



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO PARA
REDUCIR EL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE LA ETAPA
2 EN LA EMPRESA AGRÍCOLA PAMPABAJA SAC”**

AUTOR:

Campos Salazar John Gustavo (0000-0003-0820-9864)

ASESOR:

Dr. Aníbal Jesús Salazar Mendoza (0000-0003-4412-8789)

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

MODELAMIENTO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS ELECTROMECAÑICOS

CHICLAYO – PERÚ

2020

Dedicatoria

A mi madre por haberme dado el apoyo necesario en cada paso de mi vida universitaria, ya que sin ella todo fuera más difícil.

A mis hermanos por brindarme un consejo cuando más lo he necesitado, gracias por la confianza depositada en mi persona.

A mis hijos, por despertar en mí las ganas inmensas de ser un ejemplo para ellos.

A mi padre por bendecirme y guiarme por el buen camino para ser cada día mejor.

A mis amistades que nunca dejaron de creer en mis metas trazadas.

Se lo dedico a ustedes, con mucha estima.

John Campos S.

Agradecimiento

Agradezco en primer lugar, a Dios por haberme brindado las fuerzas necesarias para poder culminar mi carrera, junto a mis compañeros que han sido parte del transcurso de mi vida universitaria.

A todos los docentes que me ayudaron directa o indirectamente para poder desarrollar mi tesis.

A mis amistades que me ayudaron con ideas nuevas e innovadoras y así lograr dar por concluida la presente tesis.

John Campos S.

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de figuras	v
Índice de tablas	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
INTRODUCCIÓN.....	8
MARCO TEÓRICO.....	10
MÉTODO.....	19
3.1. Tipo y diseño de la investigación.....	19
3.2. Operacionalización de variables.....	19
3.3. Población y Muestra.....	19
3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	20
3.5.- Validez.....	21
3.6. Confiabilidad.....	21
3.7. Procedimientos.....	21
3.8. Métodos de análisis de datos.....	21
3.9. Aspectos éticos.....	22
RESULTADOS.....	23
V. DISCUSION.....	466
VI CONCLUSIONES.....	477
VII RECOMENDACIONES.....	488
ANEXOS.....	52

Índice de figuras

Figura 1. Riego por goteo.....	10
Figura 2. Sistema automatizado de riego por goteo.....	11
Figura 3. Estación de bombeo para regadío.....	12
Figura 4. Sistema de monitoreo automatizado.....	13
Figura 5. Válvulas solenoides.....	13
Figura 6. Tuberías de conducción y laterales.....	14
Figura 7. Bomba vertical tipo turbina.....	15

Índice de tablas

Tabla 1. Controlador de regadío.....	14
Tabla 2. Medidor y Manómetros.....	15
Tabla 3. Parámetros Diseño Hidráulico Inicial.....	24
Tabla 4. Capacidad de caudal por Turno.....	25
Tabla 5. Parámetros de operación de los equipos de impulsión.....	25
Tabla 6. Demanda energía eléctrica Diseño Inicial (Cebolla-Paprika).....	26
Tabla 7. Información Básica. Etapa II. Palto.....	29
Tabla 8. diseño Agronómico. Etapa II. Palto.....	29
Tabla 9. Cálculo de caudal por turno. Etapa II. Palto.....	30
Tabla 10. Calculo ADT en operación crítica. Etapa II. Palto.....	33
Tabla 11. Cálculo Máxima Potencia Bombas. Etapa II. Palto.....	33
Tabla 12. Cálculo Punto de operación equipos de bombeo y consumo de energía activa. Etapa II. Palto.....	34
Tabla 13. Simulación consumo de energía activa con el sistema eléctrico actual - soft starter. Etapa II. Palto.....	43
Tabla 14. Cálculo flujo neto efectivo. Etapa II. Palto.....	43
Tabla 15. Cálculo del valor neto actual del proyecto.....	44
Tabla 16. Cálculo de tasa Interna de Retorno.....	44

RESUMEN

El presente informe de investigación titulado “DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO PARA REDUCIR EL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE LA ETAPA 2 EN LA EMPRESA AGRÍCOLA PAMPABAJA SAC”, es desarrollado con el motivo de concluir mi estudio universitario de la carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo y que tiene como objetivo reducir el consumo de energía eléctrica de la etapa 2 con respecto a lo actualmente instalado en la empresa Agrícola Pampa Baja SAC, diseñando un sistema de riego tecnificado automatizado.

Se realizó un diagnóstico del sistema actual de riego (Cebolla y Paprika), teniendo como variables los consumos del recurso hídrico que necesita el cultivo por cada área, determinado así el consumo de energía eléctrica.

Teniendo los datos agronómicos del cultivo proyectado y las nuevas áreas las cuales fueron reducidas por la instalación de sistemas de drenaje, se determinaron los diferentes parámetros Hidráulicos y eléctricos que definen el sistema de riego de la etapa 2, dentro de estos parámetros se calcularon los caudales y presiones por cada área de riego las cuales definen la curva de operación de la bomba, esto nos ayudó a seleccionar todos los componentes de automatización que lo conforman. Un controlador de riego llamado Dream de la versión 2 comandara por radiofrecuencia todo tipo de dispositivos electrohidráulicos en la estación de filtrado y sistemas de campo. Se reemplazarán los arrancadores Soft starter por Variadores de velocidad los cuales estarán enlazados a un controlador lógico programable (PLC) el cual dará ordenes al variador para que modifique la frecuencia según el punto de operación requerido por las Bombas de turbina vertical según el área o turno de riego.

Se ha concluido que existe una reducción de la energía eléctrica con respecto a la instalación actual teniendo en cuenta que sus bombas tienen un sistema que trabajan a plena carga para todas las diferentes áreas.

ABSTRACT

This research report entitled "DESIGN OF AN AUTOMATED TECHNIFIED IRRIGATION SYSTEM TO REDUCE THE CONSUMPTION OF ELECTRICAL ENERGY IN STAGE 3 IN THE AGRICULTURAL COMPANY PAMPABAJA SAC", is developed with the purpose of concluding my university study of the Mechanical Engineering career Of the César Vallejo University and whose objective is to reduce the consumption of electrical energy in stage 3 with respect to what is currently installed in the Agrícola Pampabaja SAC company, by designing an automated technified irrigation system.

A diagnosis of the current irrigation system (Stage 2) was carried out, taking as variables the consumption of the water resource that the crop needs for each area, thus determining the consumption of electrical energy.

Taking the agronomic data of the crop according to its flowering stage, the different hydraulic and electrical parameters that define the irrigation system of stage 3 were determined, thus all the components that make it up were selected. An irrigation controller called Dream of version 2 will command by radio frequency all types of electrohydraulic devices in the filtering stations and field systems, linked by analog and digital signals to variable speed drives that will command vertical turbine pumps from a reservoir.

It has been concluded that there is a reduction in electrical energy compared to the current installation taking into account that its pumps work at full load for all the different areas and flowering stages.

I. INTRODUCCIÓN.

La presente investigación se refiere al tema del riego automatizado que se puede definir como un proyecto innovador y a su vez tiene como propósito poder reducir el consumo eléctrico en la empresa Agrícola Pampa Baja SAC.

El riego en los fundos en estos tiempos se ha innovado con sistemas de regadío tecnificados - automatizados, claro es en el caso de la empresa Agrícola Pampa Baja SAC, que apostó por el riego a goteo automatizado, puesto que reducen el consumo de agua y electricidad.

La empresa Agrícola Pampa Baja SAC, está ubicada en el ramal de distribución sur del proyecto de irrigación Olmos – Tinajones. El predio cuenta con 1155.04 hectáreas dividido en tres etapas con riego tecnificado diseñado inicialmente para el cultivo de Cebolla, Ají Paprika, Palto y Vid. Actualmente toda el área de cultivo está proyectada para el cultivo de Palto teniendo el 63.5% ya instalado.

Para (Franco, 2018), refiere que:

El riego en un concepto técnico es una rama fundamental para las producciones en el ámbito agroindustrial ya que influye directamente en el desarrollo de las plantas y estos sistemas de regadíos pueden ser por aspersión, inundación y en este caso por goteo.
(p. 1)

El problema de esta investigación radicó en el cambio de cultivo y esto arrastró a modificar las instalaciones de las líneas de goteo, agregando a esto también la disminución del recurso hídrico por un terrero con desniveles de suelo. Esto nos lleva a formular la siguiente pregunta: ¿Cómo Reducir el consumo de energía eléctrica en los equipos de bombeo de la empresa agrícola Pampa Baja SAC?

Sabiendo que para (Rojas, 2018), sostiene que:

Dentro de los sistemas de riegos que existe como algo novedoso e innovador el sistema por goteo que un método de riego en puntos específicos según el diseño de los

sembríos y esto es a modo de gotas que ayuda a tener un determinado ahorro de agua y también ahorro de energía eléctrica. (p. 29)

La justificación de la presente investigación es contar con un sistema de Riego automatizado que permitirá tener un uso eficiente del agua y por ende reducir el consumo de energía eléctrica por parte de los equipos de bombeo los cuales son la mayor fuente de demanda energética del Fundo y podrán ser regulados según la necesidad. Además, se podrá contar con un sistema de control, monitoreo y operación de equipos y actuadores utilizados en los sistemas de riego automatizados. Este sistema dará diferentes tipos de parámetros los cuales podremos regularlos según la necesidad del cultivo y el buen uso y funcionamiento de los equipos, en este último reducimos las fallas y mantenimientos prematuros y por ende la optimización de la producción final.

La hipótesis de la investigación es: Si se realiza el diseño de un sistema de riego automatizado, se logrará reducir el consumo de energía eléctrica de la empresa agrícola Pampa Baja SAC.

La investigación nos llevó a tener en consideración el siguiente objetivo general: “Diseñar un Sistema de Riego Automatizado para reducir el consumo de energía eléctrica de la empresa agrícola Pampa Baja SAC”.

Debiendo desarrollar rigurosamente los siguientes objetivos específicos:

- Hacer un diagnóstico del sistema actual de riego para determinar el consumo de energía eléctrica.
- Evaluar los diferentes parámetros que definen el funcionamiento del Sistema de Riego Automatizado.
- Seleccionar y presupuestar los diferentes componentes electromecánicos que conforman el Sistema de Riego Automatizado.
- Realizar una evaluación económica empleando los indicadores VAN y TIR.

II. MARCO TEÓRICO

Para lograr un sistema de riego automatizado se tuvo en cuenta hacer una revisión de documentos actuales que aborden puntualmente con la reducción del consumo de energía eléctrica a través de un sistema de riego automatizado.

Para (Villacorta, 2017), nos da a conocer que:

Para poder diseñar un sistema de regadío se debe tener cuenta la topografía del terreno, los emisores de riego que se han elegido para este sistema, los turnos de regadío, el reservorio de donde nace el regadío, así como también algunos cálculos de pérdida de presión.

Para (Demin, Pablo, 2014), sostiene que:

Para tener una verdadera eficiencia en el riego de cultivos se deben tener en cuenta factores puntuales como el tipo de suelo del sembrío sabiendo que para cada tipo de plantaciones en un riego diferente. En este caso, se deben de tomar cuenta la cantidad de agua que se utiliza para el riego teniendo que hacer una serie de cálculos en los procedimientos para reducir de manera automatizada para reducir el uso de energía eléctrica. (p. 3)

Para (Pozo, 2017), refiere que:

El riego por goteo se realiza por un sistema cerrado de tuberías o mangueras de diferentes diámetros según cálculos con una determinada presurización. En rubro agronómico el sistema de riego por goteo a manera automatizado es un reemplazo a las acciones manuales de los operarios y también concientiza con la reducción del consumo eléctrico en esas actividades de regadío. (p. 13)



Figura 1. Riego por goteo.

Para (Apaza, 2017), sostiene que:

Una bomba de agua es una pieza fundamental dentro del regadío puesto que es una máquina hidráulica que transmite energía mecánica a energía hidráulica para ganar mayor presión y así llevar el agua a mayor altura. Estos procesos de bombas están basados al principio de Bernoulli que es la circulación de un fluido sin viscosidad en un conducto cerrado. (p. 34)

Para (Huamán, y otros, 2018), sostiene que:

Automatización es el conjunto de métodos y procedimientos para la sustitución del operario en tareas físicas y mentales previamente programadas. Otra forma de definir automatización es que es un medio de organizar o controlar los procesos de producción, mecánicos, materiales y humanos. Su difusión en el campo de la industria contribuye a disminuir los costos de producción, elimina el trabajo monótono y reclama grandes inversiones de capital que revierten en nuevas instalaciones y en la preparación de técnicos especializados. (p. 9)



Figura 2. Sistema automatizado de riego por goteo.

Para (Pozo, 2017), refiere que:

En la investigación de este autor existe una estación de bombeo que posee una potencia de 137 Kw con una alimentación de 440 V de tensión. También el diseño en el sistema de esta investigación tiene una serie de componentes eléctricos que su función es controlar el arranque y parada automática de la bomba. Una de estas piezas claves es el contactor LC1F330 - TeSys F: es clave para ser usado en el sistema

automatizado de un proyecto de riego, admite 200 kW de potencia, 330 A de corriente nominal, 440 V de alimentación y corriente máxima 440 V. (p. 41)

Para (Pozo, 2017), refiere que:

Algunos componentes con los que se pone en marcha un sistema de riego automatizado son:

Bomba de agua o reservorio: la bomba de agua es para generar presión por medio de tuberías y el reservorio por medio de tuberías, pero a gravedad con el objetivo de tener una verdadera y uniforme distribución de riego. Por otro lado, tenemos las líneas de presión que son repartidas en tuberías de PVC. También se tienen muy marcados los cabezales de riego en donde están situados válvulas de alivio, compuerta, de desfogue de aire, filtros. Así mismo, existen los emisores que son cintas con perforaciones para goteo ubicada a 20 cm o más. (p. 14)



Figura 3. Estación de bombeo para riego.

Para (Salcedo, 2014), sostiene que:

Un sistema de monitoreo en la irrigación por goteo ofrece muchos beneficios para el trabajo automático como lo muestran algunas empresas extranjeras que hacen énfasis en controladores de supervisión automáticos (sistemas SCADA), pero su desventaja es que son sistemas cerrados y tienen precios elevados. Por otro lado, existe LabView que tiene un precio más bajo y ofrece todos los programas necesarios para el manejo del riego automatizado. (p. 24)

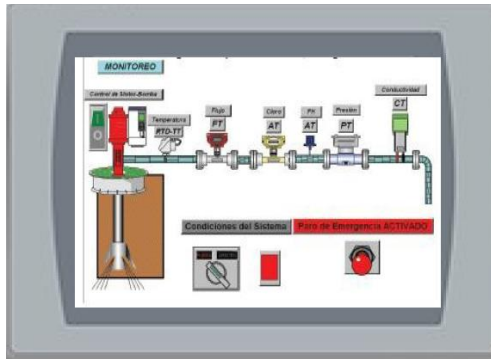


Figura 4. Sistema de monitoreo automatizado.

Para (Salcedo, 2014), refiere que:

Las válvulas solenoides son un tipo de válvulas de gran importancia en el sistema de riego puesto que tienen un principio que consta de activarse cuando se requiere la apertura de algún fluido como agua o gas. Dentro del tipo de solenoides podemos encontrar normalmente cerradas y normalmente abiertas. (p. 15)



Figura 5. Válvulas solenoides.

Para (Takaezu, 2017), da a conocer lo siguiente:

Un controlador de riego tiene la función de ahorrar agua, preservar la humedad del suelo en los sembríos y básicamente dependen mucho de la programación que se haya dado como las horas de riego por día, por eso esas programaciones deben ser dadas por personal capacitado. (p. 25)

Tabla 1. Controlador de regadío.

Periféricos	Configuración	Pines o Puerto	Pines de Arduinos
ADC	ENTRADA	PUERTOS F y K	ADC0 - ADC15
USART	SALIDA	PE1	TX0
PINES DIGITALES	SALIDA	PE4, PE5, PG5, PE3, PH3, PH4, PH5 y PH6.	2 - 9

Fuente: (Salcedo, 2014).

Para (Escobar, y otros, 2018), sostiene que:

Las tuberías de conducción o también se les puede llamar tubería matriz que son tuberías que van conectadas desde la fuente de alimentación como reservorio hasta las válvulas. Estas tuberías son de mayor diámetro y parcialmente reducidas a diámetros menores con la finalidad de ganar presión. Por otro lado, las tuberías de riego laterales son las que van conectadas en los arcos de riego para después instalar bigotes a 4 metros de distancia para ser llevado por mangueras de goteo en los surcos de los sembríos. (p. 33)



Figura 6. Tuberías de conducción y laterales.

Para (Pacombia, 2017), sostiene que:

En el regadío una pieza fundamental es la bomba tipo turbina, es un tipo de bomba vertical que consta de un motor eléctrico en la parte superior y en la parte inferior un sistema de platos que están sumergidos en agua y conectados al eje del motor. (p. 6)

Para (Pacombia, 2017), sostiene que:

El motor eléctrico situado en la parte superior de la bomba vertical consta de un eje con una ranura de acople que va acoplado al eje directo de la bomba, su arranque es por medio automatizado en este caso por un variador de frecuencia. (p. 5)



Figura 7. Bomba vertical tipo turbina.

Para verificar los niveles de consumo de agua y la presión se usan los siguientes equipos mostrados en la tabla n°2.

Tabla 2. Medidor y Manómetros.

Medidor de Agua	Manómetros
Este equipo va situado en el manifold de entrada para hacer el registro del Sistema de agua que está conducido por las tuberías de acero al carbono.	Estos se usan para verificar la presión en las tuberías de agua y también para detectar algunas fallas por caídas de presión.

Fuente: Elaboración propia.

Para lograr hallar la potencia hidráulica es necesario contar con las siguientes formulas:

$$\text{Potencia útil (kW)} = \text{Caudal (litros/minuto)} \times \text{Presión (bar)} / 600.$$

$$\text{Potencia requerida} = \text{Potencia útil} / (0,85 \times 0,9) = \text{Potencia útil} / 0,765.$$

Para hallar la potencia de la bomba se realiza la siguiente formula:

$$BPH = \frac{SG * Q * H}{450}$$

Donde:

- BPH= Potencia proporcionada al fluido en HP.
- Q= Caudal en lts/min
- H= Altura en bar.
- SG= gravedad específica = 1

Potencia real

$$P_{real} = \frac{P_{teórico}}{\%}$$

Dónde: (%): eficiencia real de la bomba del fabricante.

$$P = Ha * \rho * g * Qt$$

- Ha: Altura de bombeo
- ρ : Densidad del agua
- g : Coeficiente de gravedad
- Q: Caudal

Donde la potencia teórica de la bomba considerando en 1 HP = 745 W.

$$P = \frac{SG * Q * H}{75 * \eta}$$

Donde:

- P= potencia de la bomba
- Q= caudal en L/S
- H= altura en m.
- SG: Gravedad específica= 1
- η : (%)

Potencia de la bomba

$$P = \frac{Q * H}{45}$$

Donde:

- P: Potencia de la bomba.
- Q: caudal en L/s
- H: Altura en m

Horas de riego por turno de trabajo:

$$Ht = LB/Phr$$

Donde:

- ✓ Ht= Horas de riego por turno (h)
- ✓ LB= Lámina bruta (mm)
- ✓ Phr= Precipitación horaria del sistema (mm/h)

También otra de las fórmulas para identificar el volumen de riego bruto por hectárea de terreno es la siguiente:

$$VB = LB - PAR/100$$

Donde:

- ✓ VB= Volumen de riego bruta (m³/ha)
- ✓ LB= Lámina bruta (mm)
- ✓ PAR= Porcentaje de área bajo riego.

El caudal que se requiere para el regadío se puede determinar por la siguiente fórmula:

Para (Cevallos , 2008), “Es el caudal que se necesita para que el sistema de riego funcione” (p. 12).

$$Qr = VBt - Ht$$

Donde:

- ✓ Qr= Caudal requerido (m³/h)

- ✓ VBt = Volumen de riego por turno (m³/turno)
- ✓ Ht = horas de riego por turno (h)

Para determinar la eficiencia de la bomba:

$$\eta_{bomba} (\%) = \frac{\rho g Q H}{potencia\ demandada\ por\ la\ bomba * 1000 \frac{W}{kW}}$$

Para esta investigación es necesario usar la siguiente fórmula para hallar NPSH requerido:

$$NPSHr = H_z + \frac{V_a^2}{2 * g}$$

Donde:

- Hz: Presión mínima necesaria
- Va: Velocidad de entrada de líquido en la bomba.

El margen de seguridad es de 0,5 metros

$$NPSHd \geq NPSHr + 0,5\ m$$

Para hallar pérdidas en tuberías empleamos las siguientes formulas:

$$h = 10.674 * \frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.78}} * L(12)$$

Donde:

- h: pérdida de carga o de energía (m)
- Q: Caudal (m³/s)
- C: coeficiente de rugosidad (adimensional)
- D: diámetro interno de la tubería (m)
- L: Longitud de la tubería (m)

III.MÉTODO

3.1. Tipo y diseño de la investigación

Tipo de la investigación

El tipo de la investigación es aplicativa ya que con la teoría que hemos obtenido previo a las investigaciones documentarias han sido enriquecidas con los conocimientos que se ha obtenido como experiencia de trabajo para diseñar un sistema automatizado de irrigación.

Para (Vargas, 2009) “En ese sentido, se concibe como investigación aplicada tanto la innovación técnica, artesanal e industrial como la propiamente científica” (p. 160)

Diseño de la investigación

Es experimental porque se manipula la variable independiente (diseño de un sistema de riego automatizado) para encontrar cambios en la variable dependiente (reducir el consumo de energía eléctrica).

3.2. Variables, Operacionalización.

Variable independiente:

Diseño de un sistema de riego automatizado.

Variable dependiente:

Para reducir el consumo de energía eléctrica de la etapa 3 en la empresa agrícola Pampa baja S.A.C”.

3.3. Población y Muestra

Población

Sistema de Riego en todos los fundos cercanos a Agrícola Pampa Baja SAC

Muestra

Sistema de riego por goteo en Etapa 2 de la empresa Agrícola Pampa Baja SAC.

3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad

- **Técnicas de recolección de datos**

Observación directa

Se inspeccionó detalladamente el terreno por donde se instalaron las tuberías y el sistema de regadío automatizado.

Para (Ñaupas, y otros, 2014) “La observación es el proceso de conocimiento de la realidad, mediante el contacto directo del sujeto y el objeto o fenómeno por conocer, a través de los sentidos, principalmente la vista, el oído, el tacto y el olfato” (p. 201).

Entrevista

Se desarrolló a los trabajadores que tenían más tiempo de antigüedad en esta empresa para inspeccionar el recorrido de las tuberías, así como también el conocimiento que tienen sobre el sistema automatizado de regadío y las ventajas que tiene para reducir el consumo de energía eléctrica.

Revisión documentaria

Se hizo la revisión de información establecida en documentos confiables que nos brindó antecedentes de riego automatizado.

- **Instrumentos de recolección de datos**

Guías de observación de equipos

Se realizó este instrumento para verificar el estado en que se encontraron los equipos.

Ficha de Entrevista

Este instrumento se realizó con la particularidad de conocer los conocimientos de los trabajadores de cara a este proyecto.

3.5.- Validez:

Para (Hernández, y otros, 2014) “La validez de manera general, se refiere al grado en que un instrumento mide realmente la variable que pretende medir”. (p. 200)

Esta investigación tuvo la validez respaldada por especialistas en sistemas de riego y por ingenieros mecánicos eléctricos que nos ayudaron a sacar adelante este proyecto.

3.6. Confiabilidad:

La confiabilidad fue dada puesto que los equipos son de prestigiosas marcas; en esta investigación se da la certeza que esta investigación es confiable puesto que se ha investigado para que sea de manera auténtica.

3.7. Procedimientos

Por medio de la observación directa se logró hacer un diagnóstico del sistema actual de riego para determinar el consumo de energía eléctrica. Del mismo modo con la entrevista se evaluaron los parámetros y se tuvo una idea de cómo realizar una evaluación económica del proyecto. También con la revisión documental se logró seleccionar los diferentes componentes electromecánicos que conforman el Sistema de Riego Tecnificado Automatizado.

3.8. Métodos de análisis de datos

Para lograr hacer un diagnóstico del sistema de riego actual se plasmaron los datos en SPSS, para evaluar los parámetros y la evaluación de costos se usó EXCEL y para seleccionar los componentes se hizo cuadros comparativos en Word.

3.9. Aspectos éticos

El presente proyecto se elaboró manteniendo la confidencialidad de los antecedentes, datos y documentos con cual se realiza el estudio a fin de evitar cualquier hecho o situación que pudiera suponer o llegar a ocasionar un conflicto de intereses.

IV. RESULTADOS

4.1. Hacer un diagnóstico del sistema actual de riego para determinar el consumo de energía eléctrica de la empresa Agrícola Pampa Baja S.A.C.

Para el desarrollo del presente objetivo, se tomó todos los alcances de ingeniería que implican en el diseño inicial elaborado para los cultivos de cebolla y paprika con respecto al cultivo actual palta.

A continuación, se realiza el diagnóstico de esta área de cultivo para finalmente determinar el consumo de energía eléctrica.

Se tomaron todos los datos de ingeniería referente al diseño hidráulico inicial (cebolla y paprika), tales como planos, áreas, distribuciones por módulo y turnos de riego, datos agronómicos, con estos parámetros se definieron los datos de operación de la bomba.

Se diagnosticó el sistema de riego actual, se determinó que las bombas de turbina vertical trabajan a plena carga mediante arrancadores suaves. Las potencias hidráulicas varían según los caudales requeridos por cada turno de riego. El equipo de bombeo fue seleccionado para las condiciones de operación más críticas

Actualmente los 6 módulos de riego están habilitados con este cultivo (Palta), los equipos de impulsión de agua (Bombas de turbina vertical), las cuales se suministraron e instalaron con las capacidades del diseño inicial, suministran de fluido desde fuentes de almacenamiento (Reservorio: 28000m³), pasan por una estación de filtrado para luego transportar el agua hacia el cultivo.

Se diagnosticó el consumo de energía eléctrica activa actual, asociándolo con los tiempos promedio de riego, así mismo se tuvo que calcular la potencia hidráulica y eléctrica necesaria por cada turno de riego, con estos dos datos se pudo calcular las pérdidas de energía eléctrica.

Tabla 3. Parámetros Diseño Hidráulico Inicial

CONCEPTO	U.M	MÓD 1	MÓD 2	MÓD 3	MÓD 4	MÓD 5	MÓD 6
Cultivo		CEB.	CEB.	CEB.	CEB.	PPK.	PPK.
Área de Irrigación Neta	ha	54.76	54.89	54.84	53.77	54.96	55.26
Líneas / Espacio entre camas	m	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75
Espacio entre plantas	m						
Sistema de irrigación		Goteo	Goteo	Goteo	Goteo	Goteo	Goteo
Tipo de emisor		Stream line 16100	Streaml ine 16100	Stream line 16100	Stream line 16100	Stream line 16100	Stream line 16100
Emisor - presión mínima	m	7	7	7	7	7	7
Descarga de emisor	lph	0.75	0.75	0.75	0.75	1	1
Espaciamiento entre emisores	m	0.2	0.2	0.2	0.2	0.25	0.25
Espaciamiento entre laterales	m	0.583	0.583	0.583	0.583	0.875	0.875
N° de laterales por cama o hilera		3	3	3	3	2	2
Tasa de irrigación	mm/h	6.75	6.75	6.75	6.75	4.8	4.8
Máximo consumo diario	mm/día	6.75	6.75	6.75	6.75	6.4	6.4
Ciclo de irrigación	días	1	1	1	1	1	1
Duración de la operación	h	1	1	1	1	1.33	1.33
N° de operaciones o Turnos		16	16	16	16	12	12
Máxima duración de riego en el día	h	16	16	16	16	16	16
Máxima duración disponible	h	18	18	18	18	18	18
Máxima descarga requerida	m3/h	240	245	240	250	225	225
Máxima descarga disponible	m3/h						
presión requerida en la fuente de agua	mca	51.4	64.1	51.5	64.1	51.5	64.1
Variación de caudal	%	20	20	20	20	20	20
Perdidas de carga en operación crítica	m	34	46	34	46	34	46
Perdida de carga en el filtrado	m	10	10	10	10	10	10
Altura de succión	m	5	5	5	5	5	5
Margen de seguridad	m	2.5	3.1	2.5	3.1	2.5	3.1
Presión requerida (A.D.T)	m	51.5	64.1	51.5	64.1	51.5	64.1
Temperatura del fluido	°C	20	20	20	20	20	20
Temperatura ambiente	°C	30	30	30	30	30	30
Nivel dinámico	m	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Profundidad de la bomba	m	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00

Fuente: Netafim-Proyecto Lote C8. Agrícola Pampa Baja SAC-Olmos

Tabla 4. Capacidad de caudal por Turno

CAUDAL BOMBA	246.6	250.2	246.6	252	244.8	248.4	m3/h
TURNOS DE RIEGO	MÓDULO 1	MÓDULO 2	MÓDULO 3	MÓDULO 4	MÓDULO 5	MÓDULO 6	U.M
TURNO 1	230	240	230	250	220	225	m3/h
TURNO 2	230	240	230	230	220	225	m3/h
TURNO 3	230	240	230	230	220	225	m3/h
TURNO 4	230	240	230	230	225	220	m3/h
TURNO 5	230	240	230	230	225	220	m3/h
TURNO 6	230	240	230	230	225	220	m3/h
TURNO 7	230	240	230	230	220	225	m3/h
TURNO 8	230	240	240	150	220	225	m3/h
TURNO 9	230	245	230	250	220	225	m3/h
TURNO 10	230	230	230	230	225	220	m3/h
TURNO 11	230	230	230	230	225	220	m3/h
TURNO 12	230	230	230	230	225	220	m3/h
TURNO 13	230	230	230	230			m3/h
TURNO 14	230	230	230	230			m3/h
TURNO 15	230	230	230	230			m3/h
TURNO 16	230	230	240	230			m3/h

Fuente: Netafim-Proyecto Lote C8. Agrícola Pampa Baja

Tabla 5. Parámetros de operación de los equipos de impulsión

CONCEPTO	U.M	MÓDULO 1	MÓDULO 2	MÓDULO 3	MÓDULO 4	MÓDULO 5	MÓDULO 6
CONDICIONES DE OPERACIÓN DE LA BOMBA							
CAUDAL	l/s	68.5	69.5	68.5	70	68	69
CAUDAL	m3/h	246.6	250.2	246.6	252	244.8	248.4
A.D.T.	m	52.5	65.1	52.5	65.1	52.5	65.1
EFICIENCIA	%	82.5	83	82.5	83	82.5	83
POTENCIA ABSORBIDA	kW	58.1	72.7	58.1	73.2	57.7	72.2
POTENCIA ABSORBIDA MAX	kW	65.5	78	64.5	79.5	64.5	79.5
VELOCIDAD DE OPERACIÓN	rpm	1770	1770	1770	1770	1770	1770
NPSH REQUERIDO	m	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2
SUMERGENCIA MINIMA	pulg	18	18	18	18	18	18

DATOS DE LA BOMBA							
		MÓD. 1	MOD. 2	MOD. 3	MOD. 4	MOD. 5	MOD. 6
MARCA		Hidrostal	Hidrostal	Hidrostal	Hidrostal	Hidrostal	Hidrostal
TIPO DE BOMBA		HMSS	HMSS	HMSS	HMSS	HMSS	HMSS
TIPO DE IMPULSOR		CERRADO	CERRADO	CERRADO	CERRADO	CERRADO	CERRADO
DIAMETRO DE DESCARGA	pulg	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00
Nº DE ETAPAS		3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
DIÁMETRO DE IMPULSOR	mm	196.00	211.00	196.00	212.00	196.00	211.00
DIÁMETRO EXTERIOR DE LA BOMBA	pulg	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50	11.50
TIPO DE CANASTILLA		CESTO	CESTO	CESTO	CESTO	CESTO	CESTO
TIPO DE LUBRICACIÓN		AGUA	AGUA	AGUA	AGUA	AGUA	AGUA
MOTOR ELÉCTRICO							
MARCA		WEG	WEG	WEG	WEG	WEG	WEG
TIPO		Cerrado	Cerrado	Cerrado	Cerrado	Cerrado	Cerrado
EFICIENCIA		Estandar	Estandar	Estandar	Estandar	Estandar	Estandar
NORMA DE CONSTRUCCIÓN		IEC	IEC	IEC	IEC	IEC	IEC
EJE DE MOTOR		SÓLIDO	SÓLIDO	SÓLIDO	SÓLIDO	SÓLIDO	SÓLIDO
GRADO DE PROTECCIÓN		IPW55	IPW55	IPW55	IPW55	IPW55	IPW55
FRAME		250 S/M	250 S/M	250 S/M	250 S/M	250 S/M	250 S/M
FACTOR DE SERVICIO		1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
POTENCIA NOMINAL	kW	56	75	56	75	56	75
VELOCIDAD NOMINAL	rpm	1775	1775	1775	1775	1775	1775
VOLTAJE FASES	v	440	440	440	440	440	440
TIPO DE ARRANQUE		SOFT STARTER	SOFT STARTER	SOFT STARTER	SOFT STARTER	SOFT STARTER	SOFT STARTER

Fuente propia

Tabla 6. Demanda energía eléctrica Diseño Inicial (Cebolla-Paprika)

CONCEPTO	MÓD 1	MÓD 2	MÓD 3	MÓD 4	MÓD 5	MÓD 6	U.M
Potencia del equipo	56	75	56	75	56	75	kW
Tiempo de riego por turno	1	1	1	1	1	1	h
Numero de turnos	16	16	16	16	16	16	h
Tiempo de riego día	16	16	16	16	16	16	h
Energía activa en horas punta	0	0	0	0	0	0	kWh/día

Energía activa en horas fuera de punta/día	896	1200	896	1200	896	1200	kWh/día
Energía activa en horas fuera de punta / mes	26880	36000	26880	36000	26880	36000	kWh/mes
Energía activa en horas fuera de punta / año	322560	432000	322560	432000	322560	432000	kWh/año

Fuente propia

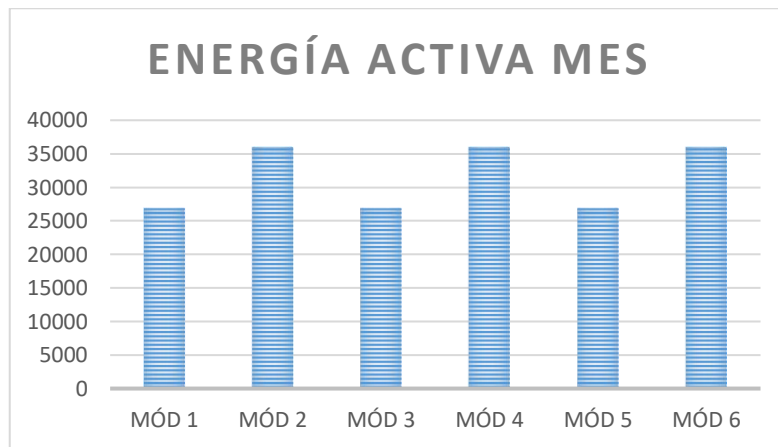


Figura 32. Diseño Inicial Consumo de energía activa - mes

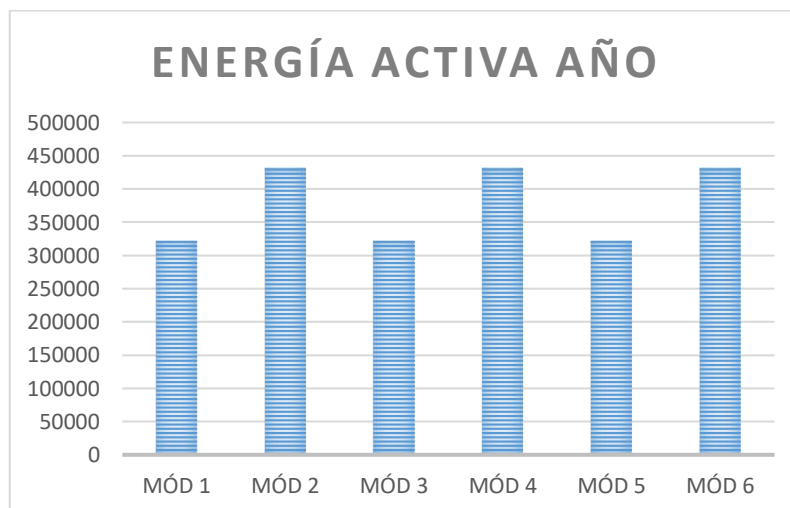


Figura 33. Diseño Inicial Consumo de energía activa - año

4.2. Evaluar los diferentes parámetros que definen el funcionamiento del sistema de riego Automatizado.

Lo proyectado para este nuevo diseño es la implementación de un nuevo cultivo, lo cual implica realizar ciertas modificaciones en las instalaciones hidráulicas, también se ha implementado sistemas de drenaje en todo el predio reduciendo algunas áreas de cultivo, estos cambios van a influir en las condiciones de operación de los equipos de bombeo.

Para el desarrollo del presente objetivo, se realizó el replanteo de las áreas de riego, se tomaron los datos agronómicos del cultivo (Palta), con estos datos se calcularon los nuevos caudales de operación por válvula y turnos de riego, este último define el punto de operación de la bomba.

Para el desarrollo del presente objetivo se determinó que las nuevas áreas riego las cuales se han visto reducidas por sistemas de drenaje, así mismo se verifico que la distribución de este cultivo es diferente al cultivo del diseño inicial; el número de laterales, caudal del emisor, distancia entre goteros, separaciones entre planta de forma vertical y horizontal, todo esto cambia.

Con los cálculos realizados se determinó la máxima potencia requerida, así mismo las potencias que requiere el cultivo en cada turno de riego.

Como resultado tenemos que las variaciones de caudal en los turnos de riego, en todos los casos menores al caudal de operación de la bomba, y si son comandados por tableros eléctricos con arrancador Soft Starter que actualmente cuentan, van a originar que el sistema gracias a una válvula sostenedora - reguladora, la cual se encarga de entregar el caudal y presión necesaria para el cultivo, se vea obligado a retornar el fluido al reservorio por exceso de presión por intermedio de válvulas de alivio ubicadas en las salidas de cada bomba. Esto es un indicador de un exceso en el consumo de energía eléctrica.

Se realizó el cálculo a través de las leyes de la semejanza física de las máquinas hidráulicas rotativas donde las curvas de funcionamiento de una bomba centrífuga son alteradas, cambiando así el punto de operación del sistema para cada turno de riego.

Estos datos fueron ingresados al PLC y enlazados al Variador de velocidad, obteniendo que el equipo de bombeo mantenga su punto de operación en diferentes condiciones de funcionamiento.

Tabla 7. Información Básica. Etapa II. Palto

CONCEPTO	U.M	MÓD 1	MÓD 2	MÓD 3	MÓD 4	MÓD 5	MÓD 6
AREA	ha	46.94	49.82	51.36	50.45	50.25	50.59
CULTIVO		PALTA	PALTA	PALTA	PALTA	PALTA	PALTA
DISTANCIA SURCOS	m	7	7	7	7	7	7
DIST. PLANTAS	cm	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
SUELO		ARENOSO					
UBICACIÓN		COSTA CENTRAL					
METODO RIEGO		GOTEO					
FUENTE ENERGÍA		ELECTRICIDAD ("HORAS PUNTA")					
TOPOGRAFÍA		UNIFORME, 1%					
OPERACIÓN DIARIA	h/d	16	16	16	16	16	16

Fuente propia

Tabla 8. diseño Agronómico. Etapa II. Palto

CONCEPTO	U.M	MÓD 1	MÓD 2	MÓD 3	MÓD 4	MÓD 5	MÓD 6
EVAPOT. POTENCIAL	mm/d	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2
COEFICIENTE CULTIVO		1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
EFICIENCIA		90%	90%	90%	90%	90%	90%
LÁMINA DE DISEÑO	mm/d	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4
EMISOR		NO AUTOCOMPENS/c10mil					
PRESIÓN NOMINAL	mca	10	10	10	10	10	10
CAUDAL	l/h	1	1	1	1	1	1
DIST. GOTEROS	m	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
DIST. LÍNEAS	m	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75
#LÍNEAS POR SURCO		1	1	1	1	1	1
PRECIPITACIÓN HORARIA	mm/h	2.29	2.29	2.29	2.29	2.29	2.29
CAUDAL POR HECTÁREA	m ³ /h/ha	22.9	22.86	22.86	22.86	22.86	22.86
TIEMPO DE RIEGO POR TURNO	h/dia	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78

#TURNOS DE RIEGO CALC		5.75	5.75	5.75	5.75	5.75	5.75
#TURNOS DE RIEGOREAL		6	6	6	6	6	6
AREA DE TURNOS DE RIEGO	ha	7.8227	8.30	8.56	8.41	8.38	8.43
CAUDAL TURNOS DE RIEGO	m3/h	178.8	189.8	195.6	192.2	191.4	192.7
CAUDAL TURNOS DE RIEGO	l/s	49.7	52.7	54.3	53.4	53.2	53.5

Fuente propia

Tabla 9. Cálculo de caudal por turno. Etapa II. Palto

CONCEPTO	U.M	MÓD 1	MÓD 2	MÓD 3	MÓD 4	MÓD 5	MÓD 6
Caudal x Bomba	m3/h	246.60	250.2	246.6	252	244.8	248.4
TURNO 1	ha	6.36	8.00	8.82	8.03	8.85	8.75
	m3/h	145.36	182.75	201.62	183.49	202.30	200.00
TURNO 2	ha	8.33	8.93	7.83	9.00	8.85	8.22
	m3/h	190.32	204.11	179.05	205.76	202.37	187.89
TURNO 3	ha	8.37	8.84	8.23	9.09	7.73	6.47
	m3/h	191.27	202.08	188.08	207.82	176.67	147.89
TURNO 4	ha	8.49	8.87	8.84	7.96	9.22	8.71
	m3/h	194.03	202.68	202.03	181.98	210.83	199.09
TURNO 5	ha	8.39	8.88	8.84	7.49	7.86	9.21
	m3/h	191.67	203.00	202.02	171.31	179.71	210.51
TURNO 6	ha	7.01	6.31	8.80	8.87	7.74	9.22
	m3/h	160.18	144.19	201.07	202.70	176.90	210.74

Fuente propia

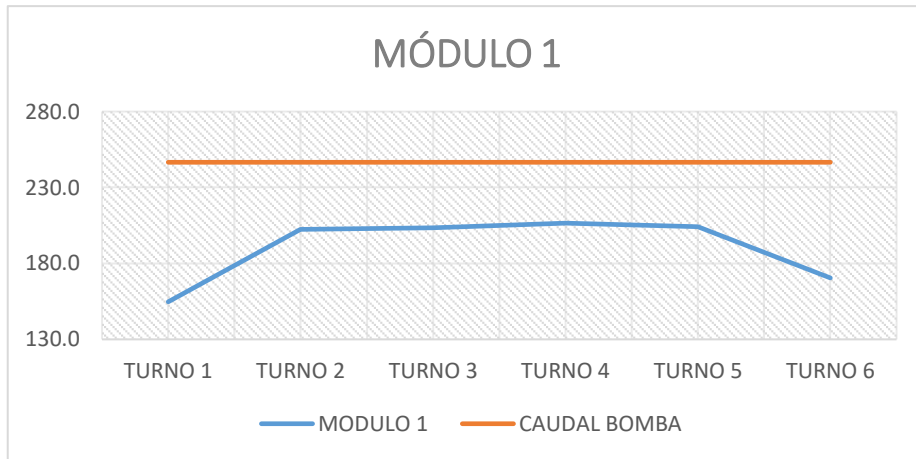


Figura 33. Caudal requerido vs disponible Turnos Módulo 1

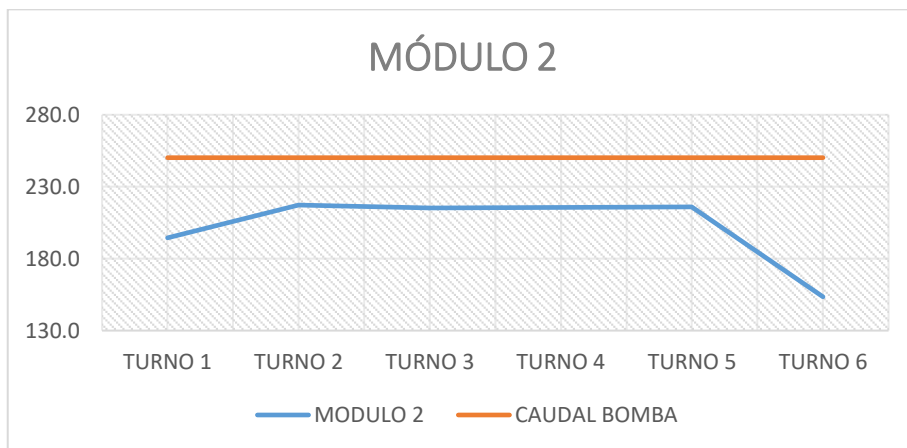


Figura 34. Caudal requerido vs disponible Turnos Módulo 2

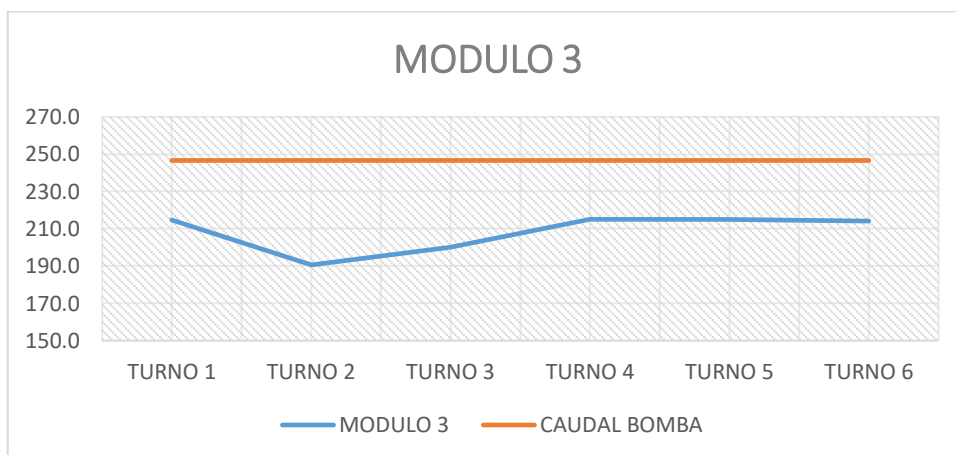


Figura 35. Caudal requerido vs disponible Turnos Módulo 3

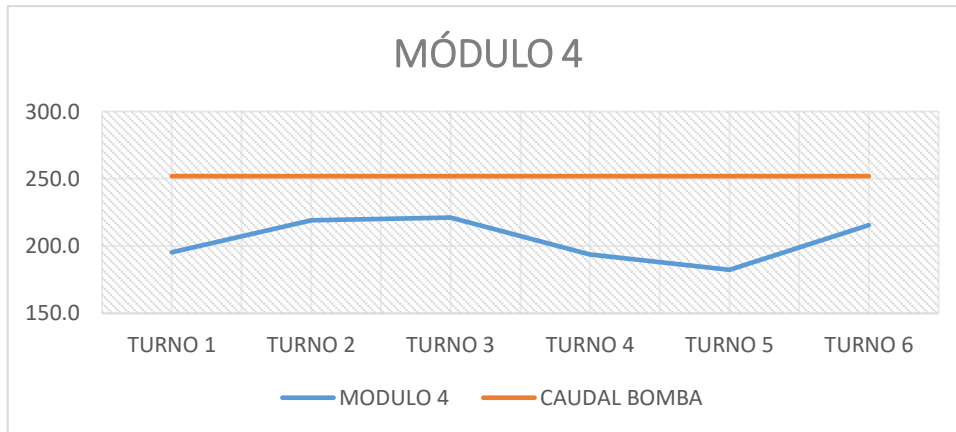


Figura 36. Caudal requerido vs disponible Turnos Módulo 4

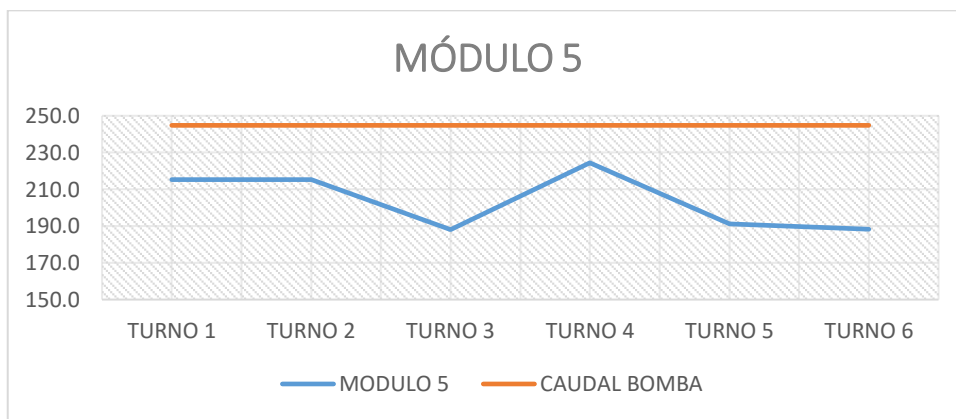


Figura 36. Caudal requerido vs disponible Turnos Módulo 5

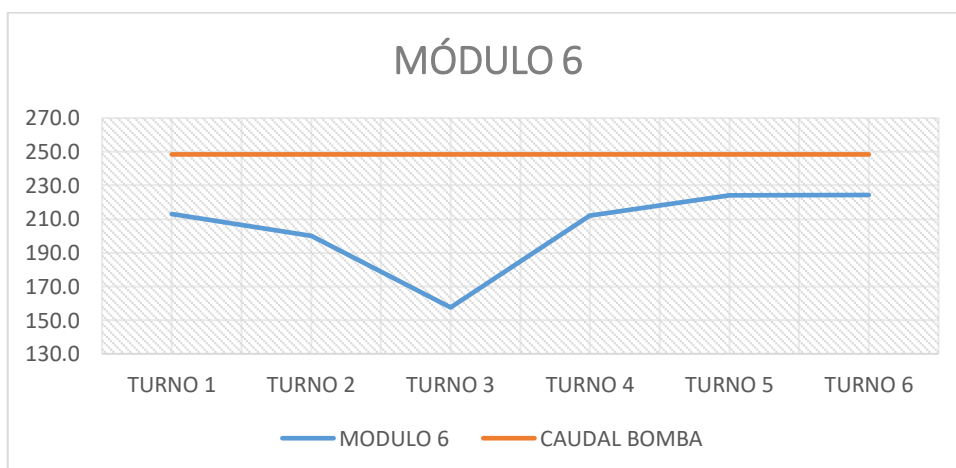


Figura 37. Caudal requerido vs disponible Turnos Módulo

$$H_f = 1.131 \times 10^9 \times L \times (Q/C)^{1.852} \times D^{-4.871}$$

Hf : PÉRDIDAS DE CARGA POR FRICCIÓN (mca)
L : LONGITUD (m)
Q : CAUDAL (m3/h)
C : COEFICIENTE DE RUGOSIDAD
D : DIÁMETRO INTERIOR (mm)

Tabla 10. Calculo ADT en operación crítica. Etapa II. Palto

CONCEPTO	U.M	MOD 1	MOD 2	MOD 3	MOD 4	MOD 5	MOD 6
LATERAL RIEGO	m	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
LEY DEL 20%	m	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
ARCO DE RIEGO	m	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
PERDIDAS FRICCIÓN RED	m	24.00	27.00	25.00	27.00	24.00	25.00
PERDIDAS SECUND. RED	m	1.20	1.35	1.25	1.35	1.20	1.25
ALTURA DE SUCCIÓN	m	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
DESNIVEL TOPOGRÁFICO	m	4.00	6.00	-2.00	5.00	-2.00	6.00
PERDIDAS DE CARGA EN OPERACIÓN CRÍTICA	m	48.70	53.85	43.75	52.85	42.70	51.75
PERDIDAS DE CARGA EN CABEZAL RIEGO	m	11.75	11.75	11.75	11.75	11.75	11.75
SUBTOTAL	m	60.45	65.60	55.50	64.60	54.45	63.50
MARGEN SEGURIDAD (10%)	m	6.05	6.56	5.55	6.46	5.45	6.35
ADT	m	66.50	72.16	61.05	71.06	59.90	69.85

Fuente propia

$$POT = (Q * ADT) / (270 * Ef)$$

DONDE:

POT : POTENCIA DE BOMBEO (HP)
Q : CAUDAL DE DISEÑO (m3/h)
ADT : ALTURA DINÁMICA TOTAL (mca)
Ef : EFICIENCIA

Tabla 11. Cálculo Máxima Potencia Bombas. Etapa II. Palto

CONCEPTO	U.M	MOD 1	MOD 2	MOD 3	MOD 4	MOD 5	MOD 6
CAUDAL	m3/h	178.80	189.80	195.65	192.18	191.43	192.72
EFICIENCIA	%	0.825	0.83	0.825	0.83	0.825	0.83
ADT	m	66.50	72.16	61.05	71.06	59.90	69.85
POTENCIA HIDRÁULICA	HP	44.04	50.73	44.24	50.58	42.47	49.86
POTENCIA ELÉCTRICA	HP	53.38	61.12	53.62	60.94	51.47	60.07
	KW	39.82	45.59	40.00	45.46	38.40	44.81

Fuente propia

A través de las leyes de semejanza física de las máquinas hidráulicas rotativas, las curvas de funcionamiento de una bomba centrífuga son alteradas cambiando así el punto de operación del sistema.

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

$$\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^3$$

N_1, N_2 : Velocidad de rotación de la bomba;
 Q_1, Q_2 : Caudal de la bomba;
 H_1, H_2 : Altura manométrica total de la bomba;
 P_1, P_2 : Potencia consumida de la bomba.

Tabla 12. Cálculo Punto de operación equipos de bombeo y consumo de energía activa. Etapa II. Palto

CONCEPTO	U.M	MÓD 1	MÓD 2	MÓD 3	MÓD 4	MÓD 5	MÓD 6
POTENCIA BOMBA	KW	56	75	56	75	56	75
VELOCIDAD	RPM	1775	1775	1775	1775	1775	1775
FRECUENCIA DE LA BOMBA	HZ	60	60	60	60	60	60
CAUDAL BOMBA	L/S	68.5	69.5	68.5	70	68	69
	m3/h	246.6	250.2	246.6	252	244.8	248.4

T 1	CAUDAL DE DISEÑO	m3/h	145.36	182.75	201.62	183.49	202.30	200.00
	POTENCIA DE OPERACIÓN	KW	33.01	54.78	45.79	54.61	46.28	60.39
	VELOCIDAD DE OPERACIÓN	RPM	1046.30	1296.50	1451.24	1292.44	1466.87	1429.15
	FRECUENCIA DE OPERACIÓN	HZ	35.37	43.83	49.06	43.69	49.58	48.31
	TIEMPO DE RIEGO X TURNO	h	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78
	ENERGÍA ACTIVA	kWh/Día	91.79	152.32	127.31	151.85	128.68	167.91
		kWh/Me s kWh/Año	2753.59 33043.1 0	4569.71 54836.5 6	3819.29 45831.4 8	4555.40 54664.8 1	3860.41 46324.9 7	5037.24 60446.8 6
T 2	CAUDAL DE DISEÑO	m3/h	190.32	204.11	179.05	205.76	202.37	187.89
	POTENCIA DE OPERACIÓN	KW	43.22	61.19	40.66	61.24	46.29	56.73
	VELOCIDAD DE OPERACIÓN	RPM	1369.92	1448.05	1288.76	1449.30	1467.37	1342.58
	FRECUENCIA DE OPERACIÓN	HZ	46.31	48.95	43.56	48.99	49.60	45.38
	TIEMPO DE RIEGO X TURNO	h	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78
	ENERGÍA ACTIVA	kWh/Día	120.18	170.13	113.06	170.28	128.72	157.74
		kWh/Me s kWh/Año	3605.27 43263.2 0	5103.88 61246.5 2	3391.68 40700.1 2	5108.28 61299.3 3	3861.72 46340.6 7	4732.13 56785.5 1
T 3	CAUDAL DE DISEÑO	m3/h	191.27	202.08	188.08	207.82	176.67	147.89
	POTENCIA DE OPERACIÓN	KW	43.44	60.57	42.71	61.85	40.42	44.65
	VELOCIDAD DE OPERACIÓN	RPM	1376.75	1433.59	1353.80	1463.79	1281.03	1056.75

	FRECUENCIA DE OPERACIÓN	HZ	46.54	48.46	45.76	49.48	43.30	35.72
	TIEMPO DE RIEGO X TURNO	h	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78
	ENERGÍA ACTIVA	kWh/Día	120.77	168.43	118.76	171.98	112.38	124.16
		kWh/Me	3623.24	5052.90	3562.83	5159.35	3371.34	3724.68
		s	43478.8	60634.7	42754.0	61912.1	40456.1	44696.1
		o	3	4	2	9	0	4
T 4	CAUDAL DE DISEÑO	m3/h	194.03	202.68	202.03	181.98	210.83	199.09
	POTENCIA DE OPERACIÓN	KW	44.06	60.75	45.88	54.16	48.23	60.11
	VELOCIDAD DE OPERACIÓN	RPM	1396.59	1437.85	1454.22	1281.78	1528.70	1422.61
	FRECUENCIA DE OPERACIÓN	HZ	47.21	48.60	49.16	43.33	51.67	48.09
	TIEMPO DE RIEGO X TURNO	h	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78
	ENERGÍA ACTIVA	kWh/Día	122.52	168.93	127.57	150.59	134.10	167.14
kWh/Me		3675.45	5067.93	3827.13	4517.84	4023.15	5014.21	
		s	44105.4	60815.1	45925.5	54214.0	48277.7	60170.5
		o	4	2	2	2	7	3
T 5	CAUDAL DE DISEÑO	m3/h	191.67	203.00	202.02	171.31	179.71	210.51
	POTENCIA DE OPERACIÓN	KW	43.53	60.85	45.88	50.98	41.11	63.56
	VELOCIDAD DE OPERACIÓN	RPM	1379.61	1440.16	1454.09	1206.63	1303.06	1504.28
	FRECUENCIA DE OPERACIÓN	HZ	46.63	48.68	49.15	40.79	44.05	50.85
	TIEMPO DE RIEGO X TURNO	h	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78
	ENERGÍA ACTIVA	kWh/Día	121.03	169.20	127.56	141.76	114.31	176.74
kWh/Me		3630.77	5076.04	3826.78	4252.94	3429.31	5302.05	
		s	43569.2	60912.5	45921.3	51035.3	41151.7	63624.6
		o	4	1	7	4	0	4
T 6	CAUDAL DE DISEÑO	m3/h	160.18	144.19	201.07	202.70	176.90	210.74
	POTENCIA DE OPERACIÓN	KW	36.37	43.22	45.66	60.33	40.47	63.63
	VELOCIDAD DE OPERACIÓN	RPM	1152.93	1022.91	1447.31	1427.76	1282.64	1505.91
	FRECUENCIA DE OPERACIÓN	HZ	38.97	34.58	48.92	48.26	43.36	50.90
	TIEMPO DE RIEGO X TURNO	h	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78
	ENERGÍA ACTIVA	kWh/Día	101.14	120.18	126.96	167.75	112.52	176.93
kWh/Me		3034.21	3605.41	3808.94	5032.35	3375.57	5307.81	
		s	36410.4	43264.8	45707.3	60388.2	40506.8	63693.7
		o	9	7	0	2	7	2

Fuente propia

La tabla 10 nos determina las velocidades y frecuencias en la cual debe trabajar el equipo de bombeo según el requerimiento del sistema.

La arquitectura de control está orientada al control automático de flujo de agua en 06 módulos de riego los cuales están equipados con bombas verticales de 75 HP y 100 HP que bombean el agua desde el reservorio hacia las parcelas de cultivo. Esta arquitectura está orientada a brindar alta disponibilidad al proceso de control de flujo de agua en cada módulo de riego.

La arquitectura del Sistema de Control propuesto corresponde a un control de tipo automático de flujo de agua que será controlado por la medición de un contador de flujo, el cual sensará el flujo volumétrico en la tubería, haciendo arrancar y parar las bombas mediante variadores de frecuencia.

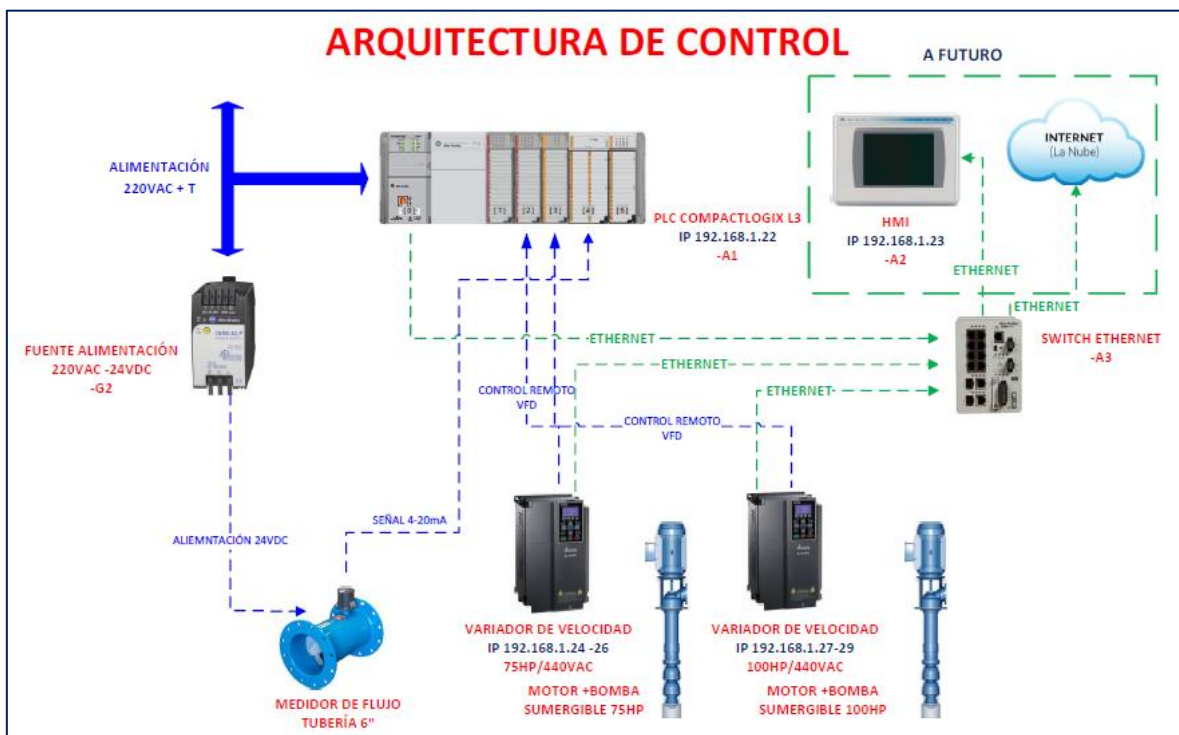


Figura 39. Arquitectura de control automático

4.3. Seleccionar y presupuesto de los diferentes componentes que conforman el sistema automatizado para el control y operación variable de equipos de bombeo.

PROYECTO: CONTROL DE FLUJO DE AGUA EN ÁREA DE REBOMBEO DE SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO, OLMOS, LAMBAYEQUE						
DESCRIPCIÓN		U.M	CANT	P.U (\$)	PARCIAL (\$)	TOTAL (\$)
01	COSTOS DIRECTOS					60,238.07
01.01	OBRAS PRELIMINARES DE OBRA				1,472.54	
01.01.01	MOVILIZACIÓN DE MATERIALES Y EQUIPOS PUESTOS EN EL FUNDO (EQUIPOS SUELTOS)	VJE	1.00	532.63	532.63	
01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	GLB	1.00	272.26	272.26	
01.01.03	DESARROLLO DE INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	GLB	1.00	667.65	667.65	
01.02	SUMINISTRO DE TABLEROS VFD				46,402.81	
01.02.01	TABLERO VFD PARA ARRANQUE DE BOMBA 75HP	UND.	3.00	7,297.66	21,892.97	
01.02.01.01	<ul style="list-style-type: none"> * 01 1SDA063548R1 SOR 220-240 VAC Bobina de apertura * 01 VFD550C43A Variador electrónico de 75 HP 460 volt. marca DELTA Electronics con control vectorial Tensión nominal 380-480 VAC (-15%, + 10%) * 01 módulo de comunicación Ethernet (Ethernet IP y/o Modbus TCP) * 02 interruptor termomagnético monofásico de control 10A,10KA ABB * 02 Relay Tipo Miniatura 4 NANC, 6A, bobina de control 120VAC. MARCA: ABB * 01 Rele de control de fase y temperatura, RM35-T - 24..240 V AC/DC - 2 NO * 01 modulo supresor de picos trifasico compuesto por 3 descargadores BUSSMAN de 20 KA.por fase 385V 	und	1.00	7,297.66	7,297.66	

	<ul style="list-style-type: none"> * 01 transformador de control 250 VA, 460VAC /110VAC (Sistema de mando y control) * Pulsadores de mando, cuerpo metálico ABB (START: VERDE, STOP: ROJO) * Pilotos de señalización, cuerpo metálico ABB (ARRANQUE: VERDE, PARO: ROJO, FALLA: AMBAR) * Pulsador modular de parada de emergencia, tipo hongo rojo ø40 mm, girar para desenclavar 2NC. MARCA: ABB * 01 selector modular de 3 posiciones, mantenido, no iluminado de maneta corta negro 4NA, MARCA: ABB * Consumibles y accesorios para montaje interno (riel DIN, canaletas, terminaciones, cable de control, rotulado de cable, separadores, borneras, portaplanos, etc) * Pernería de fijación de equipos y accesorios * 01 sistema de cableado de fuerza para distribución y energía de Arranque VFD 75HP + accesorios de montaje y fijación* 01 Sistema de borneras de fuerza y control * Rotulado de tablero y equipos. * Acondicionamiento de tablero existente para armado y montaje de equipos de control y fuerza (se reutilizará el armario metálico auto soportado, interruptor principal y el transformador de control) * Armado y construcción de tablero eléctrico con arranque VFD 75HP en fundo del cliente. * Pruebas FAT y protocolo de pruebas * Planos eléctricos y mecánicos del tablero. 						
01.02.02	TABLERO VFD PARA ARRANQUE DE BOMBA 100HP	UND.	3.00	8,169.95	24,509.84		

01.02.02.01	<ul style="list-style-type: none"> * 01 1SDA063548R1 SOR 220-240 VAC Bobina de apertura * 01 VFD750C43A Variador electrónico de 75 HP 460 volt. marca DELTA Electronics con control vectorial Tensión nominal 380-480 VAC (-15% + 10%) * 01 módulo de comunicación Ethernet (Ethernet IP y/o Modbus TCP) * 02 interruptor termomagnético monofásico de control 10A,10KA ABB * 02 Relay Tipo Miniatura 4 NANC, 6A, bobina de control 120VAC. MARCA: ABB * 01 Rele de control de fase y temperatura, RM35-T - 24..240 V AC/DC - 2 NO * 01 modulo supresor de picos trifásico compuesto por 3 descargadores BUSSMAN de 20 KA.por fase 385V * 02 transformadores de control 250 VA, 460VAC /110VAC (Sistema de mando y control) * Pulsadores de mando, cuerpo metálico ABB (START: VERDE, STOP: ROJO) * Pilotos de señalización, cuerpo metálico ABB (ARRANQUE: VERDE, PARO: ROJO, FALLA: AMBAR) * Pulsador modular de parada de emergencia, tipo hongo rojo ø40 mm, girar para desenclavar 2NC. MARCA: ABB * 01 selector modular de 3 posiciones, mantenido, no iluminado de maneta corta negro 4NA, MARCA: ABB * Consumibles y accesorios para montaje interno (riel DIN, canaletas, terminaciones, cable de control, rotulado de cable, separadores, borneras, portaplanos, etc) * Pernería de fijación de equipos y accesorios * 01 sistema de cableado de fuerza para distribución y energía 	glb.	1.00	8,169.95	8,169.95	
-------------	--	------	------	----------	----------	--

	<p>de Arranque VFD 100HP + accesorios de montaje y fijación*</p> <p>01 Sistema de borneras de fuerza y control * Rotulado de tablero y equipos.</p> <p>* Acondicionamiento de tablero existente para armado y montaje de equipos de control y fuerza (se reutilizará el armario metálico auto soportado, interruptor principal y el transformador de control)</p> <p>* Armado y construcción de tablero eléctrico con arranque VFD 100HP en fondo del cliente.</p> <p>* Pruebas FAT y protocolo de pruebas</p> <p>* Planos eléctricos y mecánicos del tablero</p>					
01.03	SUMINISTRO DE EQUIPOS DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL				9,539.75	
01.03.01	TABLERO DE CONTROL TC-001	UND.	1.00	9,539.75	9,539.75	
01.03.01.01	<p>*(01) Tablero Metalico adosado NEMA12, Acabado color RAL 2004, incluye accesorios de montaje: placa y pernería. Dimensiones:1000*800*500 mm Al*An*Pr</p> <p>* (01) CompactLogix 5370 L3 Controller, 2 EtherNet/IP ports, 1MB memory w/ supercap backup, up to 8 1769 I/O expansion modules, 16 EtherNet/IP and 120 TCP connections</p> <p>* (01) 120/240V AC Power Supply (5V @ 2 Amp)</p> <p>* (02) 16 Point 120 VAC Input Module</p> <p>* (01) 8 Point 120/240 VAC Output Module</p> <p>* (01) 8 Channel Analog Voltage/Current Input Module</p> <p>* (01) 8 Channel Analog Current Output Module</p>	UND	1.00	9,539.75	9,539.75	

	<ul style="list-style-type: none"> * (01) Right End Cap Terminator * (01) Stratix 5700, 8 copper 10/100 ports, 2 combo (copper or SFP slot) 10/100/1000 ports, full FW, 1588 PTP, NAT, Supports DLR * Fuente de alimentación 24VDC/5A * Interruptores en riel DIN monofásicos * Accesorios para montaje interno (riel DIN, canaletas, cableado eléctrico, terminaciones, cintillos, pernería de fijación) * Sistema de borneras y terminaciones de señales a campo * Sistema de rotulado y señalización de cableado, equipos y tablero. * Otros consumibles y materiales para montaje interno * Planos eléctricos y mecánicos * Pruebas FAT y protocolo de pruebas. 					
01.04	INTEGRACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE CONTROL DE FLUJO EN 06 MÓDULOS DE REBOMBEO				2,822.97	
01.04.01	CONEXIONADO, PROGRAMACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE PLC PARA CONTROL DE FLUJO EN 06 MÓDULOS DE REBOMBEO	UND.	1.00	2,822.97	2,822.97	
01.04.01.01	<ul style="list-style-type: none"> * Montaje y fijación de Tablero de control TC-001 * Conexión de señales al tablero de control TC-001 (No incluye suministro, instalación y tendido de cableado eléctrico de fuerza y control y/o ductería conduit) * Programación y configuración de controlador lógico programable (PLC) * Parametrización de 06 variadores de velocidad VFD DELTA (03 VFD 75 HP, 03 VFD 100HP) 	UND	1.00	2,822.97	2,822.97	

	* Dossier de calidad (Informe de actividades ejecutadas, manual de operación, AS-BUILT planos eléctricos y mecánicos, lista de entradas y salidas, filosofía de control, capacitación a personal operador por 4 horas)					
02	COSTOS INDIRECTOS	%	8%			5,000.00
02.01	GASTOS GENERALES FIJOS	glb	1.00			
02.02	GASTOS GENERALES VARIABLES	glb	1.00			
03	UTILIDAD	%	8%		65,238.07	5,261.93
PRECIO TOTAL DE OBRA (Sin impuestos)					\$	70,500.00

a) Los equipos ofertados serán utilizados para el sistema de control de flujo de agua en el área de rebombeo. El sistema es escalable a futuro con protocolo de comunicación ethernet y monitoreo remoto a través de un sistema SCADA o por un dispositivo Móvil.

b) La cotización es por el sistema de control de flujo de agua (06) módulos de rebombeo con VFD. Se ha considerado re-utilizar los armarios metálicos de los tableros existentes, así como el interruptor principal y transformador de control de los 6 tableros con arranque softstarter.

c) No se ha considerado el suministro de los medidores de flujo, debido a que se ha previsto usar los existentes utilizados en el contador de riego DRIMER2. Sin embargo, al realizar el trazo y replanteo del proyecto, esto permitirá evaluar si será necesario la adquisición de nuevos flujómetros o si se usan los existentes

4.4. Realizar una evaluación económica empleando los indicadores VAN y TIR

Para la realización del presente objetivo en primer lugar se realizó el presupuesto del proyecto obteniendo la inversión a realizar.

Se realizó el consumo de energía activa con los equipos de bombeo si trabajaran con el sistema eléctrico de control y potencia actual (Arrancadores suaves – Soft Starter) los cuales operan a plena carga para las diferentes condiciones del sistema de riego.

Teniendo estos consumos se realizó la diferencia económica entre este sistema y el sistema propuesto por la tesis (Sistema de operación variable para las diferentes condiciones del sistema de riego). Esta diferencia sería nuestro flujo neto efectivo proyectado, este dato sirvió para hallar los indicadores VAN y TIR comprobando que el proyecto sea viable.

Tabla 13. Simulación consumo de energía activa con el sistema eléctrico actual - soft starter. Etapa II. Palto

CONCEPTO	U.M	MÓD 1	MÓD 2	MÓD 3	MÓD 4	MÓD 5	MÓD 6
POTENCIA DEL SISTEMA	KW	56.00	75.00	56.00	75.00	56.00	75.00
TIEMPO DE RIEGO X TURNO	h	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78	2.78
NUMERO DE TURNOS		6	6	6	6	6	6
OPERACIÓN DIARIA	h	16.68	16.68	16.68	16.68	16.68	16.68
ENERGÍA ACTIVA	KWh/día	934.27	1251.25	934.27	1251.25	934.27	1251.25
	KWh/mes	28028	37538	28028	37538	28028	37538
	KWh/año	336336	450450	336336	450450	336336	450450

Fuente propia

Tabla 14. Cálculo flujo neto efectivo. Etapa II. Palto

COSTO kWh (U\$)		0.05						
CONCEPTO	U.M	MÓD 1	MÓD 2	MÓD 3	MÓD 4	MÓD 5	MÓD 6	TOTAL
ENERGÍA ACTIVA AÑO. SISTEMA	KWh /año	336336.0	450450.0	336336.0	450450.0	336336.0	450450.0	2360358.0
SOFT STARTER	U\$	16,595.8	22,226.5	16,595.8	22,226.5	16,595.8	22,226.4	116,466.8
ENERGÍA ACTIVA AÑO. SISTEMA	KWh /año	243870.3	341710.3	266839.8	343513.9	263058.1	349417.4	1808409.8
CONTROL VARIABLE	U\$	12,033.3	16,860.9	13,166.6	16,949.9	12,980.0	17,241.2	89,232.11

FLUJO NETO EFECTIVO PROYECTADO	U\$\$	4,562.52	5,365.53	3,429.14	5,276.53	3,615.74	4,985.24	27,234.70
--------------------------------	-------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	------------------

Fuente propia

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} - I_0$$

Tabla 15. Cálculo del valor neto actual del proyecto

Numero de Periodos	4		
Tipo de Periodo	ANUAL		
Tasa de Descuento	10%		
INVERSIÓN	-70,500.00		
NRO	FUJO NETO EFECTIVO PROYECTADO	(1+i) ^	FNE(1+i) ^
0	-70500.00		-70500.00
1	27597.41	1.10	25088.55
2	27597.41	1.21	22807.78
3	27597.41	1.33	20734.34
4	27597.41	1.46	18849.40
VAN			16980.07

Fuente propia

$$TIR = \left[-I + \left[\frac{FC}{(1+X)^n} \right] \dots \right] = 0$$

Labels: Inversión inicial (points to -I), Flujo de Caja Neto (points to FC), Tasa de descuento o incógnita (points to X), Periodo de tiempo (points to n).

Tabla 16. Cálculo de tasa Interna de Retorno

TASA INTERNA DE RETORNO	
TASA DE DESCUENTO	VAN
0%	39889.63
5%	27359.04
10%	16980.07
15%	8290.00
20%	942.36
25%	-5325.96

30%	-10717.37
35%	-15389.41
40%	-19466.06
TIR	20.70%

Fuente propia

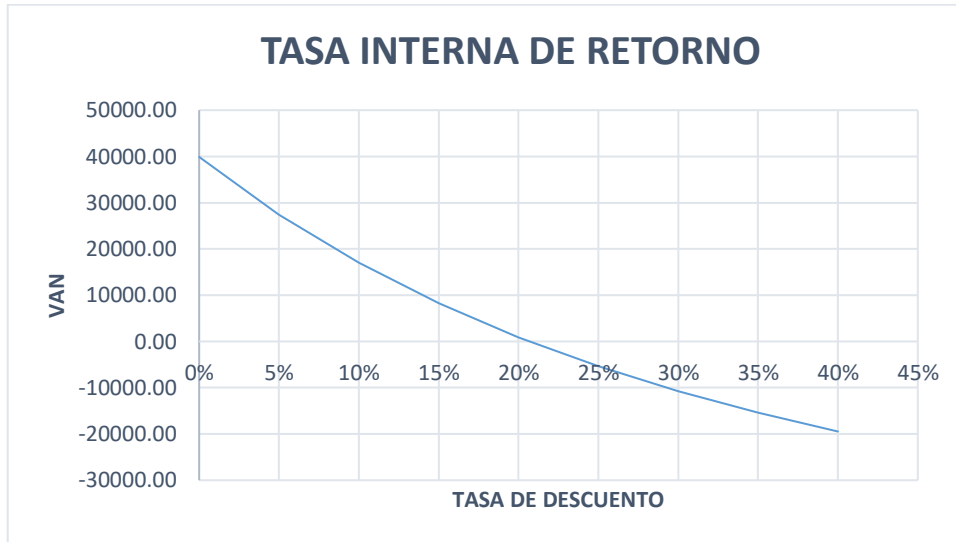


Figura 40. Gráfico Tasa Interna de Retorno

V. DISCUSION

Se da una confirmación adecuada a la hipótesis que el sistema de riego automatizada da una disminución en el consumo de energía eléctrica.

Esto guarda similitud con el autor Franco (2018), que refiere que el riego tiene mucha importancia en los campos de cultivos para mantener los sembríos en óptimo desarrollo secuencial; en algunos sembríos se hace el riego por aspersión y en este caso por goteo.

También esta investigación está de acuerdo con lo que da a conocer Rojas (2018) donde nos menciona que el riego por goteo es un sistema muy novedoso que con el pasar del tiempo se ha ido introduciendo en los grandes y pequeños cultivos de la región.

Del mismo modo se está de acuerdo con lo que menciona Villacorta (2017); el autor menciona algo que se llevó a cabo en esta investigación que en primer lugar para tener un diseño de un sistema de regadío se debe levantar información de ingeniería de campo en todo el terreno que se pretende regar.

VI. CONCLUSIONES

1. El sistema actual de riego tiene consumos de energía eléctrica innecesarios, puesto que según diseño hidráulico cada turno de riego trabaja a diferentes tipos de potencia y en la mayoría de los casos son menores a la electrobomba la misma que al trabajar con un arrancador Soft Starter funcionan a plena carga, retornando así el exceso de agua por la válvula de alivio hacia el reservorio.
2. Los parámetros agronómicos definieron nuestro consumo hídrico pudiendo así distribuir el mismo, a las diferentes áreas de cultivo, teniendo los datos hidráulicos necesarios para poder hallar la potencia hidráulica de cada sistema.
3. Se ha tomado en consideración todos los cálculos que han definido la distribución del recurso hídrico a cada área o sistema, como resultado tenemos valores de potencia, caudal y presión hidráulica por cada área los mismos que determinaron las características de cada componente a seleccionar.
4. Se concluye que la inversión en tecnología en este nuevo diseño es rentable, reduce considerablemente los gastos en energía eléctrica y así mismo disminuye los impactos ambientales originados en la generación de este recurso.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que la gerencia de Agrícola Pampa Baja apruebe el proyecto por la rentabilidad futura que otorga.
2. Se recomienda la ejecución del proyecto puesto que el sistema tendrá una mejora en la eficiencia energética, reflejada en un mejor control y consumo del recurso hídrico así mismo de la energía eléctrica.
3. Es necesario actualizar el plan de mantenimiento de los equipos de bombeo, implementando este nuevo sistema tendremos un eficiente punto operación las frecuencias de estas actividades preventivas se extenderían y las correctivas reducirían.
4. Es recomendable que se brinde capacitaciones instructivas al personal sobre la lógica de funcionamiento del sistema automático de control de frecuencia - caudal de las bombas de riego según el diseño hidráulico requerido en cada sector.
5. Se recomienda hacer una auditoria energética antes y después de la ejecución del proyecto y así tener el porcentaje de eficiencia en el sistema eléctrico e hídrico del fundo Agrícola Pampa Baja.

REFERENCIAS

- Apaza. 2017.** “DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA RIEGO TECNIFICADO BASADO EN EL BALANCE DE HUMEDAD DE SUELO CON TECNOLOGÍA ARDUINO EN EL LABORATORIO DE CONTROL Y AUTOMATIZACION EPIME 2016”. *Tesis (Trabajo de grado)*. [En línea] 2017. http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5970/Apaza_Mamani_Darwin_Fray_La_Torre_Javier_Irvin_Jhons.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Cevallos , Cristian. 2008.** Diseño y cálculo de un sistema de riego por goteo para 32 ha de cultivos hortícolas y 5 ha de cultivos orgánicos en El Zamorano, Honduras. *Tesis (Trabajo de grado)*. [En línea] 2008. [Citado el: 16 de Noviembre de 2020.] <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5450/1/CPA-2008-T014.pdf>.
- Demin, Pablo. Demin, Pablo. 2014.** 2014, INTA, pág. 28. 978-987-521-512-2.
- Escobar, César y Farfán, Karina. 2018.** DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CULTIVOS AUTOMATIZADOS EN EL RECINTO PLAYA SECA DEL CANTÓN EL TRIUNFO. *Tesis (Trabajo de grado)*. [En línea] 17 de Agosto de 2018. [Citado el: 14 de Noviembre de 2020.] <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/36909/1/Tesis%20Sistema%20de%20riego%20Automatizado-%20Escobar-Farfán.pdf>.
- Franco, Verónica. 2018.** EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL MÉTODO DE RIEGO POR GOTEO. *Tesis (Trabajo de grado)*. [En línea] 2018. [Citado el: 16 de Noviembre de 2020.] <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27290/1/Tesis-191%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20563.pdf>.
- Hernández, Fernández y Baptista. 2014.** *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION*. MEXICO DF : s.n., 2014.
- Huamán, Kenji y Huamán , José. 2018.** “DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE RIEGO TECNIFICADO PARA LAS ÁREAS VERDES DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS – UNPRG”. *Tesis (Trabajo de grado)*. [En línea] 2018. [Citado el: 11 de Noviembre de 2020.]

<http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/2272/BC-TES-TMP-1146.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Ñaupas, y otros. 2014. *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION CUANTITATIVA-CUALITATIVA Y REDACCION DE TESIS*. BOGOTA : s.n., 2014.

Pacombia, José. 2017. INFLUENCIA DE LAS VIBRACIONES EN LA VIDA UTIL DE BOMBAS CENTRÍFUGAS. *Tesis (Trabajo de grado)*. [En línea] 2017. [Citado el: 16 de Noviembre de 2020.] <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/3058/MCpapoja.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Pozo, José. 2017. Diseño de un Sistema Automatizado para Riego por Goteo en la Empresa Agroindustrial “Victoria de Girón”. *Tesis (Trabajo de grado)*. [En línea] 2017. [Citado el: 12 de Noviembre de 2020.] <https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/7948/José%20Rubén%20Pozo%20Pérez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Rojas, Percy. 2018. DETERIORO DEL MEDIO AMBIENTE Y SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO PARA SU PROTECCION, EN VILLA LA CAMPIÑA, DISTRITO DE ATE, PROVINCIA LIMA. *Tesis (Trabajo de grado)*. [En línea] 2018. [Citado el: 16 de Noviembre de 2020.] http://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/UPLA/532/T037_40847966_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Salcedo, Abio. 2014. Diseño de un sistema automatizado para riego por goteo para palta Hass. *Tesis (Trabajo de grado)*. [En línea] Diciembre de 2014. [Citado el: 14 de Noviembre de 2020.] http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/6072/SALCEDO_ABIO_DISE%c3%91O_SISTEMA_AUTOMATIZADO_RIEGO.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Takaezu, Alberto. 2017. DISEÑO PARA LA IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO EN EL CAMPAMENTO VILLA CUAJONE, SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION, MOQUEGUA, PERU. *Tesis (Trabajo de grado)*. [En línea] 2017. [Citado el: 14 de Noviembre de 2020.] <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2687/F06-T3-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Vargas, Zoila. 2009. LA INVESTIGACIÓN APLICADA: UNA FORMA DE CONOCER LAS REALIDADES CON EVIDENCIA. *Revista Educación*. San Pedro, Montes de Oca, Costa Rica : s.n., 2009. Vol. 33, 1, págs. 155-165. 03797082.

Villacorta, Patricia. 2017. “DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO PARA CULTIVO DE VID Y GRANADA PARA EL FUNDO ALMUDENA EN EL DISTRITO DE SALAS PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE ICA”. *Tesis (Trabajo de grado)*. [En línea] 2017. [Citado el: 16 de Noviembre de 2020.] <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3419/villacorta-rios-patricia-angelica.pdf?sequence=3&isAllowed=y>.

ANEXOS

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Independiente: Diseño de un sistema de Riego Tecnificado Automatizado	Definido como la aplicación artificial de agua para suplir al suelo la humedad requerida por las plantas de cultivo. A ello se suma la utilización de tecnologías en el proceso de riego manejado por un sistema informático. (Hilcias Quispe Tapara - 2018.)	El sistema bombeará el agua de un reservorio y mediante sensores y comunicación inalámbrica las bombas se encenderán o apagará, esto es aplicable para abastecer del recurso hídrico al cultivo.	Necesidad de diseñar un sistema de riego automatizado.	Ahorro de agua Ahorro de energía eléctrica Menor tiempo de trabajo Mayor cobertura de riego Personal capacitado Mayor rendimiento de plantas Estabilidad de riego Prevención de deficiencias Mayor interés en las tecnologías Oportunidad para el acceso Web sistema Automático	Ordinal
Variable Dependiente: Eficiencia energética	Comúnmente se le conoce y/o entiende como la aplicación de técnicas tecnológicas para realizar el mismo trabajo con menor consumo de energía; o bien, realizar más trabajo – tareas- con la misma energía. (World Energy Efficiency Day - 2016)	El abastecimiento de agua y energía eléctrica en el Fundo es suministrado por el Proyecto Especial olmos tinajones, donde es racionalizado ya que abastece a varios Lotes de tierra.	Control de los parámetros de calidad de energía que se abastece a la etapa 3 del Lote C8 APB	Cantidad de agua a utilizar La cantidad de energía eléctrica a utilizar La presión del sistema El caudal del sistema según area de cultivo Conteo de horas en la que se abastece de agua el cultivo	m3 kWh mca m3/h N° de Horas