice de tablas

Tabla 1. Materiales y Equipos	8
Tabla 2. Recurso humano para el proyecto.....	12
Tabla 3. Recursos Técnicos y materiales para el proyecto	13

1. PROBLEMÁTICA

1.1. Formulación y planteamiento del Problema

En las zonas rurales destinadas al cultivo de árboles frutales, la disponibilidad de agua para irrigación se encuentra con significativas restricciones, tanto en términos de cantidad como en su distribución eficaz. A menudo, los productores agrícolas recurren a recursos energéticos no renovables, como generadores de combustible, para operar los sistemas de bombeo que proveen el agua requerida para las cosechas. Este procedimiento no solo es económicamente inviable debido a los altos gastos de operación y mantenimiento, sino que también produce un impacto ambiental considerable, originado por las emisiones de carbono y la utilización de recursos energéticos no renovables (Gómez et al., 2020).

La escasez de opciones sostenibles y asequibles ha motivado a numerosos agricultores a optar por el riego manual, un método que, pese a ser sencillo, conlleva múltiples retos. Este procedimiento demanda una significativa inversión de tiempo y esfuerzo físico, lo que restringe su eficacia, particularmente en extensas áreas de cultivo. Además, el riego manual complica la distribución equitativa del agua, lo que podría provocar un riego desequilibrado, beneficiando ciertas zonas mientras que otras se encuentran sub-irrigadas. En consecuencia, los cultivos pueden sufrir de estrés por falta de agua, impactando su crecimiento, productividad y calidad (Martinez & López, 2019).

En la parroquia de Guayllabamba, específicamente en el sector de Jerusalén, el riego de los cultivos frutales se realiza de manera manual, empleando recipientes como baldes para distribuir el agua desde un punto de almacenamiento. Este método resulta ineficiente y tiene efectos negativos significativos: afecta la salud de los árboles al limitar su crecimiento, además de un esfuerzo físico considerable por parte de los agricultores.

Para abordar esta problemática, se propone la implementación de un sistema de bombeo fotovoltaico portátil que funcione con energía solar, que permita el riego a través

de un aspersor. Este sistema ayudará a una mejor distribución del agua, optimizando su uso y reduciendo el desperdicio que se puede tener al llevar mediante recipientes desde el lugar de almacenamiento. Además, eliminaria la dependencia de fuentes de energía no renovables, disminuiría el esfuerzo físico requerido para las tareas de riego y fomentaría prácticas agrícolas más sostenibles y adaptadas al contexto rural.

1.2. Objetivos

1.2.1 *Objetivo general*

Diseñar e implementar un sistema de bombeo fotovoltaico portátil alimentado por energía renovable, para el riego en cultivos de árboles frutales mediante aspersor.

1.2.2 *Objetivos específicos*

Analizar los requerimientos energéticos e hídricos para el riego de cultivos de árboles frutales, considerando variables como caudal, presión y autonomía del sistema.

Diseñar un sistema de bombeo fotovoltaico portátil y adaptable que integre paneles solares, una bomba de agua, controlador de carga, baterías e inversor, orientado al riego de árboles frutales en zonas rurales, considerando las limitaciones del entorno y las necesidades de los cultivos.

Realizar pruebas de funcionamiento del sistema de bombeo fotovoltaico para evaluar el caudal y su autonomía.

1.3. Justificación

La implementación de un sistema de bombeo fotovoltaico portátil para el riego de cultivos de árboles frutales ofrece múltiples beneficios, este reduce significativamente la dependencia de fuentes de energía no renovables y costosas, como la electricidad convencional o los combustibles fósiles. Además, contribuye a disminuir los costos operativos de los agricultores a largo plazo, aliviar el esfuerzo físico provocado por el

traslado del agua por medio de recipientes, promoviendo una solución sostenible y económicamente viable para el sector agrícola.

La energía solar es considerada la fuente de energía renovable disponible más abundante y limpia (Núñez, 2018). Al implementar este método se vuelve cuidadoso con el medio ambiente y contribuye a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

Al ser portátil, el sistema proporciona una notable flexibilidad y versatilidad, permitiendo su despliegue y operación en diversas ubicaciones dentro de terrenos agrícolas. Esta característica es especialmente valiosa para agricultores que trabajan en áreas remotas con acceso limitado o inexistente a la red eléctrica.

1.4. Alcance

El alcance de este proyecto es la implementación de un sistema de riego para cultivos de árboles frutales alimentado por energía fotovoltaica, el sistema estará compuesto por una estructura metálica cuya característica principal será la portabilidad, lo que permitirá su traslado y uso en diferentes lugares, una bomba de agua, manguera de succión y un aspersor, asegurando una solución versátil y adaptable a las necesidades de riego en diversas áreas agrícolas. El sistema será capaz de operar durante un periodo de tiempo considerando la cantidad de litros de agua requeridos por las plantas, el almacenamiento disponible y la frecuencia con que se debe realizar el riego.

1.5. Materiales y métodos.

1.5.1. Materiales.

Los materiales que se utilizarán para el desarrollo del proyecto se los describe de manera general en la Tabla 1.

Tabla 1. Materiales y Equipos

Nº	Descripción del Equipo/Material	Unidad	Cantidad Estimada
1	Panel Fotovoltaico Monocristalino	u	2
2	Inversor regulado MPPT 12V. 30A.	u	1
3	Batería recargable 12V, 150AH.	u	2
4	Bomba de succión con accesorios de conexión.	u	1
5	Tablero de control	u	1
6	Material Eléctrico para conexión, armado de tablero, etc.	Lote.	1
7	Estructura metálica para montaje de equipos.	u	1

1.5.2. Métodos.**1.5.2.1. Metodología de la investigación**

El presente estudio se enmarca en un enfoque cuantitativo, diseño de investigación aplicada y experimental, ya que busca desarrollar una solución tecnológica innovadora y evaluar su desempeño en condiciones reales.

- **Investigación cuantitativa:** Se recopilarán y analizarán datos numéricos sobre el funcionamiento del sistema, tales como caudal de agua y consumo energético.
- **Investigación aplicada:** Se orienta a la solución de un problema práctico en el sector agrícola mediante el desarrollo de un sistema de bombeo fotovoltaico portátil.
- **Investigación experimental:** Se realizarán pruebas en campo para analizar el rendimiento del sistema en distintas condiciones ambientales y operativas.

1.6. Marco Teórico**1.6.1. Riego Agrícola**

El riego constituye una práctica indispensable en el ámbito agrícola, particularmente en regiones donde las precipitaciones son insuficientes o no aseguran una cantidad adecuada de agua para la agricultura. Este procedimiento garantiza que las

plantas obtengan la cantidad de agua requerida para su crecimiento y producción óptimas. Una de las metodologías más empleadas es el riego por aspersión, que distribuye el agua de manera homogénea mediante un sistema de rociadores, emulando la precipitación natural. Esta metodología es especialmente eficaz para cultivos como los árboles frutales, dado que optimiza la cobertura hídrica y disminuye su desecho (FAO, 2021).

1.6.1.1. Riego de Árboles Frutales

Los árboles frutales enfrentan desafíos cada vez mayores debido a los efectos del cambio climático contemporáneo. Los períodos de sequía son más prolongados, y esto afecta negativamente la cantidad de agua disponible para estos cultivos. En los escenarios más críticos, la falta de agua adecuada puede impedir la floración y, por ende, la producción de frutos. Por esta razón, es esencial implementar estrategias para el riego efectivo de los árboles frutales, garantizando su crecimiento saludable y productividad (FAO, 2021).

1.6.1.2. Volumen de Agua Requerido por los Árboles Frutales.

El riego de los árboles frutales requiere equilibrio, ya que un exceso de agua puede diluir el sabor de los frutos, mientras que una insuficiencia puede causar estrés hídrico, afectando la floración y la producción de frutas. Generalmente, un árbol frutal promedio necesita aproximadamente 150 litros de agua por riego, distribuidos en una superficie de 4 a 5 metros cuadrados (Gómez & Pérez, 2020).

1.6.1.3. Frecuencia óptima de riego.

La frecuencia ideal para el riego de los árboles frutales depende de las condiciones climáticas. En períodos normales, es suficiente regar los árboles dos veces por semana, pero en situaciones de sequía prolongada, puede ser necesario aumentar la frecuencia a tres veces por semana. Durante las etapas iniciales de brotación y floración, el riego frecuente puede ser crucial para sostener el crecimiento (Martínez et al., 2019).

1.6.1.4. Métodos de riego adecuados para los árboles frutales.

Los métodos de riego para los árboles frutales han evolucionado con el tiempo para adaptarse a las demandas de sostenibilidad y eficiencia, considerando las limitaciones de recursos hidráticos y las variaciones climáticas. A continuación, se detallan los principales métodos de riego, destacando sus características, ventajas y limitaciones:

1.6.1.4.1. Riego Manual

El riego manual, mediante regaderas o mangueras, es el método más tradicional y accesible. Es ideal para pequeños huertos o jardines.

1.6.1.4.2. Riego por Gravedad

Este método consiste en canalizar el agua por surcos o zanjas para que fluya hacia las bases de los árboles. Es común en cultivos extensivos con pendientes naturales.

1.6.1.4.3. Riego por Aspersión

En este método, el agua es distribuida en forma de lluvia simulada mediante aspersores, que pueden ser móviles o fijos.

1.6.2. Energía Fotovoltaica

La energía fotovoltaica se define como un método de producción eléctrica que se vale de la radiación solar a través de dispositivos semiconductores denominados paneles solares o módulos solares. Esta modalidad de energía se distingue por su renovabilidad, limpieza y sostenibilidad, factores que la posicionan como una opción idónea en comparación con las fuentes convencionales fundamentadas en combustibles fósiles.

1.6.2.1. Elementos fundamentales de un sistema de energía fotovoltaica

1. *Paneles de energía solar:* Se trata de un conjunto de celdas fotovoltaicas interconectadas, responsables de la captura de la energía solar.

2. *Inversores*: Aparatos electrónicos que convierten la corriente continua producida en corriente alterna, una transformación que es compatible con los sistemas eléctricos convencionales.
3. *Sistemas de apoyo*: Instalaciones que garantizan la posición óptima de los paneles solares para optimizar la absorción de luz solar.
4. *Gestión de carga*: Salvaguardan las baterías frente a sobrecargas y controlan el flujo energético.
5. *Baterías*: Conservan la electricidad producida para su utilización durante las horas nocturnas o en días de cielos nublados.
6. *Medidores y sistemas de monitoreo*: Facilitan la verificación en tiempo real del rendimiento y eficiencia del sistema.

1.6.3. *Sistemas de Bombeo Fotovoltaico*

Los sistemas de bombeo fotovoltaico son una de las aplicaciones más importantes en la agricultura, dada la creciente necesidad de acceso sostenible al agua. Su diseño y operación permiten aprovechar al máximo los recursos disponibles, garantizando un suministro constante de agua para riego y consumo humano.

1.6.3.1. Componentes Principales.

Un sistema de bombeo fotovoltaico consta de los siguientes elementos:

Panel solar fotovoltaico: Capturan la radiación solar y generan la electricidad necesaria para alimentar la bomba.

Controlador de bomba: Regula el flujo de energía hacia la bomba, ajustándose a la variabilidad de la radiación solar.

Bomba de agua: Puede ser de tipo sumergible o de superficie, dependiendo de la fuente de agua y la profundidad del pozo.

Tanques de almacenamiento: Permiten acumular agua durante el día para su uso durante la noche o en períodos de menor radiación solar.

1.6.3.2. Tipos de Bombas

Bombas centrífugas: Ideales para extraer grandes volúmenes de agua desde fuentes poco profundas.

Bombas periféricas: son una opción para aplicaciones que requieren presiones moderadas y caudales relativamente bajos como sistemas de riego, suministro de agua en hogares y pequeñas empresas.

Bombas sumergibles: son bombas que funcionan inmersas dentro de un fluido.

2. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

2.1. Recursos humanos

Los participantes en este proyecto se los detalla en la Tabla 2.

Tabla 2. Recurso humano para el proyecto.

Nº	Participantes	Rol a desempeñar en el proyecto	Carrera
1	Edison Manuel Caiza Taipe	Autor 1	Electricidad
2	Carlos Orlando Caza Caza	Autor 2	Electricidad
3	Henry Chango	Tutor	Electricidad

2.2. Recursos técnicos y materiales

Los recursos técnicos y materiales necesarios para el desarrollo de este proyecto, se lo detalla en la Tabla 3.

Tabla 3. Recursos Técnicos y materiales para el proyecto

Nº	Descripción del Equipo/Material	Unidad	Cantidad Estimada
1	Panel Fotovoltaico	u	2
2	Inversor regulado MPPT 12V. 30A.	u	1
3	Batería recargable 12V, 150AH.	u	2
4	Bomba de succión con accesorios de conexión.	u	1
5	Tablero de control	u	1
6	Material Eléctrico para conexión, armado de tablero, etc.	Lote,	1
7	Estructura metálica para montaje de equipos.	u	1
8	Herramienta para instalación.	u	1
9	Equipos de medición de irradiación.	u	1

2.3. Viabilidad

El proyecto presenta una viabilidad tanto técnica como económica respaldada por diversos factores clave. En primer lugar, la tecnología fotovoltaica se encuentra actualmente disponible a costos cada vez más accesibles, gracias a los avances en su producción y comercialización masiva. Esto ha permitido reducir significativamente los precios de los paneles solares y otros componentes asociados, facilitando su implementación en entornos agrícolas.

La inversión inicial, aunque puede ser considerable, se justifica plenamente por los beneficios a largo plazo. Este sistema permite amortizar el gasto inicial mediante el ahorro en costos de energía, ya que elimina o reduce la dependencia de fuentes de energía tradicionales, como la electricidad de red o los combustibles fósiles. Además, al

proporcionar un riego eficiente, el sistema contribuye directamente al aumento de la productividad agrícola, asegurando un suministro adecuado de agua para los cultivos, incluso en condiciones de sequía o en áreas con acceso limitado a recursos hídricos.

En conjunto, estos factores hacen del proyecto una opción sostenible y adaptable, ideal para responder a los desafíos actuales de la agricultura en zonas rurales.

2.4. Cronograma

Las actividades del proyecto se muestran en el diagrama de Gantt de la Figura 1.

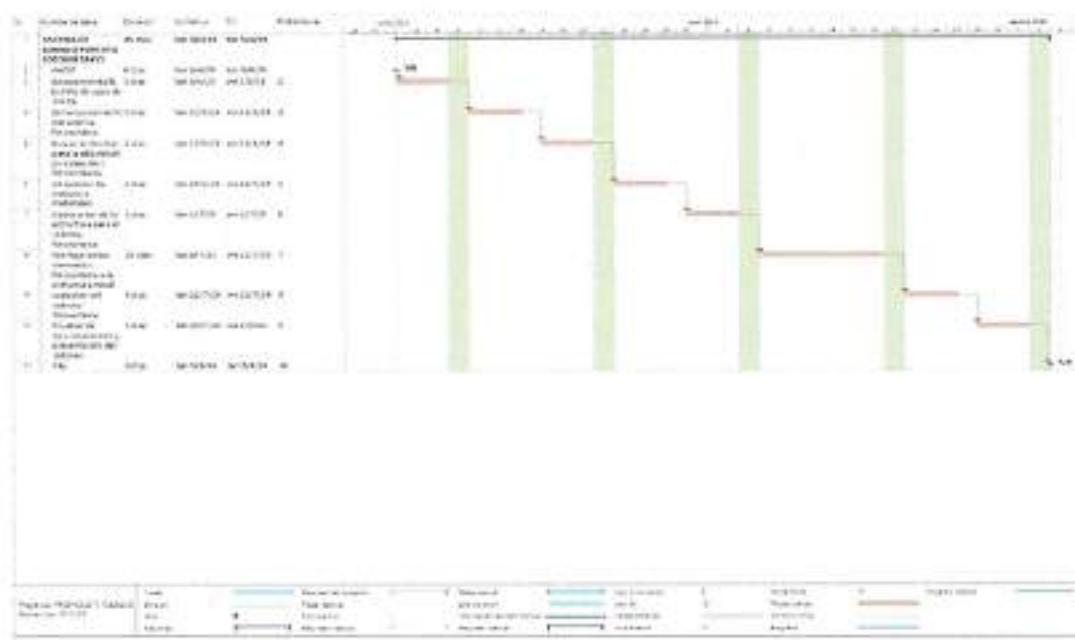


Figura 1. Cronograma de ejecución del proyecto.

2.5. Bibliografía

Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA). (2023). Solar Energy Trends and Outlook.

Bloomberg New Energy Finance (BNEF). (2023). Lithium-Ion Battery Cost Trends.

FAO. (2021). *Eficiencia del uso del agua en la agricultura*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems (ISE). (2022). *Solar and Agriculture: Combining Energy Generation with Crop Production*.

Gómez, J., & Pérez, L. (2020). *Técnicas de riego y sostenibilidad en frutales*. Revista de Innovación Agrícola, 12(3), 45-56.

International Renewable Energy Agency (IRENA). (2023). *Renewable Energy in Agriculture: Solar Pumping Solutions*.

Martínez, R., García, F., & Sánchez, A. (2019). *Sistemas sostenibles de riego en cultivos frutales*. Ingeniería Rural, 18(2), 25-33.

Markvart, T., & Castañer, L. (2018). *Practical Handbook of Photovoltaics: Fundamentals and Applications*. Academic Press.

Naciones Unidas. (2022). Informe de progreso sobre energía limpia y accesible para 2030.

Rodríguez, P., & López, M. (2022). *Tecnologías de riego eficientes en la agricultura moderna*. Tecnología y Desarrollo, 20(1), 78-89.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2021). *Solar-powered irrigation systems: A solution to water scarcity*.

World Bank. (2022). *Expanding the use of solar irrigation to improve water access in rural areas*.

CARRERA: ELECTRICIDAD.

FECHA DE PRESENTACIÓN:	30	05	2024
	DÍA	MES	AÑO
APELLIDOS Y NOMBRES DEL EGRESADO:	CAZA CAZA CARLOS ORLANDO CAIZA TAIPE EDISON MANUEL		
	APELLIDOS	NOMBRES	
TITULO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA: - Diseño e implementación de un sistema de bombeo fotovoltaico portátil para el riego en cultivos de árboles frutales mediante un aspersor.			
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:	CUMPLE	NO CUMPLE	
• OBSERVACIÓN Y DESCRIPCIÓN	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
• ANÁLISIS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
• DELIMITACIÓN.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
• PROBLEMÁTICA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
• FORMULACIÓN PREGUNTAS/AFIRMACIÓN	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
PLANTEAMIENTO DE OBJETIVOS:			
GENERALES:			
REFLEJA LOS CAMBIOS QUE SE ESPERA LOGRAR CON LA INTERVENCIÓN DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	SI	NO	
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
ESPECÍFICOS:			
GUARDA RELACIÓN CON EL OBJETIVO GENERAL PLANTEADO	SI	NO	
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

JUSTIFICACIÓN:	CUMPLE	NO CUMPLE
IMPORTANCIA Y ACTUALIDAD	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BENEFICIARIOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FACTIBILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ALCANCE: ESTA DEFINIDO	CUMPLE	NO CUMPLE
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MARCO TEÓRICO:	SI	NO
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DESCRIBE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA A REALIZAR	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TEMARIO TENTATIVO:	CUMPLE	NO CUMPLE
ANTECEDENTES, FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ANÁLISIS Y SOLUCIONES PARA LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
APLICACIÓN DE SOLUCIONES	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EVALUACIÓN DE LAS SOLUCIONES	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MATERIALES Y MÉTODOS UTILIZADOS:		
OBSERVACIONES: SIN NOVEDAD		
CRONOGRAMA:		
OBSERVACIONES: VERIFICAR LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS NECESARIOS PARA EL SISTEMA FOTOVOLTAICO		
FUENTES DE INFORMACIÓN: SIN NOVEDAD		
RECURSOS:	CUMPLE	NO CUMPLE
HUMANOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ECONÓMICOS

MATERIALES

PERFIL DE PROPUESTA TECNOLÓGICA

Aceptado

Negado

el diseño de propuesta tecnológica por las
siguientes razones:

a)

b)

c)

ESTUDIO REALIZADO POR EL ASESOR:

NOMBRE Y FIRMA DEL ASESOR: ING. HENRY CHANGO



30 05 2024

FECHA DE ENTREGA DE INFORME