

INSTITUTO DE EDUCACION SUPERIOR "JOSE CARLOS MARIATEGUI"

PROGRAMA DE ESTUDIOS DE PRODUCCION AGROPECUARIA



INFORME FINAL

PROYECTO DE INNOVACION TECNOLOGICA

**"OPTIMIZACIÓN HIDRICA Y ENERGETICA EN EL CULTIVO DE LA PAPA MEDIANTE
AUTOMATIZACIÓN DE SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO Y USO DE SISTEMA
FOTOVOLTAICO"**



MOQUEGUA - PERU

JUNIO 2025

Presentación

La Papa (*Solanum tuberosum*), está entre las hortalizas más consumidas a nivel mundial por lo que se busca cada vez más lograr mayores rendimientos para generar una mayor rentabilidad económica y para ello es necesario emplear tecnologías alternativas tales como la instalación del sistema de riego por Goteo automático para lograr la eficientización del riego así como el uso de sistemas fotovoltaicos para aprovechar la energía solar y transformarla en energía eléctrica para el funcionamiento del sistema de riego tecnificado.

Para el presente proyecto se ha previsto implementar el sistema de riego tecnificado por goteo que es una tecnología muy eficiente y precisa que se utiliza para la irrigación de los cultivos, permitiendo controlar y automatizar el riego en tiempo real, logrando una gestión más eficiente, precisa y sostenible del agua.

El sistema de riego funciona mediante la instalación de tuberías y goteros que distribuyen el agua directamente en la zona radicular de las plantas, reduciendo así el consumo de agua y evitando pérdidas por evaporación o escurrimiento superficial, así como permite ajustar la cantidad y el tiempo de riego en función de diversos factores, como las condiciones climáticas, la humedad del suelo, las necesidades de agua de las plantas y otros aspectos agronómicos del cultivo.

El objetivo del presente proyecto de innovación es la implementación de un prototipo a nivel de maqueta didáctica para la demostración del riego inteligente mediante la automatización del sistema de riego tecnificado, el cual será alimentado con energía solar fotovoltaica.

Un sistema de riego inteligente es una tecnología avanzada que permite controlar y automatizar el riego de plantas y cultivos mediante el uso de actuadores para ajustar la cantidad y el tiempo de riego.

La inteligencia de estos sistemas radica en su capacidad para tomar decisiones basadas en datos en tiempo real y ajustar automáticamente la frecuencia y duración del riego, lo que asegura una distribución óptima del agua y evita el desperdicio.

En general, la estrategia de dimensionado aplicada a estos sistemas se centra en cubrir las exigencias hídricas para el funcionamiento del riego presurizado. Las instalaciones de riego localizado así concebidas concentran su funcionamiento con relativo consumo energético durante todo el año generando así costos elevados por pago de energía a la institución.

Con el objetivo de solucionar este problema, en este Proyecto se proyecta implementar una metodología de diseño y dimensionado mediante un sistema de automatización mediante el uso de un programador de riego y con alcance para lograr una comunicación remota a través de un smartphone así como para el funcionamiento se plantea usar energía solar fotovoltaica en el fundo Locumbilla del IES José Carlos Mariátegui.

I. INFORMACIÓN GENERAL

A. DENOMINACIÓN DEL PROYECTO

“OPTIMIZACIÓN HIDRICA Y ENERGETICA EN EL CULTIVO DE LA PAPA MEDIANTE AUTOMATIZACIÓN DE SISTEMA DE RIEGO POR GOTEY Y USO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO”

B. CATEGORIA DE PROYECTO

C. ÁREA/ LÍNEA DE INVESTIGACIÓN/INNOVACIÓN

C.1. ÁREA: PROCESOS AGROINDUSTRIALES Y PECUARIOS / PRODUCCION AGROPECUARIA

C.2. LÍNEA: PROCESOS DE CULTIVO DE HORTOFRUTÍCOLA

C.3. Programa de Estudios: PRODUCCION AGROPECUARIA

C.4. Equipo Innovador

Docente Asesor: Ing. WILBERT FLORES MAMANI

Estudiantes:

1. JORDY RODOLFO HUACAN TALA
2. MAYRA RAMOS ZABALAGA
3. BRISA ARELI LAQUI GIL
4. SHANELY XIOMARA ORTEGA CORDOVA
5. JEAN FRANCO BRANCO CANCHARI FERNANDEZ

II. EL PROBLEMA:

2.1. CARACTERIZACIÓN DEL PROBLEMA

La problemática que versa en este proyecto, se enfoca en la poca disponibilidad de oportunidad que tienen los agricultores a contar con sistemas tecnológicos en cuanto a riego de precisión para eficientizar y facilitar la operación del sistema de riego de sus cultivos, es decir, mediante el uso de estas tecnologías se evite que los cultivos sufran deterioro por falta de un riego eficiente.

Así mismo dentro de la problemática, se podría enumerar varios factores como el tiempo, la cantidad de agua que debe suministrar, estos inciden mucho en el cuidado de un cultivo. Otro factor importante, es el calentamiento global que está provocando la disminución de la masa de hielo de los glaciares que tiene como consecuencia escasez del agua, según el informe sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo proporcionado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, se observa que un aproximado del 70% del agua es utilizada para el riego, basado en estas cifras, se hace esencial hacer un uso eficiente de agua mediante riegos tecnificados. Por otra parte, esta propuesta, se centra en el riego automático de los cultivos, empleando tecnología de bajo costo, al servicio de las personas, siendo la idea central la implementación de un sistema de comunicación remota vía telefonía móvil para una instalación de riego por goteo, cuya operación será con energía solar fotovoltaica, además de integrar sensores de humedad para medir los niveles de hidratación del suelo parametrizados a las necesidades hídricas de los cultivos, de modo que se active o no la señal que da paso al riego automático.

Esta iniciativa, al igual que otras tiende a automatizar sistemas creando centros de control y monitoreo, que optimicen recursos como el tiempo,

la mano de obra, entre otros. Para mejorar los procesos, haciéndolos cada vez, más rápidos y eficientes.

La escasez y el mal uso del agua, plantean una creciente y seria amenaza para el medio ambiente, la salud y la supervivencia de la especie humana. La electrónica y los sistemas de telecomunicación, se encuentra apoyando todos los campos del conocimiento, y de una manera especial al agro. Nuevos avances, han permitido optimizar el aprovechamiento de los recursos naturales, logrando aumentar, la producción agrícola. Por lo antes expuesto, se confirma que, de no llevar un control correcto del agua, esto puede resultar costoso, daña cultivos e incluso dañar la calidad del suelo, por lo cual es necesario contar con sistemas de riego, que integren la tecnología moderna.

El control y la automatización resultan cada vez más importantes en el campo de la agricultura, así como en el campo de la ingeniería, el identificar una necesidad y crear soluciones basadas en sistema permiten crear oportunidades de desarrollo. Este proyecto está enfocado al control automático de un sistema de riego que permite que los cultivos permanezcan hidratados y obtengan una mejor calidad de los productos finales.

El coste de automatización, es una de las principales motivaciones para desarrollar el proyecto, la cual contribuye a la economía por tener precisos accesibles, la implementación de los sistemas de control, brindan flexibilidad de crear programas a medida, para manejar datos, en comparación con otras plataformas, toda vez que la necesidad de automatizar el proceso de riego, es precisamente con la finalidad de asegurar que las plantas reciban el riego oportuno.

Por otro lado, en la actualidad, la producción y el uso de la energía eléctrica suponen la principal causa, junto con el transporte, de las

emisiones de gases de efecto invernadero, gases responsables del cambio climático. Por ello, una de las formas de actuar para limitar e impedir sus gravísimas consecuencias ambientales, sociales y económicas, relacionadas con el aumento de temperatura, subida del nivel del mar y disminución de precipitaciones, entre otras, consiste en reducir el consumo energético, además del incremento de la demanda y consumo de energía y las dificultades que existen para satisfacer esta demanda con las fuentes de energía disponibles, están prefigurando un escenario de crisis energética global, agotamiento de las energías que no son renovables. Impactos negativos sobre el medio ambiente. Inseguridad del abastecimiento energético.

Ante esta situación, se plantea desarrollar el uso de energías limpias y renovables, como el uso de la energía solar fotovoltaica, para el suministro de energía operacional par el sistema de riego tecnificado.

2.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La problemática que versa en este proyecto, se enfoca en la poca disponibilidad de oportunidad que tienen los agricultores a contar con sistemas tecnológicos en cuanto a eficientizar el riego, así como facilitar la operación del riego de sus cultivos.

2.3. PROPUESTA DEL PROYECTO DE INNOVACIÓN

2.3.1. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

Ante lo expuesto anteriormente se plantea para hacer frente al problema, mediante la Exposición en Maqueta didáctica dar a conocer los beneficios y masificar el uso de la Tecnología del riego automatizado con uso de programador de riego con fines de eficientizar y facilitar la operación del sistema de riego localizado en el cultivo de la papa.

2.3.2. JUSTIFICACIÓN

Desde el punto de vista técnico y económico se justifica la ejecución del presente proyecto por cuanto su uso y masificación va a permitir que los agricultores tengan la facilidad de automatizar su sistema de riego, así como gestionar la programación y monitoreo del riego.

La puesta en marcha del presente proyecto, repercute en el sentido de facilitar y flexibilizar el sistema operacional de un sistema de riego tecnificado a través de la aplicación de tecnologías de programación para la activación del riego inteligente, considerando que actualmente existe una mayor disponibilidad de oferta para la adquisición de este tipo de

tecnologías por la reducción en el costo de los equipos de riego tecnificado.

La eficacia de estos sistemas radica en su capacidad para tomar decisiones basadas en datos en tiempo real y ajustar automáticamente la frecuencia y duración del riego, lo que asegura una distribución óptima del agua y evita el desperdicio.

Así mismo, en cuanto al costo energético considerando que el proyecto requerirá de energía para generar presión al sistema de riego, en la actualidad podemos evidenciar que el incremento del uso de energía eléctrica ha generado grandes costos en la producción agrícola exclusivamente para el uso en sistemas de riego, sin embargo, las grandes cantidades de uso de energía producen cada año mayores daños al ecosistema ambiental por ende a la humanidad; es por ello el uso de energía solar fotovoltaica genera el ahorro energético, supone un importante ahorro económico en gasto energético y contribución con el medio ambiente por usar energía limpia, por tratarse de un sistema totalmente ecológico y no contaminante.

Mediante el sistema de riego programado tiene una eficiencia en el uso del agua y fertilizantes, lo que supone un ahorro económico y en eficiencia medioambiental, mayor rendimiento de los cultivos, optimización en el uso del agua, abono y frutos de mayor calidad, esto conlleva como resultado el incremento de la producción y productividad, generando finalmente una mayor rentabilidad del agricultor al reducirse los gastos en energía, agua y fertilizante.

Ahorro en tiempo y ganancia en tranquilidad al estar

automatizado el sistema, el agricultor podrá dedicar su tiempo a la realización de otras actividades, pudiendo monitorizar el correcto funcionamiento del mismo, es ideal para áreas remotas. La fotovoltaica es una excelente fuente de energía para áreas remotas en las que no llega la red eléctrica, y es sobre todo muy versátil que permite adaptarse a cualquier tipo de finca y sistema de riego.

2.4.Objetivos de la Innovación.

2.4.1. Objetivo General

Implementar un sistema automatizado para el riego tecnificado aplicado al cultivo de la papa y con uso de energía solar fotovoltaica para la generación de presión del sistema de riego.

2.4.2. Objetivos Específicos

2.4.2.1. Demostrar el funcionamiento del sistema de riego por Goteo automático en el cultivo de la papa con uso de programador de riego.

2.4.2.2. Utilizar un sistema fotovoltaico para el funcionamiento del sistema de riego tecnificado.

2.5.Marco Teórico

La agricultura es reconocida por la gran demanda de agua que conlleva, en donde el desperdicio del recurso limitado es un problema significativo, especialmente cuando se utilizan técnicas de riego masivo tradicionales como regaderas y/o canales de agua, operados manualmente. Esto ha motivado el desarrollo de sistemas

de riego automatizados que faciliten el suministro automático adecuado de agua y así optimizar el uso del agua en el proceso de producción de alimentos.

Dentro de los sistemas de riego automatizados están los sistemas que no utilizan retroalimentación, es decir, aquellos en los que la operación se lleva a cabo sobre la base de condiciones preestablecidas (tiempo y volumen) y sistemas de realimentación en tiempo real, los cuales son impulsados por al menos dos señales de entrada (humedad del suelo, lluvia, temperatura, etc.). La mayoría de estos sistemas son controlados por computadora, lo que proporciona un método para controlar la aplicación de agua y monitorizarla en tiempo real. Se pueden conectar varios sensores a la computadora a través de circuitos de interfaz y software. El software calcula los requerimientos de agua del cultivo basados en diversa información como tipo de cultivo, tipo de suelo, datos meteorológicos, etapas de crecimiento de los cultivos, fecha de siembra y otros factores conocidos, que determinan el requerimiento de agua del cultivo. Además, muchos de los sistemas avanzados están utilizando cada vez más las operaciones basadas en Internet que permiten controlar desde el teléfono móvil.

Los sistemas de riego más avanzados incluyen, además de los procesos de automatización y control, procedimientos de optimización para la asignación de agua que permitan maximizar la eficiencia total del sistema de riego. En este sentido, la asignación óptima de agua en las tierras agrícolas por diferentes procedimientos, ha sido objeto de una amplia investigación en los últimos años. Por ejemplo, programación multiobjetivo; programación lineal; programación cuadrática y programación dinámica, son solo algunas de las técnicas de optimización utilizadas para desarrollar algoritmos eficaces para resolver problemas de

asignación de agua y el uso eficiente de la misma. El algoritmo de optimización propuesto en este trabajo puede ser integrado en sistemas de riego automatizados, para así crear un sistema inteligente que permita reducir el desperdicio de agua en los sistemas de riego. A diferencia de otros algoritmos, el objetivo principal es proponer una estrategia de suministro de agua en sistemas de riegos que garantice minimizar el consumo total de agua, mientras que satisface las necesidades hídricas de las plantas.

La motivación principal para desarrollar dicho sistema se debe a que cada vez que se riegan plantas inadecuadamente, se está desperdiciando agua. Por lo tanto, dados los problemas de escasez de agua en el país, se considera primordial crear tecnologías que permitan un ahorro del líquido, que tomen en consideración las necesidades reales de agua de las plantas y otros factores como la máxima capacidad de riego del sistema y el flujo de agua adecuado para cada tipo de cultivo.

En España, al igual que en otros países desarrollados, existe un alto grado de consumo energético en la agricultura, llegando a alcanzar el 4,5% sobre el total de los consumos de energía. La agricultura de regadío consume en España un 22% del total de energía del sector agrario y aproximadamente el 1% del total nacional.

El crecimiento de las tecnologías digitales está siendo impulsado en las empresas por la necesidad de reducir costes, mejorar la eficiencia y aumentar la competitividad. En el sector agrario, el MAPA considera la digitalización como un eje transversal y estableció una estrategia de digitalización en 2019, que contempla la formación como un factor a desarrollar. Este es un aspecto que preocupa, puesto que se requieren técnicos formados en competencias digitales y que sepan dar respuesta a los nuevos retos que se presentan.

El día 22 de marzo de 2022, coincidiendo con el Día Mundial del Agua, el Gobierno de España presentó el PERTE para la digitalización del ciclo del agua, en el que se prevé destinar 3.000 millones de euros. Se van a financiar programas de ayudas dirigidas al impulso de la digitalización de los diferentes usuarios del agua, con objeto de mejorar la protección del medio ambiente, la gestión de los recursos hídricos y la lucha contra el cambio climático.

La Energía solar fotovoltaica ha experimentado un crecimiento exponencial en los últimos años, impulsada por la necesidad de asumir los retos que en materia de generación de energía se presentan. Este crecimiento se ha producido gracias a los mecanismos de fomento de algunos países, que, como España, han propiciado un gran incremento de la capacidad global de fabricación, distribución e instalación de esta tecnología.

La energía solar es el recurso energético con mayor disponibilidad en casi todo el territorio peruano. En la gran mayoría de localidades del Perú, la disponibilidad de la energía solar es bastante grande y bastante uniforme durante todo el año, comparado con otros países, lo que hace atractivo su uso. En términos generales, se dispone, en promedio anual, de 4-5 Kw.h/m² día en la costa y selva y de 5-6 Kw.h/m² día, aumentando de norte a sur. Esto implica que la energía solar incidente en pocos metros cuadrados es, en principio, suficiente para satisfacer las necesidades energéticas de una familia. El problema es transformar esta energía solar en energía útil y con un costo aceptable.

La energía solar se puede transformar con facilidad en calor: de hecho, cualquier cuerpo, preferentemente de color negro, absorbe la energía solar y la transforma en calor, que puede ser usado para calentar ambientes, calentar agua (termas solares), secar diversos

productos, cocinar, etc.

Por otro lado, con los paneles fotovoltaicos, o simplemente llamados “paneles solares”, se puede transformar la energía solar directamente en electricidad.

La energía solar en Moquegua actualmente se aprovecha en forma individual en algunos hogares aislados, mediante el uso de paneles fotovoltaicos, cuyo uso básico es para el alumbrado domiciliario y alimentación de equipos de radio y televisión. La Energía Fotovoltaica, convierte directamente la luz que recibimos del sol en electricidad, gracias al efecto fotoeléctrico del silicio que compone los módulos fotovoltaicos.

III. EJECUCIÓN DEL PROYECTO

3.1. Actividades de inicio.

Se inició con la ejecución del presente proyecto de innovación en el área del invernadero del Fundo Locumbilla conjuntamente con el Docente asesor y los estudiantes participantes, para lo cual luego de dar los alcances del proyecto se procedió primeramente con la adquisición de los equipos y materiales que fueron necesarios para la construcción de la maqueta didáctica.

Posteriormente se dio inicio a la construcción de la maqueta de acuerdo al Plano de Diseño elaborado por el Docente asesor, el cual se adjunta en el anexo del presente Informe.

3.2. METODOLOGÍA UTILIZADA.

Tipo y diseño de innovación

En el presente trabajo es importante describir los criterios de investigación que nos permitió desarrollar y concluir con éxito el proyecto, fueron los siguientes.

a) Investigación Explicativa:

Porque permitió analizar e interpretar su comportamiento para la solución del problema; descubriendo las causas directas del problema central que es la automatización del sistema de riego así como la generación de electricidad y su aprovechamiento para el accionamiento de un motor-bomba con el propósito de riego.

b) Investigación Aplicada:

Porque se hizo uso de los conocimientos y bases teóricas para dar solución al problema en el fundo Locumbilla y su aplicación en riego tecnificado automatizado con uso de programador de riego y energía solar fotovoltaica.

c) Investigación Descriptiva:

Porque solo se pretende describir las características de las variables en estudio tales como automatización del sistema de riego y energía fotovoltaica.

Población y muestra

El presente trabajo de innovación ha sido aplicado a nivel de prototipo a un lugar específico, donde la población involucrada es la misma que la muestra, por lo tanto, no se han desarrollado técnicas de muestreo.

Formulación de la hipótesis

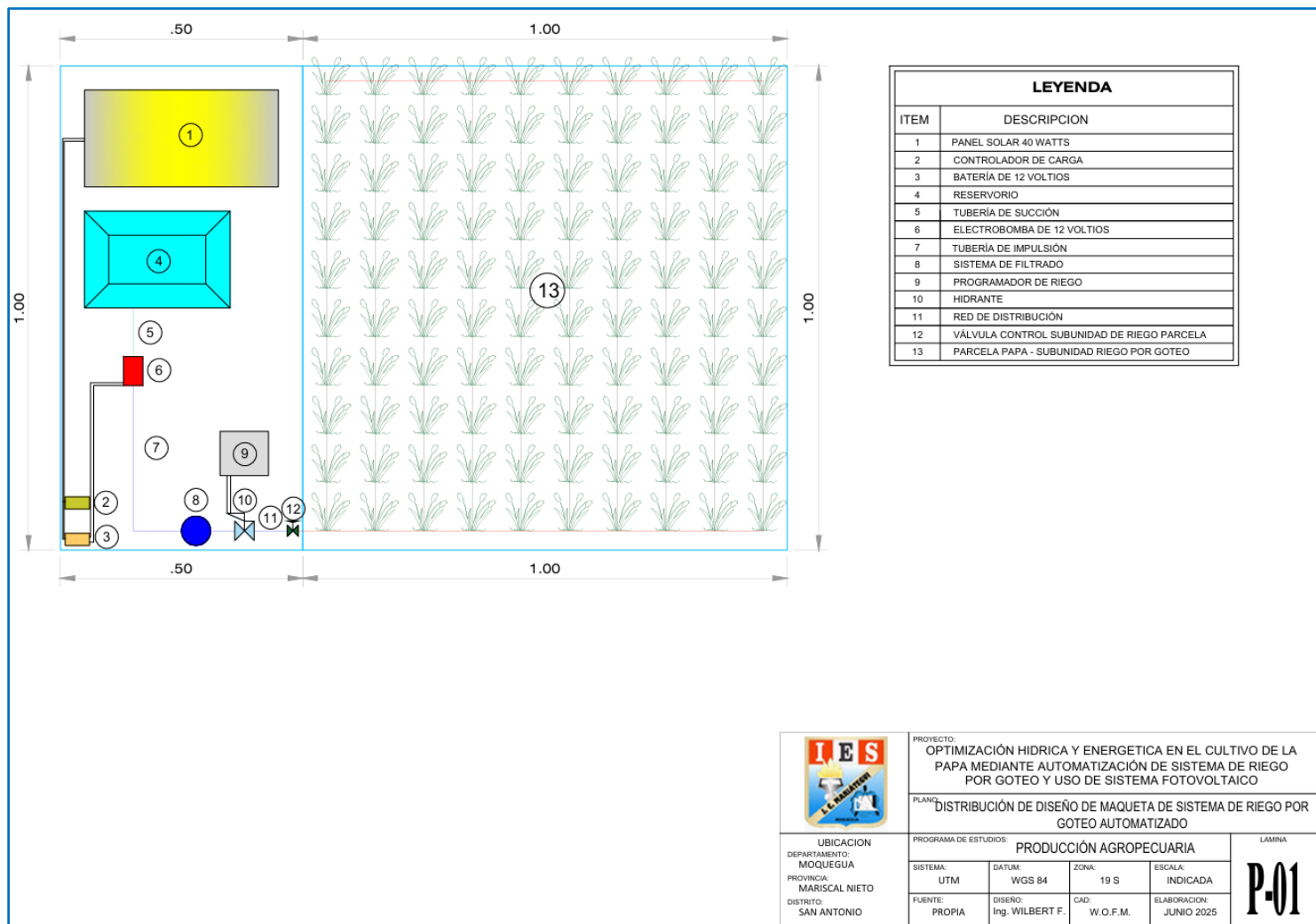
¿La aplicación de un programador de riego influye en los sistemas operacionales, así como en la eficientización del sistema de riego tecnificado con uso de energía solar fotovoltaica autónomo del cultivo de la papa, en comparación a técnicas convencionales de riego manual y/o gravedad?

3.3. ACTIVIDADES DE DESARROLLO DE LA INNOVACIÓN.

3.1.1. Diseño y construcción de la innovación.

Para la construcción de la maqueta se empleó el siguiente Plano de Diseño Constructivo.

Plano de Diseño Constructivo de Maqueta Didáctica



Según el diseño Se utilizaron los materiales necesarios que demandó la construcción de la maqueta y el sistema de simulación del proyecto en tiempo real, el cual incluirá material base para la construcción de la maqueta, elementos hidráulicos del sistema de riego, plantas de papa en maceta, Programador de riego, Panel solar, batería de almacenamiento de energía, equipo de bombeo, entre otros materiales complementarios adaptados al proyecto de innovación tecnológica.

A continuación, se muestran las fotografías respecto al trabajo desarrollado.



Fotografía N° 01. Armado de Maqueta didáctica.



Fotografía N° 02. Armado de Maqueta didáctica.



Fotografía N° 03. Vista de Plantas de papa.



Fotografía N° 04. Vista de Plantas de papa.

3.1.2. Descripción del Proyecto de Innovación Tecnológica.

El Proyecto consiste en la Implementación Tecnológica de un Sistema de Riego tecnificado por Goteo en el cultivo de la papa con funcionamiento automático mediante el uso de un programador de riego, llamado también controlador o timer de la marca Rain Bird, el cual se encargará de programar el sistema de riego, previamente instalado y configurado en campo, aplicando el agua en base al diseño agronómico que nos calcula la demanda hídrica del cultivo para un determinado tiempo y frecuencia de riego. Así mismo, para el funcionamiento del sistema de bombeo entre otras instalaciones eléctricas se empleará un sistema fotovoltaico con la finalidad de captar la energía solar y transformarla en corriente eléctrica, lo que permitirá generar presión al sistema de riego.

El presente proyecto tiene por finalidad de lograr una mayor eficiencia del sistema de riego mediante el uso del programador de riego permitiendo aplicar el agua al cultivo en el tiempo oportuno, conllevando a optimizar el recurso hídrico, así como lograr obtener mayores rendimientos con mayor calidad, como por ejemplo la producción de la papa con riego tradicional por gravedad el promedio nacional según la fuente del MIDAGRI es de 14.7 Tn/ha y con el uso del sistema de riego por goteo fácilmente podría duplicar la producción considerando que el cultivo tiene un alto potencial productivo, vale decir que el riego por goteo en el cultivo de papa puede aumentar significativamente los rendimientos y la eficiencia del uso del agua, con ventajas como una mejor distribución de las raíces, mayor número de tubérculos por planta y la posibilidad de fertilización localizada inyectada a través de la red de riego llegando directamente la solución fertilizante hasta la zona de raíces de las plantas.

Así mismo este proyecto plantea que para zonas donde no se puede generar presión hidráulica por diferencia de cotas topográficas, se puede aprovechar la energía solar para transformarla en corriente eléctrica mediante el uso de un sistema fotovoltaico que permitirá el funcionamiento de las instalaciones electromecánicas del sistema de riego permitiendo también reducir los costes energéticos establecidos mediante tarifa eléctrica.

En esta oportunidad este proyecto está representado a través una maqueta didáctica que permitirá evidenciar los componentes y la funcionalidad del sistema de riego automático y la zona de riego localizado por goteo con el cultivo de la papa.

Los Componentes principales del sistema de riego remoto son los siguientes:

1. PANEL SOLAR:

- Es la parte principal del sistema fotovoltaico y para nuestro proyecto se ha instalado un panel de 40 Watts de potencia, tipo de cédula Monocristalino.
- Tiene por finalidad de captar la energía solar para transformarla en energía eléctrica que serán usadas para los diversos equipos electromecánicos y dispositivos de accionamiento eléctrico del sistema de riego.
- El proceso de aprovechamiento de la energía solar fotovoltaica, se produce al transformar de manera directa la luz solar en electricidad empleando una tecnología basada en el efecto fotovoltaico.
- Al incidir la radiación del sol sobre una de las caras de una

célula fotoeléctrica (que conforman los paneles) se produce una diferencia de potencial eléctrico entre ambas caras que hace que los electrones salten de un lugar a otro, generando así corriente eléctrica que definitivamente resulta ser una fuente inagotable y no contamina, además que en la zona se tiene una importante cantidad de horas sol al día con una alta radiación solar que permite captar la energía solar de forma significativa y que fácilmente este tipo de energías limpias y renovables podría ser aprovechada para nuestro proyecto.

2. BATERÍA:

- La Batería es de 12 Voltios, y se trata de un avanzado acumulador de Fosfato de Ion-Litio que ofrece la prestación de disponer de un acumulador de corriente continua proveniente de la energía solar.

3. CONTROLADOR DE CARGA:

- Es un dispositivo electrónico que su función principal es la de regular y controlar el estado de carga de las baterías solares para garantizar que se realiza un llenado óptimo y así alargar su vida útil.

4. RESERVORIO:

- Es una Infraestructura Hidráulica que tiene por finalidad de almacenar el agua de riego que será captado del canal de riego comunitario.
- Es construida a base de tierra cuya forma es trapezoidal tipo balsa semienterrada, sobre el cual se instala una Geomembrana de HDPE (Polietileno de Alta Densidad) que tiene por finalidad de impermeabilizar el agua de

riego durante el tiempo de almacenamiento, siendo el espesor de la lámina del geosintético de 1 mm y es de color negro que tiene por finalidad de minimizar la proliferación de algas.

5. TUBERÍA DE SUCCIÓN:

- Está dado por una tubería de PVC o HDPE, que se encuentra interconectado entre el reservorio y la electrobomba.

6. SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA DE RIEGO:

- Está constituido por una electrobomba que tiene por finalidad de generar presión al sistema de riego tecnificado, extrayendo el agua de riego contenida en el reservorio para que sea conducida hasta los sectores de riego localizado.
- En la maqueta está representado por una pequeña electrobomba de 12 voltios, el cual será alimentado desde la batería o acumulador de energía que a su vez es alimentado por el Panel Solar.

7. TUBERÍA DE IMPULSIÓN:

- Está dado por una tubería de PVC o HDPE, que se encuentra interconectado entre el sistema de bombeo y el cabezal de filtrado.

8. SISTEMA DE FILTRADO:

- Consta de la instalación de filtros de grava, discos o malla que tiene por finalidad eliminar partículas sólidas en suspensión contenidas en el agua de riego.
- Los Filtros a emplearse para el proceso de limpieza pueden ser de accionamiento manual o retrolavado automático.

- Para el caso de nuestra maqueta se ha instalado un filtro de discos que es fundamental para garantizar la calidad del agua y proteger los emisores de riego, como los goteros, de la obstrucción y el desgaste prematuro.

9. PROGRAMADOR DE RIEGO:

- El Programador es un dispositivo electrónico - analógico o digital que automatizan el riego de las áreas de cultivo. Permiten programar ciclos de riego con un horario, duración y frecuencia del suministro de agua. Cada tipo de planta requiere de una cantidad de agua y un número de riegos al día.



- Para su funcionamiento necesitan de corriente eléctrica, Batería o Pilas y dar corriente de apertura y cierre a las electroválvulas accionados a través del solenoide de 9 o 24 voltios.
- Para el caso del proyecto se ha considerado la instalación de un Programador de la marca Rain Bird de 1 estación de riego, el cual es configurado y luego programado en campo.
- De este programador se interconecta a la electroválvula que es parte del hidrante de riego con la finalidad de desarrollar el automatismo.

10. HIDRANTE DE RIEGO:

- Está conformado por la instalación principal de una válvula de control de riego y algunos dispositivos complementarios como válvulas de aire, manómetro y accesorios de conexión.
- Para el caso del proyecto se ha considerado una electroválvula de 1" y de 9 voltios, el cual estará interconectado con el Programador de Riego para el desarrollo del automatismo.



- Las electroválvulas son las encargadas de **abrir y cerrar el paso de agua siguiendo las órdenes del Programador de riego**. Son por tanto una de las partes más importantes de la automatización de un sistema de riego ya que de ellas dependerán el control del flujo de agua.
- Simplificando, una electroválvula no deja de ser una llave de paso pero que, en vez de tener una apertura manual, tiene una apertura que depende de una señal eléctrica que envía el programador.
- Las electroválvulas son también conocidas como válvulas con solenoide. El solenoide es la parte más importante de toda electroválvula. Se encarga de transformar la señal eléctrica del programador en un movimiento físico que

provoca la apertura y cierre de la electroválvula. Opcionalmente se pueden realizar una apertura manual de la electroválvula si se desenrosca parcialmente el solenoide del cuerpo de la electroválvula.

- Toda electroválvula tiene un solenoide que necesita un número de voltios (tensión) para poder realizar la apertura y cierre, siendo la instalada en la maqueta de 24 voltios. Cuando se tenga que abrir una fase de riego el programador emitirá una señal eléctrica de 24V AC (24 voltios en corriente alterna). Para el cierre, dejará de emitir la señal.

11. RED DE DISTRIBUCIÓN:

- La red de distribución, está constituido por tuberías primarias y secundarias, encargadas de conducir el agua en forma presurizada desde el reservorio, pasando por el cabezal de riego donde se encuentran el sistema de bombeo y sistema de filtrado hasta llegar al hidrante ubicada en cabecera de parcela o unidad de riego.
- Las Tuberías pueden ser de PVC (Policloruro de Vinilo) o HDPE (Polietileno de alta densidad), siendo de diferentes diámetros y presión nominal, instaladas de forma telescópica, los cuales dependerán del caudal de riego según diseño agronómico, en tanto que para la determinación del diámetro y presión nominal será a través del dimensionado hidráulico.
- Para nuestro proyecto representado en maqueta se ha considerado microtubo de polietileno de 8 mm de diámetro.

12. VÁLVULA DE CONTROL DE SUBUNIDAD DE RIEGO:

- Está constituido por una válvula independiente para

realizar el control de riego de la Subunidad de riego N° 01, donde, para el proyecto se ha considerado el riego por goteo para cultivos hortofrutícolas.

13. SUBUNIDAD DE RIEGO:

- Está constituido por el área de riego a nivel de parcela y que para el caso del proyecto se ha considerado la instalación del cultivo de la Papa con riego por goteo.

3.1.3. Pruebas Realizadas.

Luego de culminado la maqueta se realizaron las pruebas respectivas a fin de constatar el funcionamiento del sistema de riego automático mediante programador de riego y la puesta en funcionamiento del sistema de riego por goteo localizado en el cultivo de la papa.

3.1.4. Impactos.

Los Impactos esperados serán positivos por cuanto con la aplicación de la innovación tecnológica va a permitir que los productores agrarios puedan tener la facilidad de una manera versátil gestionar el riego inteligente, así como eficientizar y facilitar la operación del sistema de riego de sus cultivos.

Así mismo mediante el sistema de riego programado tiene una eficiencia en el uso del agua y fertilizantes, lo que supone un ahorro económico y en eficiencia medioambiental, mayor rendimiento de los cultivos, optimización en el uso del agua, abono y frutos de mayor calidad, esto conlleva como resultado el incremento de la producción y productividad, generando finalmente una mayor rentabilidad del agricultor al reducirse los gastos en energía, agua y fertilizante.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Por las consideraciones antes expuestas y la prueba desarrollada, se concluye que resulta viable la aplicación del RIEGO AUTOMATICO, permitiendo eficientizar el sistema de riego, así como facilitar la gestión del riego inteligente.
- Se recomienda replicar la implementación de este sistema de innovación tecnológica de tal manera se intensifique su uso por los múltiples beneficios de operación, que presenta este sistema tecnológico por la versatilidad en la programación del riego.