

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**“AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE RIEGO  
PARA REDUCIR LOS COSTOS DE OPERACIÓN DEL PROYECTO  
SAN ANTONIO DE MALA”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÍCOLA**

**DENIS HUAMANI QUISPE**











**LIMA – PERÚ**

**2022**

## Document Information

<b>Analyzed document</b>	CO-Denis Huamani Quispe.pdf (D163245191)
<b>Submitted</b>	4/5/2023 5:51:00 PM
<b>Submitted by</b>	Miguel Angel Sanchez Delgado
<b>Submitter email</b>	msanchez@lamolina.edu.pe
<b>Similarity</b>	1%
<b>Analysis address</b>	msanchez.unalm@analysis.arkund.com

## Sources included in the report

<b>SA</b>	<b>Universidad Nacional Agraria La Molina / TSP Diego Mendoza 21-03-2023.pdf</b> Document TSP Diego Mendoza 21-03-2023.pdf (D162097305) Submitted by: gfano@lamolina.edu.pe Receiver: gfano.unalm@analysis.arkund.com	 <b>2</b>
<b>W</b>	URL: <a href="https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1271&amp;context=ing_automatizacion">https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1271&amp;context=ing_automatizacion</a> Fetched: 7/20/2020 9:49:58 AM	 <b>1</b>
<b>W</b>	URL: <a href="https://www.infoagro.com/riegos/control_riego_y_fertilizacion.htm">https://www.infoagro.com/riegos/control_riego_y_fertilizacion.htm</a> Fetched: 4/5/2023 5:53:00 PM	 <b>1</b>
<b>W</b>	URL: <a href="https://www.rainbird.com/sites/default/files/media/documents/2018-03/TurfCatalog2018_es.pdf">https://www.rainbird.com/sites/default/files/media/documents/2018-03/TurfCatalog2018_es.pdf</a> Fetched: 6/20/2020 11:51:47 AM	 <b>2</b>
<b>SA</b>	<b>WILLIAM FIGUEROA MEJIA.pdf</b> Document WILLIAM FIGUEROA MEJIA.pdf (D106442580)	 <b>2</b>
<b>W</b>	URL: <a href="http://www.funsepa.net/soluciones/pubs/MzE4.pdf">http://www.funsepa.net/soluciones/pubs/MzE4.pdf</a> Fetched: 4/5/2023 5:52:00 PM	 <b>1</b>
<b>W</b>	URL: <a href="https://docplayer.es/34438755-Siar-castilla-la-mancha-no-13-hoja-informativa-octubre-la-automa...">https://docplayer.es/34438755-Siar-castilla-la-mancha-no-13-hoja-informativa-octubre-la-automa...</a> Fetched: 4/5/2023 5:53:00 PM	 <b>1</b>
<b>W</b>	URL: <a href="http://vyrsa.blob.core.windows.net/media/1056/tecnicas-de-riego.pdf">http://vyrsa.blob.core.windows.net/media/1056/tecnicas-de-riego.pdf</a> Fetched: 1/30/2023 2:16:16 PM	 <b>1</b>
<b>SA</b>	<b>INFORME FINAL Llatas Delgado Enrique.pdf</b> Document INFORME FINAL Llatas Delgado Enrique.pdf (D44592961)	 <b>1</b>
<b>SA</b>	<b>PROYECTO DE TITULACIÓN_DARIO DELGADO BRAVO Listo.docx</b> Document PROYECTO DE TITULACIÓN_DARIO DELGADO BRAVO Listo.docx (D119882801)	 <b>1</b>

## Entire Document

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**“AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE RIEGO PARA  
REDUCIR LOS COSTOS DE OPERACIÓN DEL PROYECTO SAN ANTONIO  
DE MALA”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE:  
INGENIERO AGRÍCOLA**

Presentado por:

**BACH. DENIS HUAMANI QUISPE**

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado:

Dr. NÉSTOR MONTALVO ARQUÍÑIGO  
Presidente

Ing. ANTONIO CELESTINO ENCISO GUTIÉRREZ  
Miembro

Ing. JOSÉ BERNARDINO ARAPA QUISPE  
Miembro

Mg. Sc. MIGUEL ÁNGEL SÁNCHEZ DELGADO  
Asesor

LIMA – PERÚ

2022

## **DEDICATORIA**

Lleno de alegría, dedico este proyecto a mi madre, Felipa Quispe Nina, a quien amo y admiro con todo mi corazón. Su apoyo constante y su lucha para que cada día fuera mejor, es el resultado de la formación que hoy tengo.

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A mis padres,**

Felipa y Santos Cesar, por todos los consejos brindados y los ánimos para culminar con éxito una de mis etapas profesionales

### **A mi hermano,**

Gabriel, por sus constantes palabras de aliento para mejorar día a día como persona

### **A mi asesor,**

Miguel Sánchez, por el tiempo y paciencia brindada durante toda la elaboración del proyecto

### **A mi enamorada,**

Lesly, por su amor y comprensión

# ÍNDICE GENERAL

<b>RESUMEN .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>viii</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 OBJETIVOS .....	2
1.1.1 Objetivo general .....	2
1.1.2 Objetivos específicos .....	2
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1 ANTECEDENTES .....	3
2.1.1 Antecedentes internacionales .....	3
2.1.2 Antecedentes nacionales .....	4
2.2 MARCO CONCEPTUAL .....	5
2.2.1 Métodos de riego .....	5
2.2.2 Automatización de riego .....	6
2.2.3 Niveles de automatización en el riego.....	6
2.2.4 Sistemas de control .....	8
2.2.5 Elementos de un sistema de control .....	10
2.2.6 Las disposiciones de los sistemas de control en el riego .....	14
2.2.7 Automatización de riego en jardines.....	16
2.3 COSTOS.....	21
2.3.2 Costos de operación .....	21
2.3.3 Métodos de evaluación de proyectos .....	22
<b>III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>24</b>
3.1 UBICACIÓN .....	24
3.2 ÁREA DE ESTUDIO.....	26
3.3 AUTOMATIZACIÓN ALÁMBRICA.....	29
3.3.1 Controlador ESP-LXD con decodificador .....	30
3.3.2 Decodificadores TURF .....	30
3.3.3 Cable de comunicación de dos hilos .....	31
3.3.4 Electroválvula PGA .....	32
3.4 INSTALACIÓN DE COMPONENTES .....	33
3.4.1 Controlador ESP-LXD .....	33

3.4.2	Cable de comunicación .....	34
3.4.3	Electroválvulas PGA .....	37
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>38</b>
4.1	EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	53
4.1.1	Inversión de la automatización del sistema de riego a presión .....	54
4.1.2	Adquisición e instalación .....	54
4.1.3	Mano de obra.....	56
4.1.4	Mantenimiento de equipos .....	56
4.2	FLUJO DE CAJA.....	57
4.2.1	Ingresos .....	57
4.2.2	Egresos .....	57
4.3	INDICADORES FINANCIEROS.....	59
4.3.1	Valor Actual Neto (VAN).....	59
4.3.2	Tasa Interna de Retorno (TIR) .....	59
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>61</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>62</b>
<b>VII.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>63</b>
<b>VIII.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>66</b>

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Componentes de los parques instalados actualmente.....	27
Tabla 2: Características de los decodificadores Turf.....	31
Tabla 3: Presupuesto de automatización de riego en la urbanización de San Antonio de Mala.....	55
Tabla 4: Inversión por categoría de mano de obra para la operación automatizada .....	56
Tabla 5: Flujo de caja de automatización de riego .....	58
Tabla 6: Valores de los indicadores financieros .....	59
Tabla 7 : Análisis de sensibilidad del proyecto de automatización de riego .....	60



## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Métodos de riego.....	5
Figura 2: Esquema de un sistema de control en lazo abierto.....	9
Figura 3: Esquema de un sistema en lazo cerrado.....	10
Figura 4: Componentes de un sistema de control.....	10
Figura 5: Programador con comunicación alámbrica.....	13
Figura 6: Programador con comunicación inalámbrica.....	13
Figura 7: Sistema centralizado .....	14
Figura 8: Sistema centralizado con unidades .....	15
Figura 9: Sistema centralizado en red.....	16
Figura 10: Programador ESP-LXD a electricidad.....	19
Figura 11: Mapa político del departamento de Lima y Provincias.....	24
Figura 12: Mapa político de las provincias de Cañete.....	25
Figura 13: Imagen satelital de la urbanización San Antonio de Mala.....	25
Figura 14: Conductividad de agua de Canal Bujama .....	26
Figura 15: Ubicación de parques actuales en la Urbanización San Antonio de Mala.....	28
Figura 16: Manifold de riego de la urbanización San Antonio de Mala .....	29
Figura 17: Conector estanco de cable.....	32
Figura 18: Electroválvula PGA Rain Bird.....	33
Figura 19: Partes internas del programador ESP-LXD .....	34
Figura 20: Detalle de empalme de cable de dos hilos .....	35
Figura 21: Cableado de decodificador FD-101TURF.....	36
Figura 22: Codificación de respuestas de la dimensión de nivel de automatización .....	39
Figura 23: Codificación de respuestas de la dimensión sistema de control .....	40
Figura 24: Codificación de respuestas de la dimensión sistema de control .....	41
Figura 25: Codificación de respuestas de la dimensión costos de inversión.....	42
Figura 26: Codificación de respuestas de la dimensión nivel de costo de operación.....	43
Figura 27: Codificación de respuestas de la dimensión costos de operación y relación entre proyectos de inversión .....	44
Figura 28: Dimensión nivel de automatización.....	45
Figura 29: Dimensión sistema de control .....	47
Figura 30: Dimensión costos de inversión .....	49

Figura 31: Dimensión costos de operación.....	51
Figura 32: Dimensión relación entre proyectos e inversión .....	52
Figura 33: Variable emergente .....	52

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Guía de entrevista a expertos .....	66
Anexo 2: Entrevista a Abraham Bazán Palomino Sub Gerente de Riego & Recursos hídricos de la empresa Menorca Inversiones S.A.C.....	67
Anexo 3: Entrevista a Edward Delgado Salas Gerente de proyectos de la empresa CONRITEC .....	72
Anexo 4: Entrevista a Frank Chipana Briceño Especialista Agroindustrial y Riego de la empresa Ferreyros S.A. ....	77
Anexo 5: Entrevista a Jaime Aching Sánchez Gerente general de la empresa Adec Corporativo SAC .....	81
Anexo 6: Entrevista a María Teresa de la Cueva Gerente general de la empresa Sumac Kampu S.A.C.....	89
Anexo 7: Plano de distribución del cable de automatización y ubicación de los accesorios del sistema .....	102

## RESUMEN

En este estudio, se logró aceptar la automatización tipo alámbrica del sistema de control de riego en el proyecto San Antonio de Mala, tanto técnica como económicamente, puesto que, implementando la automatización alámbrica se reduciría la mano de obra de mantenimiento de áreas verdes en el periodo de estudio, que consta de cinco años, dicho ahorro de mano de obra asciende a S/ 336,980.88, sin embargo, de no implementar la automatización alámbrica, el valor de mano de obra para el mismo periodo de cinco años, ascendería a un valor de S/ 845,685.12. A su vez, la automatización alámbrica asegura la comunicación y mejor adaptabilidad de la tecnología dentro del área de estudio, para ello, se requiere de un controlador central ESP-LXD, que por medio de un cable de dos hilos NYY de 2.5 mm<sup>2</sup> se conectará a los decodificadores, que estarán dispuestos en todos los parques y la caseta de bombeo del reservorio; conjuntamente, los decodificadores se conectarán con actuadores y sensores de caudal que realizarán una acción a petición del controlador.

El presupuesto de la automatización alámbrica, se obtuvo un valor de inversión inicial para el año cero de S/ 64,323.38, este monto se dividió en tres partidas principales, siendo la de mayor incidencia, la partida de suministro e instalación del equipamiento automático que representa el 90.45% del total del año cero. Posteriormente, se realizó un análisis financiero, sobre la implementación de la automatización alámbrica, que comprende un periodo de cinco años, tanto el VAN y el TIR serán los indicadores que nos darán el panorama sobre la rentabilidad del proyecto, dichos valores fueron S/ 31,261.66 y 26.43%, respectivamente. Lo que significa que la propuesta de automatización alámbrica de control de riego en el proyecto San Antonio de Mala es viable.

**Palabras clave:** Automatización alámbrica, mano de obra, sistema de riego, áreas verdes.

## **ABSTRACT**

In this study, the wired automation of the irrigation control system in the San Antonio de Mala project is accepted, both technically and economically, since implementing the wired automation would reduce the maintenance labor of green areas in the period of study, which consists of five years, said labor savings increases to S/ 336,980.88, however, if wired automation is not implemented, the value of labor for the same period of five years, would amount to a value of S/ 845,685.12. In turn, the wired automation ensures communication and better adaptability of the technology within the study area, for this, an ESP-LXD central controller is required, which will be connected by means of a 2.5 mm<sup>2</sup> NYY two-wire cable to the decoders, which will be prepared in all the parks and the pumping house of the reservoir; Together, the decoders will be connected to actuators and flow sensors that will perform an action at the request of the controller. The wired automation budget, an initial investment value for year zero of S/ 64,323.38 was obtained, this amount was divided into three main items, being the one with the highest incidence, the item of supply and installation of automatic equipment that represents the 90.45% of the total of year zero. Subsequently, a financial analysis was carried out on the implementation of wired automation, which included a period of five years, both the VAN and the IRR will be the indicators that will give us the panorama of the project's profitability, these values were S/ 31,261.66 and 26.43%, respectively. Which means that the wired irrigation control automation proposal in the San Antonio de Mala project is viable.

**Keywords:** Wired automation, workforce, irrigation system, green areas.

## I. INTRODUCCIÓN

Las áreas verdes en una habilitación urbana es un requisito indispensable y esencial para el bienestar y desarrollo de la población. Nathalie Röbbel (2020), en su artículo publicado en la ONU, indica que las áreas verdes brindan oportunidades para el cambio positivo y de un desarrollo sostenible para las ciudades. Por ende, la implementación de parques mejoraría el ambiente para la recreación y tranquilidad de los residentes del proyecto San Antonio de Mala.

Esta implementación necesita ser sostenible a largo plazo, a causa de ello, el proyecto ya mencionado, está en proceso de habilitar las cuatro etapas con las que cuenta en su extensión, esto incluye un total de diez parques y una franja de servidumbre con seis sectores, sin embargo, solo se encuentran habilitados cuatro parques y cuatro sectores de la franja. Los parques habilitados cuentan con el sistema de riego a presión, sin embargo, aún no están automatizados, por tal motivo, el operador debe trasladarse a cada parque para abrir y cerrar las electroválvulas e iniciar y culminar el riego. Así mismo, la urbanización posee dos electrobombas de riego, operadas manualmente, que impulsan el agua del reservorio con capacidad de 320 m<sup>3</sup> hacia los geotanques de riego, que se encuentran ubicadas en la zona más alta del proyecto, desde allí se suministra el recurso hídrico por gravedad a cada parque. Por ese motivo, se evaluará la alternativa de control más adecuada, ya sea por cable o por radio, para automatizar el sistema de riego a presión de las áreas verdes, que contempla el presupuesto de implementación de la alternativa elegida que forma parte del análisis financiero, incluyendo el costo de operación de mano de obra.

La tesis tiene un enfoque cualitativo, de tipo descriptiva-explicativa, ya que, evalúa la información de forma independiente o conjunta y se concentra en aclarar el fenómeno, así mismo, el diseño es no experimental-transversal porque se da en un solo tiempo y espacio determinado, finalmente la técnica fue la entrevista a profundidad, realizada a 5 especialistas del rubro.

Esta investigación analizará la mejor opción para implementar la automatización de las áreas verdes de todo el proyecto de San Antonio de Mala, luego de haberse realizado el análisis y las proyecciones financieras que sostendrán dicha inversión, el proyecto se beneficiaría principalmente de la reducción de costos de operación focalizado en la mano de obra.

Por lo antes mencionado, el objetivo general es automatizar el sistema de control de riego para reducir los costos de operación en el proyecto San Antonio de Mala.

## **1.1. OBJETIVOS**

### **1.1.1. Objetivo general**

Automatizar el sistema de control de riego para reducir los costos de operación en el proyecto San Antonio de Mala.

### **1.1.2. Objetivos específicos**

- Analizar las ventajas y desventajas del control alámbrico e inalámbrico para automatizar el sistema de riego a presión en el proyecto San Antonio de Mala.
- Elaborar el presupuesto de la propuesta de automatización alámbrica del sistema de control de riego a presión en el proyecto San Antonio de Mala.
- Evaluar los indicadores financieros de la propuesta de automatización alámbrica del sistema de control de riego a presión en el proyecto San Antonio de Mala.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. ANTECEDENTES**

#### **2.1.1. Antecedentes internacionales**

Maya, Ocampo, Martínez, González y Rossette (2017), en su investigación “Rediseño y automatización de sistema de riego controlado por un relevador Zelio”, tuvo como objetivo principal, realizar la selección de tecnología adecuada que sume eficiencia a la automatización del sistema de riego. La zona de estudio constó de cuatro sectores de riego con un total de 24 aspersores ubicados en la Universidad Tecnológica de Altamira, México. Como conclusión, se registraron los siguientes beneficios, obtener un sistema de riego autónomo donde la mano de obra calificada no tendría necesidad de ser, se ahorra energía eléctrica, pues las bombas de agua se encienden únicamente a una hora determinada, (además) la inversión del sistema autónomo es recuperable en un 1 año, tomando en cuenta que no necesitamos de personas que se encarguen del trabajo.

Valencia y Sepúlveda (2019), la investigación “Implementación de sensores en los sistemas de riego automatizados”, se basó en el desarrollo de un prototipo desarrollado en la UNAD, Colombia, denominada “ProFertin”, encargada de suministrar las cantidades de agua y fertilizantes que la planta requiere de manera automática. A partir de ello, concluyeron que la implementación de esta tecnología permite que los productores tengan mayor rentabilidad de sus predios, por el incremento en la productividad, ahorro energético, menor consumo de agua y fertilizantes, y reducción en los costos de mano de obra derivada del manejo del sistema de riego tradicional.

Jalón, Albarracín, Molina y Laverde (2019), en el trabajo de investigación denominada “Inserción de un sistema automatizado de riego por aspersion para parques del Cantón Quevedo”, que se llevó a cabo en los jardines de la Universidad UNIANDES-Quevedo, Ecuador. Se dieron dos tipos de enfoques, cuantitativo y cualitativo, donde se tuvo como



objetivo, controlar el área de trabajo tomando en cuenta variables como humedad del suelo y la temperatura del clima, con la finalidad de desarrollar el sistema adecuado para el jardín, las técnicas empleadas fueron la encuesta y la entrevista. Concluyeron que, la investigación demuestra la pertinencia, viabilidad y la practicidad del sistema de riego para el ahorro en el consumo de agua de los parques de la ciudad de Quevedo; además de generar un ahorro en el presupuesto por contratación de personal para esta acción en la municipalidad que vaya a aplicar.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Medina (2017), en su estudio “Automatización del sistema de riego para áreas verdes en el proyecto Condominio Alto Bujama utilizando el controlador de flujo Rain Bird ESP-LXD” concluye que, la instalación del programador ESP-LXD es sencilla, fácil de programar y de operar, la flexibilidad para expandir la cantidad de válvulas y en largas distancias (aproximadamente 11 km) facilita el control del uso del agua, ya que, se tiene la información del sistema de riego en un solo punto, reduciendo el tiempo y costo de los operarios, (además), los resultados iniciales del sistema automático de riego avanzado son satisfactorios, no obstante, el tiempo es un factor crítico. El deterioro de los equipos debe tener un control periódico (válvula, equipos de bombeo, emisores), unas pautas adecuadas de mantenimiento, reemplazo y manejo de equipos son absolutamente necesarias para obtener buenos resultados productivos.

Huamán y Huamán (2018), tuvieron como objetivo, diseñar un sistema automático de riego tecnificado para las áreas verdes de la Escuela de Ingeniería Electrónica y Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas – UNPRG, y concluye que la automatización nos proporcionará mayor control en el uso de agua para riego, obteniendo óptimos resultados que impactarán directamente en las áreas verdes, además, indica que los costos de mano de obra para riego disminuirán, esto gracias a las ventajas de la tecnología, el cual no requiere tener un personal perenne para dichas labores, también se suprimirá el riego convencional, a fin de no exponer al operador a posibles accidentes al momento de realizar el riego presurizado.

Yalle (2021), quien en su estudio “Automatización y Telecontrol del sistema de riego para las áreas verdes del templo Santos de los últimos días”, desarrollado en la ciudad de Arequipa

con el diseño experimental. Concluyó que, la automatización mediante el controlador LXD (monocable) y decodificadores, resultó ser el más adecuado teniendo en cuenta las 55 válvulas a controlar, ofrece mayor practicidad en la instalación y mantenimiento a través de los decodificadores, es un sistema flexible al crecimiento e incremento de válvulas sin tender nuevos cables al controlador; y permite gestionar el riego de forma remota mediante la adición de cartuchos de comunicación de red.

## 2.2. MARCO CONCEPTUAL

### 2.2.1. Métodos de riego

Una de las formas de poder clasificar los sistemas de riego, es analizando como el agua consigue transportarse desde la fuente inicial hacia las zonas vegetativas, es decir, la distribución de agua hacia las plantas. Por ende, se puede diferenciar en dos alternativas, riego por gravedad y riego a presión (goteo y aspersión).



**Figura 1: Métodos de riego**

FUENTE: Adaptado de Aquabook (2016).

- a. Riego por gravedad: Este riego se fundamenta en la posición en que se encuentra el agua, ya que, el medio de conducción para la distribución del agua será el suelo y descenderá mediante la fuerza gravitatoria, es por ello que también son denominados riego por superficie.
- b. Riego a presión: El funcionamiento se da mediante aparatos de emisión (rociadores, aspersores, micro aspersores, goteros, etc.), que requieren de una presión

determinada para la distribución del agua. Según los emisores a usar, se pueden clasificar en riego por aspersión y goteo, el primero dotará de agua en forma de lluvia y uniforme en un sector de parcela, sin embargo, el otro suministrará agua en la misma planta, en pequeñas cantidades, con mucha más frecuencia.

Se tomará como objeto de estudio el sistema de riego a presión para analizar la automatización en la misma.

### **2.2.2. Automatización de riego**

Los procesos de automatización son una de las tecnologías más importantes implementadas en el agro en los últimos años. Con una creciente aceptación por los beneficios que conlleva operar con estos sistemas. El objetivo principal es poder aplicar la cantidad de agua requerida por la planta en el momento más adecuado, teniendo en cuenta las etapas por las que pasa un cultivo, esto dará paso al uso racional del agua, energía y fertilizantes, que a su vez reflejan los bajos costos en el consumo del agua, así como, en la producción.

La automatización de riego pasó de temporizadores mecánicos encargados del inicio o paro del sistema, a microprocesadores y/o microcontroladores que nos proporcionan el control total del sistema y, este a su vez, puede ser adaptado a los cambios climáticos y a las fases de desarrollo del cultivo.

De acuerdo a las necesidades del cultivo y el factor técnico - económico para la implementación de la automatización, estos sistemas se van a clasificar por escalas y niveles, desde la apertura y cierre manual de válvulas, hasta el control total sin la necesidad de un personal en campo. A su vez, el grado de automatización conlleva tener personal calificado, así como un servicio técnico que dé solución a los problemas que pueda tener el centro de control, actuadores, etc.

### **2.2.3. Niveles de automatización en el riego**

El nivel a elegir debe seguir el criterio técnico - económico, según las peculiaridades del terreno y la predilección que puede tener el agricultor por uno u otro sistema automatizado.

Los niveles inician desde lo más básico, que en riego serían la apertura (on) y el cierre (off) de válvulas hidráulicas efectuadas para cada sector de riego, hasta el máximo nivel relacionado con el control total del sistema, que incluye la obtención y visualización de datos que se pueden obtener en campo como, la cantidad de humedad del suelo, el clima, cantidad de volumen de agua aplicada, etc. A su vez, se requiere de un personal y soporte técnico calificado para poder manejar este último tipo de automatización, ya que, condicionan al personal según la complejidad del sistema instalado.

Según Ruiz y Molina (2010), la automatización puede efectuarse en varias escalas o en las diferentes partes que conlleva una instalación de riego.

### **2.2.3.1. Automatización individual del riego en parcela**

En este tipo de automatización se busca que la planta obtenga la cantidad necesaria de agua, así como, el momento óptimo para el riego. Se puede dar en función de factores tales como, la humedad del suelo o planta y la uniformidad de riego.

Su implementación es básica y requiere de sensores para determinar el momento adecuado para el inicio del riego, un conjunto de electroválvulas o válvulas hidráulicas para la apertura y cierre del paso del agua y finalmente un programador de riego.

Según Carrión, Montero, Ortega y Tarjuelo (2001) agrupa este tipo de automatización en lo siguiente:

- **Nula automatización:** Describe la apertura y cierre de válvulas de forma manual en cada sector o subunidad de riego. El volumen aplicado a cada zona será la variable a controlar que nos indicará el inicio de un nuevo sector y el término de otro, el volumen será controlado por un contador de riego.
- **Automatización reducida:** Acciona la válvula o el conjunto de ellas antes de cada ciclo de riego, pudiendo ser controladas por tiempo o volumen de agua a aplicar. Se caracteriza porque pueden ser comandados, independientemente del estado en que se encuentra el sistema, mediante un programador de riego.
- **Automatización intermedia:** En este caso la válvula o el conjunto, repiten el ciclo de

riego de forma automática. Se usan temporizadores para la apertura y cierre de válvulas, además de contadores volumétricos para medir el volumen proporcionado a cada subunidad de riego.

- Nivel elevado de automatización: En este nivel se usan microprocesadores que, mediante sensores encargadas de medir variables a controlar, se pueden tomar decisiones sobre el sistema de riego. Se puede llegar hasta la programación del riego (cuándo y cuánto regar), para esto es importante contar con una variable o variables donde indiquen el momento óptimo del riego, así como, la cantidad apropiada que requiera la planta.

### **2.2.3.2. Automatización general de una red de riego**

Se basa en la ejecución, control y gestión del sistema de riego. Su implementación es más compleja en comparación con la automatización individual y está conformado por un ordenador central y un sistema con unidades en red en anillos que a su vez controlarán los hidrantes, tomas o unidades de control remoto.

Las válvulas hidráulicas no solamente realizarán la función de apertura y cierre para el paso del agua, sino que, además, servirán como elementos de control, ya sea de presión o como limitador de caudal en redes colectivas de distribución.

### **2.2.3.3. Regulación y control de instalaciones hidráulicas concretas**

En este apartado, Ruiz y Molina (2010), mencionan el control de las estaciones de bombeo, donde las variables a controlar son la presión y caudal que deberán ser acorde a la demanda que requiere la red, además, se menciona la reducción de los costos energéticos.

## **2.2.4. Sistemas de control**

Aunque el desarrollo del proceso tenga efecto o no sobre la acción de control, se pueden clasificar en sistema de bucle abierto y sistema de bucle cerrado.

### **2.2.4.1. Sistema de control en lazo abierto**

Conocido también como bucle abierto, se trata de un sistema que trabaja con dos variables (entrada y salida), siendo esta última dependiente de la primera, sin embargo, el sistema de

control no verifica si la salida es idéntica a la deseada, siendo incapaz de rectificar estos tipos de errores.

En los sistemas de riego se controlan tanto la hora como el tiempo de duración del riego que requieren las áreas verdes o en consecuencia la cantidad de volumen que necesite, todo manejado por el usuario que establecerá el programa más apropiado según las necesidades de riego que requiera la planta. La ventaja de estos sistemas es el precio en comparación con el sistema cerrado, pero carece de flexibilidad al momento de la operación, pues no se adecua a los cambios que se puede tener en el medio ambiente, que impacta en las necesidades de agua, y todo cambio o reajuste lo tiene que realizar el usuario.

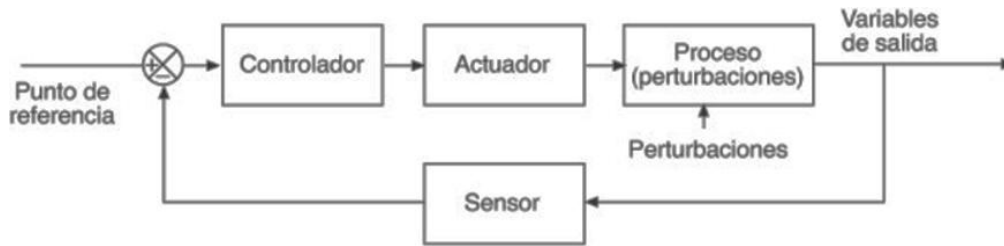


**Figura 2: Esquema de un sistema de control en lazo abierto**

FUENTE: Adaptado de Tarjuelo (2008, p. 492).

#### 2.2.4.2. Sistema de control en lazo cerrado

También denominado control retroalimentado, en este tipo de sistema se verifica la variable de salida y se determina si corresponde con la variable deseada o debe ser modificado para conseguir el valor objetivo. Se comparan ambas variables (entrada y salida), siendo la diferencia de ellos una señal de error, el cual sirve como una medida de control. En este sistema el usuario define la estrategia general, el cual será tomando como punto de partida para que se elabore y ejecute decisiones en el momento más adecuado. A diferencia de los sistemas de lazo abierto, éstos sí requieren de parámetros adicionales como las ambientales y del cultivo, esto para poder comparar el estado actual del proceso con el de referencia, y se elabore una decisión en función de lo comparado. Las limitaciones del sistema son en base a la ubicación de los sensores en el suelo y en las plantas, ya que, el terreno en la gran mayoría de casos no es homogéneo.

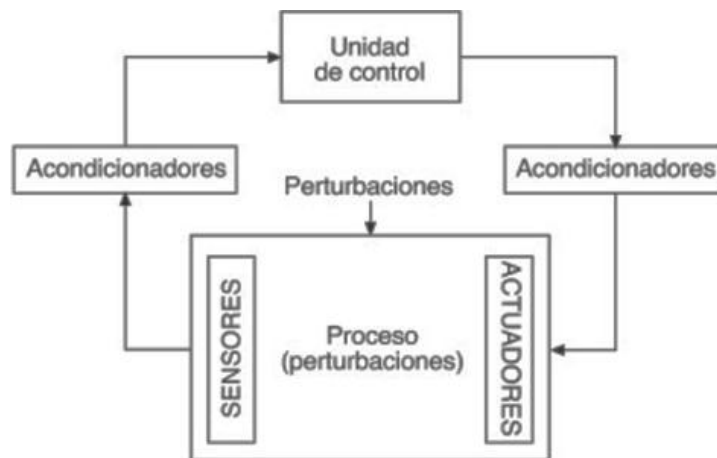


**Figura 3: Esquema de un sistema en lazo cerrado**

FUENTE: Adaptado de Tarjuelo (2008, p. 492).

### 2.2.5. Elementos de un sistema de control

Cuatro son los elementos básicos de un sistema de control, los sensores y/o transductores, conocidos también como captadores, encargados de medir el desarrollo del proceso; los actuadores, que nos dan acceso para intervenir sobre ellos; la unidad de control remoto, encargado de obtener, mediante los sensores, la información de campo para luego comparar con la consigna o variable  $y$ , por último; los acondicionadores de señal. Cada uno de ellos será descrito con mayor detalle a continuación.



**Figura 4: Componentes de un sistema de control**

FUENTE: Adaptado de Tarjuelo (2008, p. 492).

- a. Sensores y/o transductores (captadores): Aunque muchas veces se utilizan ambas expresiones como sinónimos, estas se diferencian por la acción a realizar, es así como los sensores se encargan de detectar una magnitud física y la transforman en una señal de utilidad para el sistema, que a su vez se sirve de ella, mientras que los transductores transforman una señal física en otra forma física diferente.

A continuación, se describirá la clasificación de los sensores, de acuerdo a diferentes criterios.

- Según la señal de salida: Analógicos y digitales
- Según el origen de la señal de salida: Generados y modulares
- Según el tiempo de respuesta: Estáticos o dinámicos

Los sensores más utilizados son, manómetros, medidores de caudal, tensiómetros, transductores de presión, sondas de nivel, presostatos, entre otros.

- b. Actuadores: Es el elemento final del bucle, que por medio de la unidad de control puede ejecutar una acción hidráulica, mecánica, eléctrica, neumática o térmica en función de una señal de entrada para un determinado proceso. Con el objetivo de ejecutar cambios para llevar a la variable a la consigna especificada.

En los sistemas de riego se suelen utilizar actuadores electromecánicos como electroválvulas, que mediante una señal eléctrica pueden aperturar, cerrar o regular el paso del agua. También se tienen bombas de agua y de fertilización, variadores de velocidad, arrancadores electrónicos, etc.

Los actuadores se pueden clasificar en dos tipos, Actuadores discontinuos, que comúnmente poseen dos estados, encendido y apagado (válvulas eléctricas) y actuadores continuos, permiten estados de control intermedio (0 a 100%).

- c. Unidades de control: Llamados también autómatas programables a las unidades que poseen microcontroladores o microprocesadores. Estos se adecuan a las diferentes necesidades de campo que a su vez poseen funcionalidades limitadas acorde al sistema a controlar. Las funciones están en relación a los programas (software) que puede tener una unidad de control, estos controlan el proceso y además pueden obtener datos y almacenarlos. Además, poseen una configuración modular en lo que concierne al almacenamiento de datos, cantidad de entradas, salidas, etc., esto hace que la unidad se pueda adecuar a las diferentes necesidades que se requiera en campo.



La selección de la unidad de control depende de varios factores, tales como, tiempo de respuesta, escenarios ambientales, presupuesto de implementación, etc.

- d. **Sistemas de comunicación:** La comunicación en la automatización es de suma importancia, ya que, es el medio por el cual el centro de control indicará las acciones que los equipos ligados a este ejecutarán, por tal motivo, en esta sección se describen los tipos de comunicación que puede implementarse en un sistema de riego.

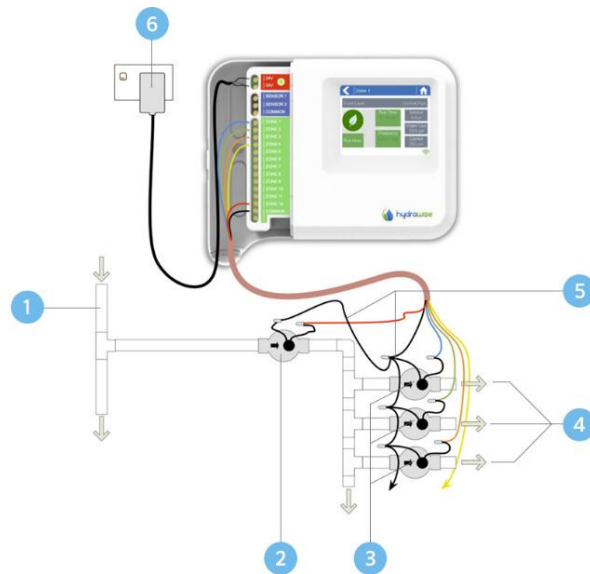
La comunicación de los elementos de un sistema de automatización suele variar desde una distancia corta hasta un determinado número de kilómetros que dependerá del tipo de unidad que se emplee, también del tipo de señal a usar, tales como, cables eléctricos, ondas electromagnéticas (radio), líneas telefónicas, etc., que dependen de la distancia entre los elementos. Por tal motivo, es un factor que limita el medio físico para la comunicación.

Según Américo (2011), la elección del tipo de comunicación puede estar condicionada por diferentes factores, económicos, estructurales u orográficas.

- **Comunicación por cable.** Tipo de comunicación física que puede estar dispuesto en paralelo o serie.

Las ventajas de este tipo de comunicación son, la alimentación de los equipos desde la red eléctrica general, no es afectado por interferencias de radio y escaso impacto visual.

Las desventajas de este tipo de comunicación son, el alto costo de inversión en la instalación del cable, propenso a roturas por trabajos aledaños a la zona instalada y la sensibilidad a descargas atmosféricas.



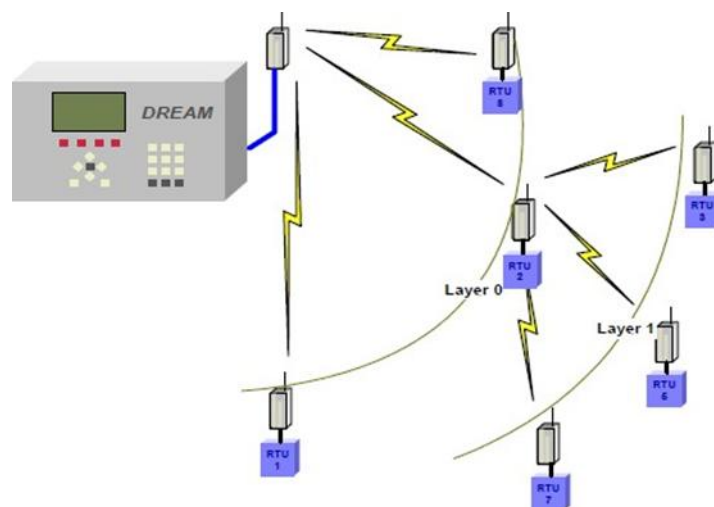
**Figura 5: Programador con comunicación alámbrica**

FUENTE: Hunter (s.f.).

- Comunicación por radio. Se requiere de una alimentación en el mismo punto de control, comúnmente se da por la energía solar mediante paneles o por baterías de litio. Este tipo de comunicación elimina la necesidad de cableado.

Las ventajas de este tipo de comunicación son, fácil y rápida instalación, además de precios menores con equipos de radio.

Las desventajas de este tipo de comunicación son, el costo de mantenimiento superior, la sustitución de pilas periódicamente, además de sufrir vandalismo (robo de paneles solares) y riesgo de mal funcionamiento por interferencias de radio.



**Figura 6: Programador con comunicación inalámbrica**

FUENTE: Adaptado de Talgil Computing & Control (s.f.).

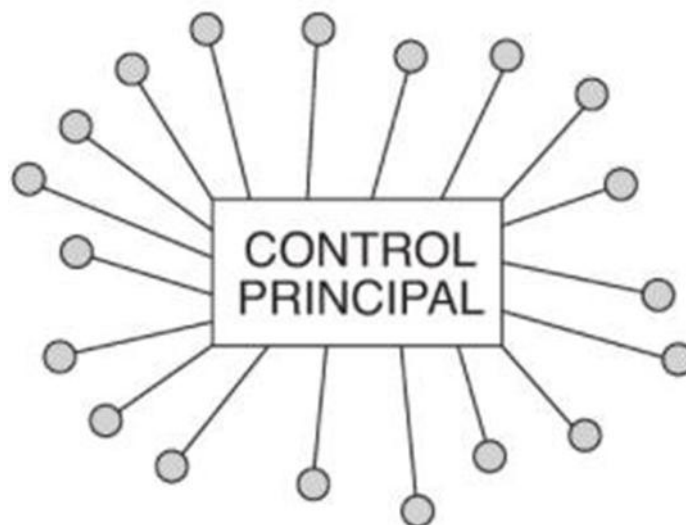
- Comunicación mixta (Radio-cable). Configuración de dos niveles distintos, el primero es la red inalámbrica, que es considerado como el nivel más bajo alimentado por energía solar o baterías de litio y el segundo, una red cableada considerada como parte principal a nivel de campo, el cual comunica los puntos de control más próximos.

Las ventajas de este tipo de comunicación son, que puede adaptarse a una cantidad grande de tipos de distribuciones a diferencia de la comunicación con cable y permitirá realizar la comunicación entre cable y radio.

Las desventajas de este tipo de comunicación son, que para distancias cortas no resulta económico, a diferencia de la comunicación por cable, además no se tiene autonomía en los puntos de control remoto.

#### **2.2.6. Las disposiciones de los sistemas de control en el riego**

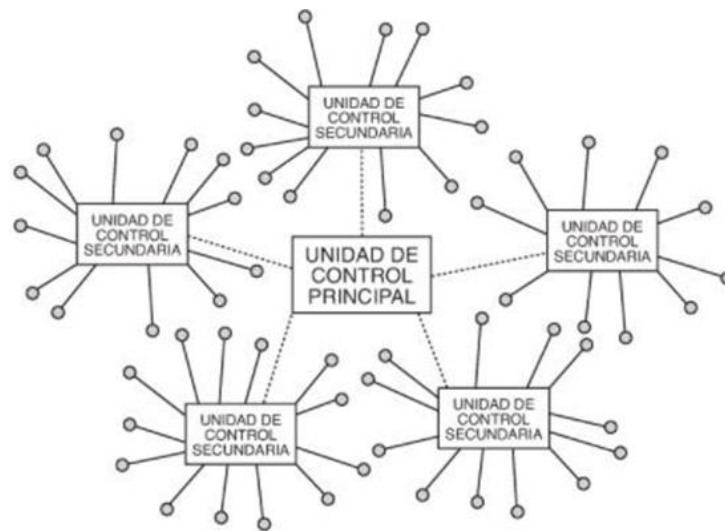
- a. Sistema centralizado: Se caracteriza por solo poseer un control principal (unidad centralde control), donde llega la señal emitida por los sensores, posterior a ello, se envían las órdenes desde el control a los actuadores. Limitado por cuantos puntos pueda manejar el sistema de control central a instalar.



**Figura 7: Sistema centralizado**

FUENTE: Adaptado de Tarjuelo (2008, p. 502).

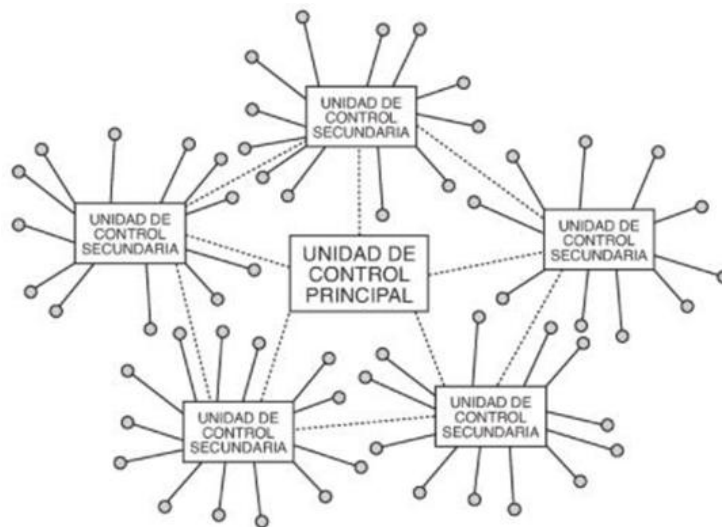
- b. Sistema de control con unidades secundarias: Usado cuando los puntos de control supera lo que la unidad central pueda trabajar, para ello se usan unidades secundarias que serán dispuestas por áreas, que a su vez controlan unidades de campo. Teniendo en cuenta que todas las unidades secundarias se comunican con el control central.



**Figura 8: Sistema centralizado con unidades**

FUENTE: Adaptado de Tarjuelo (2008, p. 502).

- c. Sistemas con unidades en red o anillo: Es parecida al anterior sistema, siendo la diferencia la interconexión que hay entre las unidades secundarias y, éstas a su vez, con la unidad central que utilizarán el mismo cable (red en anillo), además, cada unidad secundaria podrá actuar como unidad de control principal, siendo característico de las redes colectivas de riego, donde al operador se le facilita el control del sistema de manera local o general.



**Figura 9: Sistema centralizado en red**

FUENTE: Adaptado de Tarjuelo (2008, p. 502).

### 2.2.7. Automatización de riego en jardines

El desarrollo de la tecnología en el riego, trae consigo sistemas de automatización mucho más completas y sofisticadas, tal es así que, podemos automatizar una válvula para la apertura o cierre que es una operación de programación menor, en comparación con una programación integral que abarca no solo el riego propiamente dicho, sino, otras acciones que se pueden realizar mediante programadores de riego.

#### 2.2.7.1. Las ventajas y desventajas de automatizar el riego en jardines

Automatizar áreas verdes de jardines y parques, proporciona diferentes ventajas al personal, como la ejecución de mayor número de tareas en campo con la certeza del correcto funcionamiento del control de riego, así mismo, una desventaja es, en base a lo económico, pues requiere de una inversión inicial elevada.

A continuación, se detallan las ventajas y desventajas de implementar un sistema automático.

Ventajas:

- Concede un control mayor y una aplicación exacta de la dosis requerida por la planta.

- Ahorro del recurso hídrico por la buena eficiencia del sistema.
- Reducción del personal operativo, que conlleva a un ahorro de dinero, además, se disminuye así, el error humano.
- Te permite tener el control de elementos ligado con la operación del riego, como la limpieza de los filtros y fertiirrigación.
- Te detecta y alerta de las fallas que tiene el sistema de riego en pleno funcionamiento.

Desventajas:

- Incremento de inversión inicial alto.
- Se requiere de un personal calificado para el uso y manejo del sistema de riego automático.
- Se requiere de un punto eléctrico para el uso del programador, pues en su mayoría son alámbricas.

#### **2.2.7.2. Algoritmos de control de riego**

Existen varios tipos de algoritmos que suelen ejecutar los programadores de riego, tales como, algoritmos basados por tiempo, volumen, radiación, evapotranspiración y drenaje, siendo los dos primeros los más usados, es por ello que en esta sección se describirán con mayor detalle ambos algoritmos.

- Sistema basado por tiempos: Método basado en el cálculo de la duración de un turno de riego en función de la dosis de agua a aplicar, caudal de emisores y número de emisores por planta. Transcurrido el tiempo, la operación de riego se detiene.
- Sistema basado por volúmenes: Método basado en el volumen de agua que se aplica a cada turno de riego, el cual consta del paso del agua hasta alcanzar el volumen necesario seteado por el usuario. Esto a su vez tiene varios niveles, describiendo los más relevantes para el proyecto, riego secuencial con válvulas volumétricas, para esto se necesita contar con válvulas volumétricas en cada sector a regar, al momento de llegar al volumen necesario la primera válvula se cerrará para dar paso a la siguiente, este riego se denomina secuencial. Para abaratar costos se emplea el riego con satélite, que consiste en juntar una o varias válvulas hidráulicas a una sola válvula volumétrica (Pizarro, 1990).

Como se puede apreciar, el parámetro de ingreso para la programación del riego es totalmente diferente en ambos casos, además de los equipos que se suelen utilizar.

El algoritmo por tiempos, es el más fácil y cómodo de usar, pues solo se necesita indicar al programador la hora de inicio y final de cada riego, a comparación del basado en volumen, que se necesita del tiempo inicial y el valor de la cantidad de volumen que debe circular por cada válvula.

Actualmente, automatizar el riego por tiempos es lo más usado en jardines y parques, sin embargo, no puede garantizar un suministro completo del recurso hídrico, debido a que si se suele tener algún incidente como la fuga de agua de la red de alimentación, la cantidad de agua entregada al sector será inferior a lo esperado, no obstante existen programadores más sofisticados que detectan dichas incidencias, deteniendo el riego por completo y mandando una alerta para que el usuario lo pueda verificar y posterior a ello, reprogramar el turno durante el día.

### **2.2.7.3. Elementos de automatización basado en el tiempo**

A continuación, se describirán con mayor detalle los elementos de automatización de esta sección:

#### **a. Electroválvulas**

Son dispositivos que controlan la apertura y cierre del fluido en función de una señal eléctrica enviado desde el programador de riego. Se compone de dos piezas fundamentales; el primero es el diafragma, que se encuentra alojado en la parte interior de la electroválvula y admite u obstruye el paso del recurso hídrico, el segundo es un solenoide, que al recibir un impulso eléctrico continuo o momentáneo, accionará a la membrana para iniciar con su apertura o cierre.

En el mercado existen electroválvulas de dos tipos en base al funcionamiento, electroválvulas normalmente abiertas y normalmente cerradas, la diferencia se da cuando llega un impulso eléctrico al solenoide, el primero cierra el diafragma mientras la segunda apertura la misma. El uso de uno y otro dependerá de la duración del riego.

Las electroválvulas ubican al ingreso de cada turno de riego y se suelen instalar al interior de arquetas (cajas de válvulas) para la protección de agentes externos y posibles manipulaciones.

b. Programadores

Son el cerebro de un sistema de automatización de riego, su función es enviar diferentes peticiones para que los actuadores en campo puedan ejecutarlo, tal es así que, se puede realizar la apertura y cierre de electroválvulas, así como, el arranque de bombas, además, pueden obtener información mediante sensores dispuestos en campo, como el valor del caudal circulante.

Los programadores pueden ser energizados de diferentes maneras, mediante paneles solares, a pilas o energía eléctrica.

Los programadores de riego pueden manejar una o varias estaciones, es decir, pueden controlar más de una zona del jardín o parque, además, existen modelos que pueden realizar riegos simultáneos, dicho de otra forma, pueden controlar más de una electroválvula por estación.



**Figura 10: Programador ESP-LXD a electricidad**

FUENTE: Adaptado de Rain Bird (2022, p.80),

### Tipo de programadores

Se cuenta con una variedad de programadores que se distinguen uno de otro por características propias que a continuación se detallan:

- Programador horario con mando mecánico: Se establece el tiempo del regadío mediante un reloj que poseen estos tipos de programadores, además, la



secuencia del riego se da mediante interruptores para dar apertura o cierre de actuadores.

- Programador digital por tiempo: Son más sofisticados que el anterior, pues el reloj donde se indica el horario del riego es digital, además esto permite que, al momento de no contar con energía eléctrica, se pueda almacenar los datos de la programación preestablecida.
- Programador digital por tiempo con registro de caudal: De características parecidas al programador anterior, sin embargo, agrega un medidor de caudal que nos da la posibilidad de calcular el volumen que se aporta a cada sector de riego, así como el volumen de fertilizante aplicado y el total acumulado. Otra peculiaridad es que cuentan con entradas para alarmas, que van comunicados con el programador, por medio de sensores, y ante cualquier anomalía podrá detener el riego.
- Programador a pilas con o sin válvula incorporada: Nos permite controlar la apertura y cierre de electroválvulas, además, la programación se da mediante dos formas, el primero con un pulsador y el segundo mediante un teclado, así mismo, nos proporciona un bajo consumo eléctrico.
- Programador a pilas con solenoides Latch: Programador que cuenta con múltiples salidas para poder conectarse a válvulas que poseen solenoides Latch.

Los programadores que son alimentados por energía eléctrica deben contar con un transformador eléctrico para reducir la tensión a valores que admitan los programadores, los cuales pueden ser de 12 o 24 Volt.

Los programadores a pilas (sin cable) se instalan en las arquetas de riego junto a las electroválvulas, este tipo de automatización es ideal para zonas con poco acceso o donde la energía eléctrica sea una limitante, parte de sus ventajas son, su fácil instalación, pues no requiere ningún tipo de movimiento de tierra como en el caso de la conexión a cable, y el bajo consumo eléctrico.

Existen también programadores de riego inalámbricos que usan un equipo de transmisión y recepción de señales para lograr la comunicación con los

actuadores de campo, por ejemplo, si se requiere la apertura de una electroválvula, pues lo primero es que el programador mande una orden mediante el equipo de transmisión vía radio (ondas) hacia el receptor de señales, que a su vez pasará a los solenoides mediante un impulso eléctrico.

## **2.3. COSTOS**

El proyecto puede clasificarse en dos categorías en relación a los costos que éste demande, teniendo así, costos de inversión y costos de operación.

### **2.3.1.1. Costos de inversión**

Corresponde al desembolso que se incurre en la adquisición de activos necesarios con el fin de lograr poner el proyecto en marcha, es decir, costos que se contemplan desde el génesis del proyecto, hasta justo antes de la obtención del primer servicio o producto.

La concentración de los costos de inversión se da por lo general en los primeros años del proyecto, sin embargo, en cualquier instante de la existencia del mismo se puede agregar capital de trabajo, reposiciones o inversión para el aumento de stock de activos fijos o nominales.

Los activos fijos corresponden a terrenos, equipos, maquinarias, obras civiles, etc. y los nominales hacen referencia a cosas intangibles tales como, trámites, licencia, capacitaciones, etc.

### **2.3.2. Costos de operación**

Contemplan los costos que se incurren desde el arranque del proyecto hasta el término de la vida útil del mismo. Estos costos pueden ser clasificados de la siguiente manera, costos de producción (que a su vez se desagregan en salario del personal, los insumos, etc.), costos administrativos, costos financieros, entre otros.

En comparación a los costos de inversión que se concibe una sola vez, a excepción de las reposiciones de stock, los costos de operación son frecuentes (mensual, semanal, diario, etc.).

En resumen, los costos de inversión se dan para que el proyecto comience a funcionar a largo plazo, mientras que los costos de operación garantizan el funcionamiento diario, en corto plazo.

### 2.3.3. Métodos de evaluación de proyectos

Se considera los siguientes métodos:

#### 2.3.3.1. Valor Actualizado Neto (VAN)

Criterio de inversión que sirve para comprobar la viabilidad de un proyecto, que consta en calcular el valor actual neto de todos los flujos de caja que genera un proyecto de inversión, empleando como tasa de descuento el coste de capital para la empresa o la rentabilidad que se espera para la inversión.

Además, es bueno para precisar la opción más viable que se puede tener en el mismo proyecto, considerando las diferentes proyecciones de flujos de caja que se pueden generar. También con el VAN es posible determinar el precio por el que se debería vender un proyecto con el fin de obtener una rentabilidad económica.

Al calcular el VAN se puede obtener tres resultados:

- $VAN < 0$ . Significa que el proyecto no es rentable, es decir que, la inversión inicial es superada por los flujos de caja del valor actualizado, por lo tanto, el proyecto no alcanza la rentabilidad.
- $VAN = 0$ . Significa que el proyecto es considerado rentable puesto que el VAN es equivalente a la inversión inicial.
- $VAN > 0$ . Significa que el proyecto es rentable, es decir, los flujos de caja del valor actualizado son mayores a la inversión inicial, esto conlleva a generar una rentabilidad superior al coste del capital.

El VAN se calcula con la siguiente expresión:

$$VAN = -A + \frac{Q_1}{(1 + K_1)} + \frac{Q_2}{(1 + k_1)(1 + k_2)} + \dots + \frac{Q_n}{(1 + k_1) \dots (1 + k_n)}$$

Donde:

A: Inversión inicial

Qi: Flujos de caja en cada periodo

ki: Tasa de descuento

n: Cantidad de años o periodos

Considerando la tasa de descuento (k) constante, se obtendría la siguiente expresión:

$$VAN = -A + \frac{Q1}{(1 + K)} + \frac{Q2}{(1 + K)^2} + \dots + \frac{Qn}{(1 + k)^n}$$

### 2.3.3.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Es la tasa de descuento máxima que un proyecto logra obtener para ser rentable, y se genera cuando el valor actual neto llega a un valor igual a 0, es decir que, el VAN sea igual a la inversión inicial, pues tasas de descuentos superiores originarían que el VAN sea negativo, lo que conlleva a que los flujos de caja sean menores que la inversión.

Para obtener el TIR se deberá resolver la siguiente ecuación:

$$0 = -A + \frac{Q1}{(1 + r)} + \frac{Q2}{(1 + r)^2} + \dots + \frac{Qn}{(1 + r)^n}$$

Donde:

A: Inversión inicial

Qi: Flujos de caja en cada periodo

r: Tasa de descuento (TIR)

n: Cantidad de años o periodos

Al calcular el TIR se puede obtener tres resultados:

- TIR < r. Significa que el proyecto no es rentable
- TIR = r. Se acepta el proyecto
- TIR > r. Significa que el proyecto es rentable

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. UBICACIÓN

La zona de estudio se encuentra ubicado en el departamento de Lima, provincia de Cañete y distrito de Mala. La urbanización San Antonio de Mala cuenta con una extensión total de 46.6 ha siendo 37,474 m<sup>2</sup> de áreas verdes.

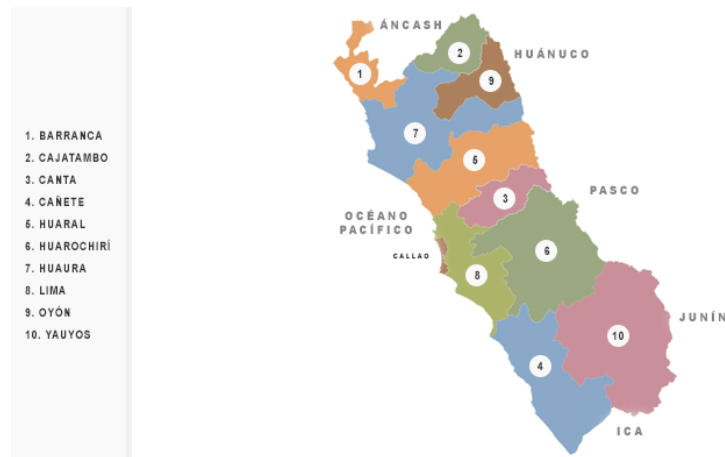
Ubicación Política:

- Por el Norte: Con el distrito de San Antonio y Santa Cruz de las flores
- Por el Sur: Con el distrito de Asia
- Por el Este: Con el distrito de Calango
- Por el Oeste: Con el Océano Pacífico



**Figura 11: Mapa político del departamento de Lima y Provincias**

FUENTE: Lugares turísticos región Lima, (s.f.).



**Figura 12: Mapa político de las provincias de Cañete**

FUENTE: Iperu (s.f.).

El acceso a la zona se realiza partiendo de la ciudad de Lima por medio de la carretera Panamericana Sur hasta llegar a la localidad de Bujama Alta (altura del km. 90 aprox.), luego se toma un tramo de la antigua panamericana (de 2.5 km.) y a través de un camino asfaltado (de 1 km.), que sigue en dirección a la minera condestable, se llega a la urbanización San Antonio de Mala.

Ubicación Local:

- Por el Norte: Con la Urbanización San Antonio de la Aguada
- Por el Sur: Con el distrito de Bujama Alta
- Por el Este: Con la Minera Condestable
- Por el Oeste: Con el Océano Pacífico



**Figura 13: Imagen satelital de la urbanización San Antonio de Mala**

### 3.2. ÁREA DE ESTUDIO

La urbanización San Antonio de Mala consta de cuatro etapas en toda su extensión, la primera cuenta con dos parques ejecutados, ambos con sistema de riego presurizado (aspersión y goteo), la segunda y tercera etapa no cuentan con parques dentro de su delimitación, sin embargo, la cuarta y última etapa posee la mayor cantidad de parques, ocho en total, cuatro de ellas ya instaladas con sistema de riego tecnificado, así mismo, la urbanización posee una franja de servidumbre que a su vez se divide en seis sectores, de ellas, cuatro ya están instaladas.

La urbanización obtiene el agua de regadío de diferentes fuentes, tales como, el canal de Bujama, que posee una conductividad de 185.5 uS/cm, el pozo con 5,170.0 uS/cm de conductividad y el agua de rechazo, producto de la ósmosis inversa que supera los 6000.00 uS/cm, todo ello se mezcla en un reservorio con capacidad de almacenamiento de hasta 320 m<sup>3</sup>, desde donde el agua es impulsada a través de dos bombas centrifugas de 10 Hp hacia un geotanque de riego de 40 m<sup>3</sup> que va conectado a otros tres geotanques más de la misma capacidad. La fuente de almacenamiento (geotanque) suministra el recurso hídrico por gravedad a cada uno de los parques que se encuentran en las diferentes etapas.



**Figura 14: Conductividad de agua de Canal Bujama**

Además, el proyecto cuenta con 1,119.39 metros de cable de automatización NYY de 2.5 mm<sup>2</sup> instalados, de ello, 513.27 metros se encuentran en SAM1 y 606.12 metros en SAM4. A continuación, se detallarán los componentes de cada parque y mediante un plano se

indicarán la ubicación de cada una de ellas.

**Tabla 1: Componentes de los parques instalados actualmente**

Proyecto	Número de parque	Tipo de riego	Electroválvulas
SAM1	Nº1	Aspersión	4
	Nº2	Goteo	1
		Goteo	3
SAM4	Nº1	Goteo	1
	Nº2	Goteo	1
	Nº3	Aspersión	2
		Goteo	4
	Nº4	Aspersión	3
		Goteo	1
Franja de servidumbre	Nº1	Goteo	-
	Nº2 y Nº3	Goteo	-
		Nº4	Goteo

*Nota:* Identificación de los parques actuales instalados con sistema de riego a presión en el proyecto SanAntonio de Mala.

Todos los parques poseen electroválvulas modelo PGA de la marca Rain Bird, así como, un medidor de caudal tipo Wottman DN50, sin embargo, la franja de servidumbre no cuenta con ello, pues el control del riego es mediante válvulas manuales oblicuas Plasson, sin embargo, el sector Nº4 de la franja es el único que posee una válvula PGA y al encontrarse en el mismo arco de riego que los parques Nº1 y Nº2 de SAM4, comparten el medidor de caudal.





**Figura 15: Ubicación de parques actuales en la Urbanización San Antonio de Mala**



**Figura 16: Manifold de riego de la urbanización San Antonio de Mala**

El riego en los parques se da de forma diaria, es así que, para iniciar y culminar un ciclo de riego se requiere de un personal que realice la acción de apertura y cierre de válvulas, y conforme se vayan regando los diferentes sectores y parques, previstos en diferentes etapas, tienen que trasladarse para la continua operación, así mismo, se requiere del personal para el arranque y apagado de las electrobombas de riego. Actualmente, se viene trabajando la operación del sistema de riego y el mantenimiento de áreas verdes con cuatro personales, tres de ellos con categoría peón y uno con categoría oficial.

### **3.3. AUTOMATIZACIÓN ALÁMBRICA**

El Sistema de automatización alámbrica requiere de un control central y por medio de un cable de dos hilos se va a conectar con los elementos que administran el riego en los parques, así pues, se logrará acciones como la apertura y cierre de válvulas, el arranque de bombas u obtener información de sensores de caudal o clima, todo ello es posible mediante los decodificadores de campo que serán instalados antes de los solenoides y junto a las válvulas eléctricas o medidores de caudal, además, se podrá instalar de forma local cerca de las bombas de riego.

Se ha planteado trabajar en la Urbanización San Antonio de Mala con el programador de riego ESP-LXD de la marca Rain Bird, los decodificadores Turf y electroválvulas modelo PGA, todo ello comunicado mediante un cable NYY. A continuación, se describe con mayor detalle las funciones y características de cada elemento que lo compone.

### **3.3.1. Controlador ESP-LXD con decodificador**

Cuenta con una capacidad estándar de 50 estaciones, y con el aumento opcional de dos módulos de 75 estaciones, se puede ampliar hasta 200 en total.

El controlador permite administrar el riego mediante decodificadores que poseen un código único y que puede representar en campo a una válvula maestra, un relé de bomba, una válvula de control, un sensor de caudal, etc., estos van ejecutando una acción o retornan un valor solicitado a petición del controlador central.

Características del controlador:

- Capacidad estándar de 50 estaciones, que puede ampliarse hasta 200 con módulos ESPLXD-SM75.
- Admite tres entradas para sensores de decodificadores y una entrada de sensor local (cableado).
- Acepta hasta 5 sensores de caudal.
- Compatible con decodificadores FD 101TURF, FD-102TURF, FD-202TURF, FD-401TURF, FD-601TURF, SD-210TURF y protectores de sobretensión de línea LSP-1.
- Control centralizado con cartuchos de comunicaciones Rain Bird IQ y software.
- Caja plástica de montaje seguro a la pared con resistencia a los rayos UV, caja opcional de metal y acero inoxidable y pedestal.

### **3.3.2. Decodificadores TURF**

Elemento que va conectado en el recorrido de cable de dos hilos que ejecuta una tarea determinada por petición del controlador de riego. Esta tarea puede ser una acción, como la apertura de una válvula o proporcionar información, ya sea, de un sensor meteorológico o de un caudal (SD-210).

Su fácil instalación y expansión simplifica el proceso permitiendo que la instalación se pueda llevar a cabo en varias fases, es decir, si se desea agregar un área verde controlada por una válvula, simplemente se debe empalmar el decodificador adicional en la ruta del cable de dos hilos existente.

Los decodificadores de campo se identifican mediante modelos de cinco dígitos, el tercero de ellos representa el número de estaciones o direcciones y el último indica la cantidad de solenoides que se pueden activar por dirección. Por otro lado, el decodificador SD-210 se puede utilizar de dos maneras, como un decodificador de sensor o uno de pulso, y si se requiere automatizar el arranque de una bomba, Rain Bird recomienda conectar e instalar un relé de encendido con un decodificar FD-101.

**Tabla 2: Características de los decodificadores Turf**

<b>Modelo de decodificador</b>	<b>Número de códigos por decodificador</b>	<b>Número de solenoide por código</b>
FD-101	1	1
FD-102	1	2
FD-202	2	2
FD-401	4	1
FD-601	6	1

### **3.3.3. Cable de comunicación de dos hilos**

Usado para comunicar el controlador central hacia los decodificadores dispuestos en campo y a los solenoides de las electroválvulas.

El cable puede ser dispuesto por dos tipos de patrones, Estrella o Bucle, la primera es ideal para tramos no tan extensos y se puede ramificar lo necesario sin que el cable retorne al controlador, además con un cable de 2.5 mm<sup>2</sup> se puede obtener una ruta fundamental de hasta 3.0 Km, mientras que el segundo concede una distancia mayor, y a diferencia del primero, sí requiere que el cable retorne al controlador, sin embargo, la ruta fundamental aumenta para el mismo calibre de cable, llegando a 12.0 Km.

Para los empalmes eléctricos a lo largo de la ruta de cable de dos hilos y las conexiones de

los decodificadores y solenoides, se emplearán conectores estancos de modelo DBRY-6, estos poseen un cuerpo transparente que nos facilita la visualización de que las conexiones estén bien hechas, además, nos garantiza la protección contra la humedad.

Las características del cable se detallan a continuación:

- Sección del cable: 2.5 mm<sup>2</sup>
- Conductor: Cobre sin revestir suave, cubierta de estaño
- Aislamiento: Cloruro de polivinilo (PVC). Color estándar de aislamiento rojo y negro.
- Revestimiento: Polietileno de alta densidad (HDPE)
- Temperatura: 60°C
- Voltaje: 600 Voltios



**Figura 17: Conector estanco de cable**

FUENTE: Hunter, (s.f.),

#### **3.3.4. Electroválvula PGA**

Dispositivo que controla la apertura y cierre del fluido en función de una señal eléctrica que llega a los solenoides o por control manual dando un ¼ de giro de vuelta haciendo rotar al solenoide, además, cuenta con un vástago para la regulación del caudal.

Las válvulas PGA estándar cuenta con un solenoide de 24V AC 50/60 Hz, que se encargan de traducir una señal de tipo eléctrica a una de forma hidráulica, también se caracteriza porque requiere de una señal eléctrica continua para estar abierto.



**Figura 18: Electroválvula PGA Rain Bird**

FUENTE: Rain Bird, (s.f.).

### **3.4. INSTALACIÓN DE COMPONENTES**

#### **3.4.1. Controlador ESP-LXD**

Instalación del gabinete metálico LXMM, se utilizará un gabinete de pared LXMM con dimensiones de 12 7/8" (32,7 cm) altura, 14 1/2" (36,8 cm) anchura y 7 3/4" (19,7cm) profundidad, que contendrá al programador ESP-LXD, y que estará ubicado en la pared interior de la caseta del pozo.

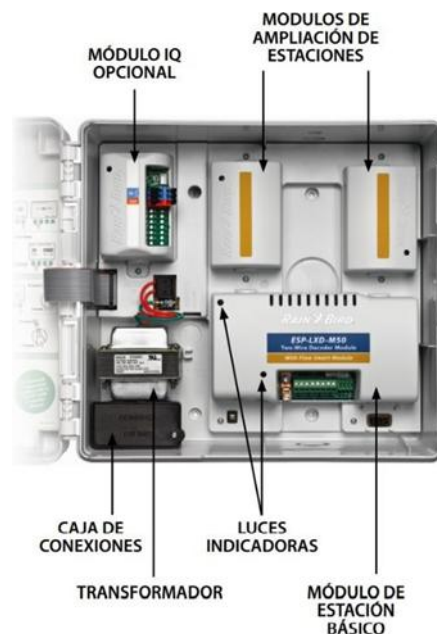
Instalación de módulos, el módulo de decodificador LXD se ubicará en el interior de la caja del controlador de forma horizontal, pudiendo ir conectado en las ranuras superiores de módulo 1 y 3 o inferiores 2 y 4, además, en las ranuras libres se podrá instalar módulos adicionales de 75 estaciones que deben estar de forma vertical.

Instalación de cableado de dos hilos, el controlador puede admitir hasta cuatro rutas de cable de dos hilos que debe estar preparado para trabajar de forma subterránea. Estos cables ingresarán por el orificio ciego que se encuentra en la parte baja del gabinete del controlador y para dar una hermeticidad se instalará un ajustador (prensaestopa). Por medio de dos tornillos se realizará la instalación de los cables que irán dispuestos en los terminales del controlador en las primeras posiciones (L1 – L2), si se requiere instalar más de un cable de dos hilos se procederá a realizar el mismo proceso.

Instalación de cableado de alimentación, el controlador de riego cuenta con un transformador

de reducción de voltaje de 230V AC a 24V AC necesario para dar funcionalidad a los decodificadores conectados al programador, además, cuenta con protección de sobretensiones que ya viene incorporado.

En la parte inferior izquierda se encuentra una cubierta donde se realizará la instalación de la conexión eléctrica de alimentación trifásica con el transformador, que posee tres cables de color, negro, azul (neutro) y verde con raya amarilla (tierra).



**Figura 19: Partes internas del programador ESP-LXD**

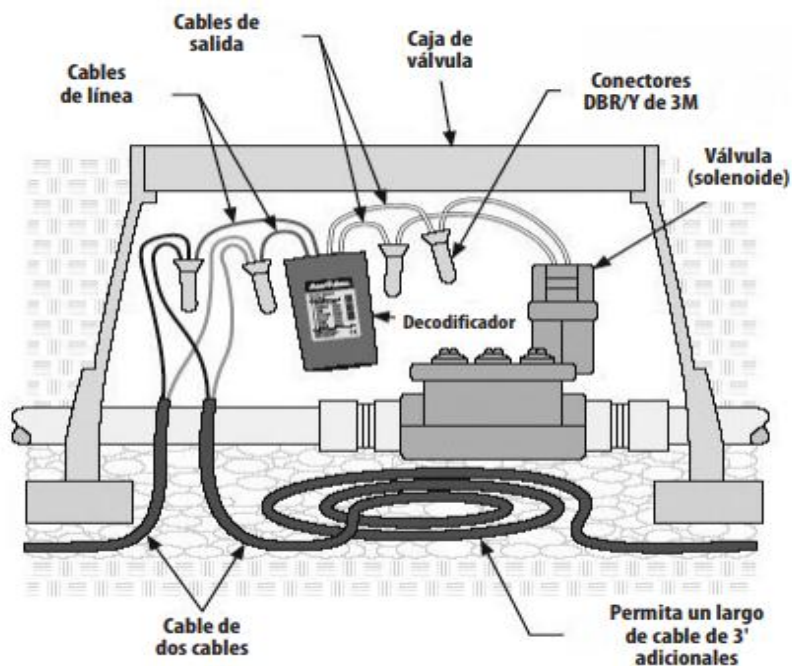
FUENTE: Rain Bird (2016).

### 3.4.2. Cable de comunicación

Por recomendación del fabricante y la facilidad de poder resolver los problemas que se pueden presentar en la instalación del cable de dos hilos a lo largo del sistema, se ha decidido trabajar con la configuración tipo estrella, por tal motivo, la distancia máxima para la ruta fundamental con la sección de cable de 2.5 mm<sup>2</sup> será de 3.0 kilómetros.

El cable de comunicación de 2.5 mm<sup>2</sup> partirá desde el programador ESP-LXD ubicado en la caseta del pozo, que pasará por los medidores de caudal hasta llegar a las electroválvulas correspondientes de los parques en estudio. Así mismo, se realizará excavaciones de zanja con dimensiones de 0.2 m x 0.6 m para el tendido de cable de dos hilos de manera paralela

a la tubería matriz y sus derivaciones previamente instalados, además, constará de una manguera de protección solo en los recorridos del cable que pase por pistas y veredas. Los empalmes de cable se realizarán por medio de conectores tipo estancos DBRY-6, que garantizarán las conexiones en instalaciones subterráneas de baja tensión, además, en cada empalme y derivación se colocará una caja de válvula para su fácil ubicación en caso tengamos problemas de continuidad de la señal eléctrica u otros problemas relacionados al buen funcionamiento del sistema.



**Figura 20: Detalle de empalme de cable de dos hilos**

FUENTE: Rain Bird (2012).

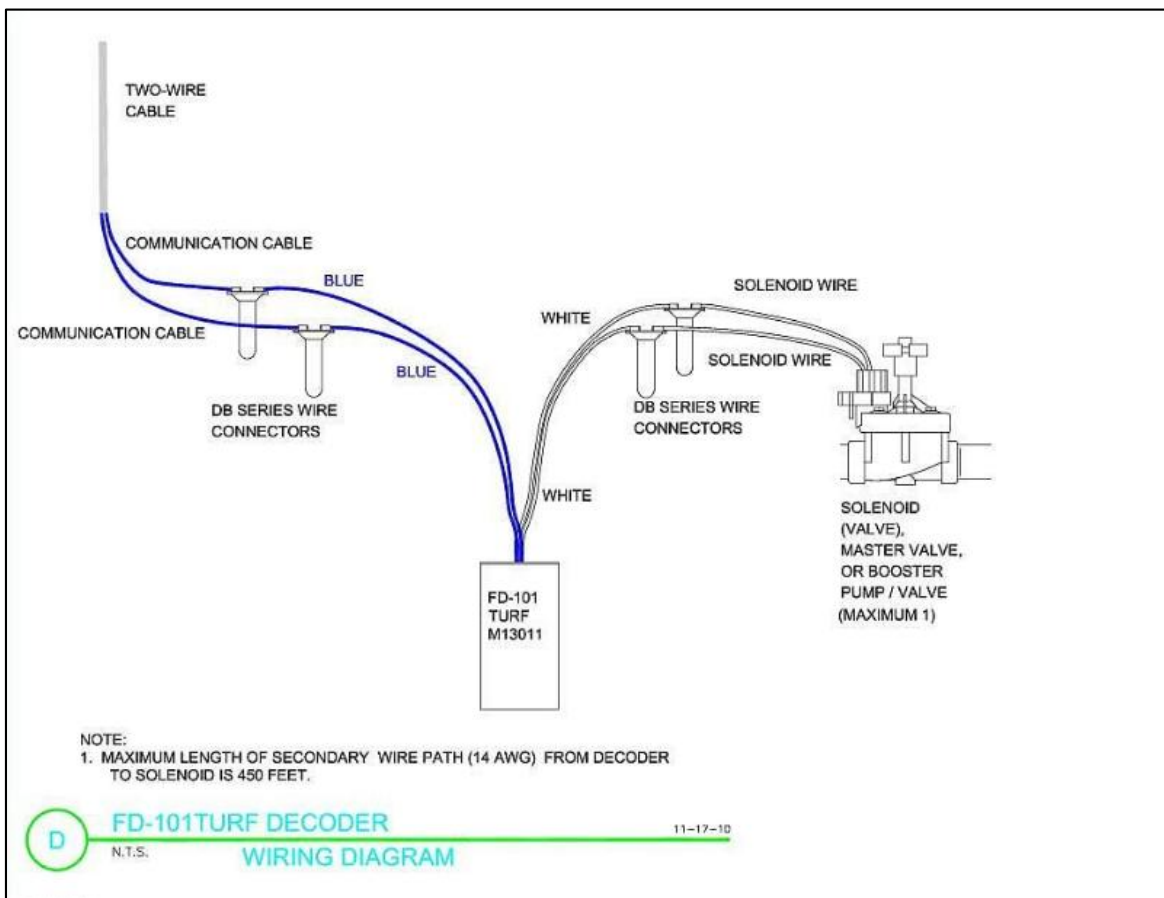
Se ha considerado implementar decodificadores Turf modelo FD-101, FD-102 y FD-401, el primero posee una dirección que podrá controlar una electroválvula (Figura N°21), sin embargo, también se puede usar para conectar a un relé de arranque de bomba, el segundo posee dos direcciones, cada una de ellas podrá controlar dos electroválvulas simultáneamente, y el último posee 4 direcciones para el control de cuatro electroválvulas. Además, se considerará decodificadores de sensor de caudal SD-210.

Los decodificadores Turf deberán estar empalmados tanto al cable de dos hilos de 2.5 mm<sup>2</sup> como a los solenoides de las válvulas por medio de los conectores estancos, se considerará



dos conectores por solenoide (uno por cada hilo), así mismo, la conexión del decodificador al conductor eléctrico principal de 2.5mm<sup>2</sup> se dará también por dos conectores estancos.

Los decodificadores Turf estarán ubicados en el interior de las cajas portaválvulas con el fin de ser protegidas de la manipulación de terceros o del vandalismo. Cada decodificador de sensor SD-210 de Rain Bird se conectará al cable de comunicación de dos hilos y, a su vez, al emisor de pulso del medidor de caudal.



**Figura 21: Cableado de decodificador FD-101TURF**

FUENTE: Rain Bird, (s.f.).

Rain Bird recomienda utilizar un decodificador de campo FD-101 para conectar tanto el cable de comunicación de dos hilos del programador ESP-LXD, como conectar hacia el relé de arranque con una tensión de bobina de 24V AC y una tensión a la línea de fuente de energía de la bomba de 220V AC.

### **3.4.3. Electroválvulas PGA**

Las electroválvulas PGA en línea serán instaladas debajo del nivel del suelo, lo que nos ayudará a proteger de cualquier tipo de manipulación y vandalismo que pueda ocurrir, además, las electroválvulas son adecuadas para zonas donde haya distintos tipos de elevación, debido a que éstas están resguardadas por una caja de válvula.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Durante el periodo de tres meses se realizó la recolección de información mediante las entrevistas realizadas a cinco profesionales del rubro, entre ellos, dos ingenieros agrícolas, dos ingenieros agrónomos y un ingeniero mecánico eléctrico. Dichas entrevistas fueron desgravadas, ordenadas y analizadas.

Una vez procesada todas las entrevistas, se procedió a resaltar las frases codificadas, organizándolas según las dimensiones de las variables de estudio.

Mediante un cuadro comparativo se cruza la información de los cinco entrevistados, para obtener las ideas que llevarán a la variable emergente.

DIMENSIONES	ENTREVISTADO N°1	ENTREVISTADO N°2	ENTREVISTADO N°3	ENTREVISTADO N°4	ENTREVISTADO N°5	FRASES CODIFICADAS
NIVEL DE AUTOMATIZACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Buen funcionamiento del sistema automático en la etapa inicial del proyecto</li> <li>- El proceso previo para automatizar un sistema de riego, es tener bien definido la parte hidráulica.</li> <li>- Dependiendo del nivel de automatización y de la envergadura del proyecto, se definirán los elementos del sistema automatizado.</li> <li>- Uno de los factores importantes que se necesita para definir el tipo de automatización a implementar, es el área del proyecto.</li> <li>- Una desventaja del sistema inalámbrico con RTU'S es el sonido que emiten las antenas en cada comando.</li> <li>- Se recomienda dos alternativas para automatizar un sistema de riego a presión para las áreas verdes de una urbanización, vía inalámbrica con el sistema Bermad o alámbricos con decodificadores de la marca Rain Bird.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Automatizar un sistema de riego nos da el poder de gestionar y controlar el riego desde un programador que se comunica con diferentes actuadores y sensores en campo.</li> <li>- La tecnología de automatización a elegir se da en base al alcance y área del proyecto.</li> <li>- La automatización de un sistema de riego se pueda realizar a varias escalas con diferentes tipos de tecnología.</li> <li>- La tecnología actualmente demandada en el Perú es la inalámbrica, por su reciente ingreso al mercado local.</li> <li>- La elección del sistema de automatización, está en función del área a implementarse.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Para grandes extensiones de riego se recomienda automatizar el sistema, pues este centraliza todas las operaciones en un solo punto.</li> <li>- Para elegir el tipo y nivel de automatización, es importante saber el área total y el alcance de las funciones que debe tener el sistema.</li> <li>- La automatización de riego más común en parques de municipalidades, es por medio alámbrico.</li> <li>- El entrevistado, recomienda automatizar de forma inalámbrica las áreas verdes de una urbanización.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Con un riego automatizado garantiza un régimen hídrico para el desarrollo de la planta.</li> <li>- Mediante un sistema de riego automatizado se obtiene mejores rendimientos.</li> <li>- El diseño agronómico e hidráulico, así como, la ubicación, fuente de agua y energía, son procesos imprescindibles para iniciar con el planteamiento de la automatización del sistema.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En zonas donde no se tiene suficiente recurso hídrico, se recomienda automatizar.</li> <li>- Se tienen que solicitar planos a las diferentes especialidades para realizar el diseño del sistema de riego, posterior a ello ver el nivel de automatización al que quieren llegar.</li> <li>- Para extensiones grandes de riego con sistemas alámbricos, se recomienda trabajar con decodificadores.</li> <li>- A diferencia de Perú, en otros países cada litro de agua es importante y tiene un costo por ello, lo que conlleva a automatizar los sistemas de riego de las municipalidades.</li> <li>- Se puede afinar la automatización incluyendo estaciones meteorológicas y sensores de humedad, esto se traduce en mayor gestión y control del riego.</li> <li>- La diferencia aproximada entre un sistema alámbrico e inalámbrico es de un 20%, sin embargo, todo dependerá del área a implementar, además de mucho criterio para la elección del medio de comunicación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Se requiere estudiar y delimitar el área de trabajo para definir el nivel de automatización.</li> <li>- Buen funcionamiento del sistema automático en la etapa inicial del proyecto.</li> <li>- El diseño hidráulico es fundamental para automatizar.</li> <li>- Con la automatización se optimiza el recurso hídrico.</li> <li>- La automatización permite gestionar y centralizar el riego en un solo punto.</li> <li>- La tecnología inalámbrica tiene más demanda en la actualidad.</li> <li>- Uso de comunicación alámbrica para extensiones grandes en áreas verdes mediante decodificadores</li> </ul>

**Figura 22: Codificación de respuestas de la dimensión de nivel de automatización**

DIMENSIONES	ENTREVISTADO N°1	ENTREVISTADO N°2	ENTREVISTADO N°3	ENTREVISTADO N°4	ENTREVISTADO N°5	FRASES CODIFICADAS
SISTEMA DE CONTROL	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evolución de los medios de comunicación para la automatización del sistema de riego.</li> <li>- Programadores de riego basado en el tiempo.</li> <li>- La comunicación alámbrica pasará a segundo plano, conforme pasen los años por la evolución de la tecnología.</li> <li>- Las desventajas del sistema alámbrico son: Difícil de ubicar el punto de error, relación directamente proporcional entre la distancia del tendido del cable y el calibre del mismo, así como el costo.</li> <li>- Se puede implementar una automatización de sistemas de riego a presión, mediante un programador de riego con decodificadores en áreas de jardinería.</li> <li>- La fiabilidad de la comunicación y datos que se obtengan a través de los programadores, no está en función del tipo de tecnología de automatización que elijas, sino de la calidad y la distancia a la que se van a comunicar con los elementos dispuestos en todo el proyecto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los componentes de un sistema de riego automatizado son: Programador de riego, medios de comunicación (alámbrica y/o inalámbrica), actuadores (electroválvulas) y sensores.</li> <li>- Se necesita que el cable y el empalme sean resistentes a la humedad y agentes propios del riego.</li> <li>- El área del proyecto y la distancia del controlador hasta el último elemento de control son los que definen el medio de comunicación de un sistema automatizado.</li> <li>- La seguridad de la comunicación es una de las ventajas del sistema alámbrico y una desventaja es un accidente siempre y cuando no se proteja debidamente los cables.</li> <li>- La facilidad con la que se puede trasladar los equipos en el sistema automatizado inalámbrico le da ventaja sobre el alámbrico.</li> <li>- La comunicación inalámbrica puede ser manipulado por Hackers.</li> <li>- Para áreas extensas, como fundos, se necesita la comunicación inalámbrica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La desventaja de los sistemas alámbricos es la sulfatación de cables, los robos y mordeduras de roedores.</li> <li>- Los elementos que componen un sistema de riego automatizado son: Programadores, medios de comunicación, actuadores y sensores.</li> <li>- Instalar un medio de comunicación alámbrica en grandes extensiones es insostenible.</li> <li>- Ventajas del sistema alámbrico son: ideal para áreas pequeñas y desventajas que se sulfatan los cables, robos o roturas de cables y quema de solenoides de electroválvulas.</li> <li>- Las ventajas del sistema inalámbrico son: costo de implementación barato para extensiones grandes, portabilidad del sistema, ahorro del personal y mantenimiento, las desventajas son: Fácil de robo, desnivel del terreno y viento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se tiene dos tipos de fuentes de energía para trabajar un sistema automatizado, mediante energía eléctrica o energía fotovoltaica.</li> <li>- Un sistema automatizado debe contar con los siguientes elementos: Programador de riego, electroválvulas y el medio de comunicación (alámbrico o inalámbrico).</li> <li>- Los programadores de riego trabajan con baja energía para la actuación de los elementos en campo.</li> <li>- Existen programadores de riego que trabajan con elementos de forma alámbrica, sin embargo, se puede comandar de manera inalámbrica, incorporando un chip que va alojado en su interior.</li> <li>- Una desventaja del sistema alámbrico es la mordedura de cables de comunicación por parte de roedores.</li> <li>- En las derivaciones o corte de cable se recomienda colocar cajas de pase para su ubicación y protección.</li> <li>- Para la automatización se usa cable automotriz, y se instalan tantos cables como válvulas se tengan en campo diferenciándose por el color del cable.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los controladores de riego cuentan con la opción de notificar las fallas producidas durante el funcionamiento del mismo.</li> <li>- Los componentes de un sistema automatizado son: válvulas eléctricas, decodificadores en caso se utilice, cable como medio de comunicación y controlador de riego.</li> <li>- El calibre del cable a utilizar dependerá de la distancia que va a recorrer desde el controlador hasta el accesorio más alejado, el cual va junto a la línea matriz.</li> <li>- Una automatización con decodificadores nos proporciona la escalabilidad, es decir; crecer a medida que el proyecto continúe.</li> <li>- Se tiene que realizar un análisis previo del alcance del proyecto para decidir qué medio de comunicación utilizar.</li> <li>- La ventaja de instalar automatización alámbrica es el costo económico del cable, sin embargo, una desventaja es lo arduo en la fase de instalación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los elementos de un sistema de riego son: Programador de riego, medio de comunicación, actuadores y sensores.</li> <li>- En los próximos años la comunicación alámbrica pasará a segundo plano.</li> <li>- Ventajas de un sistema inalámbrico: costo de implementación barato para extensiones grandes, portabilidad del sistema, ahorro del personal y mantenimiento.</li> <li>- Desventajas de un sistema inalámbrico: Fácil de robar, obstáculos entre antenas, manipulación por Hackers y el desgaste rápido de baterías.</li> <li>- Ventajas de un sistema alámbrico: la seguridad de la comunicación, ideal para zonas pequeñas, costo bajo del cable.</li> <li>- Desventajas de un sistema alámbrico: difícil ubicación del punto de error, mayor costo a longitudes grandes de instalación, sulfatación de cables, exposición a la humedad, roturas de cable y mordedura de roedores.</li> <li>- Para jardinería se puede usar un programador con decodificadores y este podría ser escalable.</li> </ul>

Figura 23: Codificación de respuestas de la dimensión sistema de control

DIMENSIONES	ENTREVISTADO N°1	ENTREVISTADO N°2	ENTREVISTADO N°3	ENTREVISTADO N°4	ENTREVISTADO N°5	FRASES CODIFICADAS
SISTEMA DE CONTROL	<p>- Las desventajas del sistema inalámbrico son: La fuente de energía a las torres de comunicación, las condiciones geográficas, la visibilidad entre antenas de radio, neblinas en la zona del proyecto, obstáculos como árboles.</p> <p>- Las ventajas del sistema inalámbrico son: Ofrece mejores condiciones que la alámbrica para extensiones a gran escala, poder monitorear el sistema y obtener datos de campo mediante una PC.</p> <p>- Las desventajas de un sistema alámbrico son: Sulfatación de cables, exposición de empalmes a la humedad.</p>	<p>- Mediante los decodificadores se puede dar acceso a los elementos dispuestos en campo, pues posee un código único para ellos.</p> <p>- Se debe garantizar que la corriente nominal de llegada a los solenoides debe estar por encima del 20% para su buen funcionamiento.</p> <p>- Los programadores han ido evolucionando con el tiempo, tanto en sus funciones como en la facilidad de uso, actualmente se pueden manejar y obtener datos en tiempo real desde un celular, al alcance de cualquier persona.</p>			<p>- La ventaja de utilizar un programador de riego con decodificadores, es el uso de un solo cable y se hace fácil ubicar las fallas siempre y cuando se señalice las bifurcaciones y corte que deben estar en una caja de paso.</p> <p>- Existen controladores capaces de trabajar de forma inalámbrica, que van ubicados al costado de las válvulas que están debajo del terreno.</p> <p>-La desventaja de estos controladores inalámbricos es la batería, debido a que a mayor uso, mayor desgaste se tendrá y mayores cambios se realizarán.</p> <p>- Se recomienda un programador con decodificadores para la implementación de un sistema automatizado de riego en áreas verdes de una urbanización</p>	<p>- Ventaja de un programador con decodificadores es el uso de un solo cable de automatización.</p> <p>- la fiabilidad de la comunicación y datos obtenidos mediante el programador, se da en función de la distancia de comunicación y calidad de los elementos que los transmite.</p> <p>- Se debe proteger los empalmes y bifurcaciones del cable de automatización.</p> <p>- Analizar el proyecto para definir el tipo de comunicación.</p> <p>- A mayor distancia del controlador, mayor será el calibre del cable a instalar.</p>

**Figura 24: Codificación de respuestas de la dimensión sistema de control**

DIMENSIONES	ENTREVISTADO N°1	ENTREVISTADO N°2	ENTREVISTADO N°3	ENTREVISTADO N°4	ENTREVISTADO N°5	FRASES CODIFICADAS
COSTOS DE INVERSIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A mayor nivel de automatización mayor, será la inversión.</li> <li>- A extensiones mayores de área de riego, conviene invertir en un sistema de riego automatizado</li> <li>- A distancias muy largas de tendido de cable, el costo de implementar la automatización alámbrica se hace insostenible.</li> <li>- Si todo el sistema de automatización a implementar esta bien dimensionado es una buena inversión.</li> <li>- Un propio diseño de automatización de riego trae consigo ahorro de dinero.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A mayor distancia del tendido de cable de automatización, mayores serán los costos de inversión.</li> <li>- Invertir en un sistema de automatización de riego, proporciona el beneficio de gestionar y controlar el riego, además, de obtener información relevante para el planeamiento en la operación del sistema.</li> <li>- De todo punto de vista, automatizar un sistema de riego es una buena inversión.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Para implementar un sistema de riego alámbrico en áreas urbanas y parques, es importante analizar el costo por hectárea para la decisión.</li> <li>- Los beneficios que proporciona automatizar un sistema de riego son, el control y la gestión del riego, además, del ahorro de mano de obra como punto importante.</li> <li>- Automatizar un sistema de riego es una buena inversión.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se requieren realizar estudios previos al sistema actual de riego para poder dar un presupuesto de automatización.</li> <li>- La automatización de un sistema de riego es una buena inversión, pues proporciona ahorro de personal y ahorro en los tiempos de operación en comparación con el sistema manual, es por ello, que es una buena inversión automatizar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Automatizar un sistema de riego es una buena inversión, pues ayuda al control del agua y el uso racional del mismo.</li> <li>- El presupuesto y los alcances iniciales del proyecto se deben evaluar para decidir la automatización en un sistema de riego.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El costo del cable de automatización aumenta a medida que se tenga grandes distancias.</li> <li>- Invertir en un sistema automatizado nos proporciona el control y gestión de todo el sistema de riego.</li> <li>- Es una buena inversión automatizar un sistema de riego.</li> <li>- Para elegir el nivel de automatización es importante analizar previamente el alcance del proyecto, así como, el costo por hectárea que esto conlleva implementar.</li> <li>- Un propio diseño de automatización de riego trae consigo ahorro de dinero.</li> </ul>

**Figura 25: Codificación de respuestas de la dimensión costos de inversión**

DIMENSIONES	ENTREVISTADO N°1	ENTREVISTADO N°2	ENTREVISTADO N°3	ENTREVISTADO N°4	ENTREVISTADO N°5	FRASES CODIFICADAS
COSTO DE OPERACIÓN	<p>- Reducción del personal de campo con el sistema automatizado de riego, traducido en un ahorro de dinero.</p> <p>- Se requiere personal capacitado para el manejo del control del sistema automatizado.</p> <p>- El mantenimiento de los elementos que componen el sistema de riego, se tiene que dar de forma diaria, además, un factor clave es la cantidad y la calidad de los equipos instalados.</p> <p>- El mantenimiento de un sistema de riego automatizado es clave para su operación continua.</p> <p>- Automatizar un sistema de riego te va a permitir tener un mayor control y gestión de tu sistema de riego, así mismo, reduce la cantidad de mano de obra y ello se traduce en un ahorro de dinero, sin embargo, los costos del mantenimiento del sistema, se dará durante toda la vida útil del mismo.</p> <p>-</p>	<p>- Un sistema de riego automatizado se recomienda, cuando el volumen de operaciones es alto.</p> <p>- Se busca minimizar el costo del personal.</p> <p>- Un sistema automatizado de riego dota de la cantidad de agua requerida por la planta, conllevando a un uso eficiente del agua y ahorro del mismo.</p> <p>- Para asegurar el funcionamiento del sistema automatizado, es importante realizar un mantenimiento de los equipos y elementos que conforman la automatización de forma periódica.</p> <p>- Ubicar las fallas del medio de comunicación cableado se hace tedioso y acarrea un valor alto en el proceso de mantenimiento.</p>	<p>- Se ahorra en mano de obra al automatizar un sistema de riego.</p> <p>- Se recomienda un mantenimiento mensual de cada uno de los elementos que compone el sistema DREAM, que se da por un medio de comunicación inalámbrica.</p> <p>- Se reduce a un 80% la mano de obra destinado a operaciones de control en campo.</p> <p>- Un personal que conoce los conceptos básicos de cómo funciona un sistema de riego, puede comprender el manejo de un controlador de riego sin problema alguno.</p> <p>- Un sistema de control inalámbrico tiene un menor presupuesto de inversión en comparación a un sistema alámbrico.</p>	<p>- El sistema de riego automatizado reduce la cantidad de mano de obra.</p> <p>- Los sistemas de bombeo a combustión generan un costo elevado en la operación y mantenimiento que no es rentable para el productor.</p> <p>- Parte del mantenimiento de los elementos del sistema automatizado es el cambio de pilas de los programadores de riego, mantenimiento por mal funcionamiento de electroválvulas y reparación o cambio de accesorios que contempla el sistema eléctrico.</p> <p>- Automatizar un sistema de riego nos proporciona ahorro de personal y ahorro en los tiempos de operación en comparación con sistema manual, es por ello que es una buena inversión automatizar.</p>	<p>- Se necesita de un especialista para operar los equipos de automatización.</p> <p>- Es importante contar con personal especializado para la instalación y operación del sistema automatizado, de lo contrario los costos de mantenimiento aumentarían.</p> <p>- La implementación de un sistema de riego automatizado, nos proporciona una reducción del personal, además, de reducir los tiempos de operación.</p> <p>- El mantenimiento de los componentes del sistema de automatización se tiene que dar una vez al año, mientras que el mantenimiento rutinario como limpieza de aspersores, filtro de retrolavado, se da de forma diaria.</p> <p>- El cambio de pilas del controlador se tiene que hacer cada 6 meses.</p>	<p>- Implementar un sistema de riego automatizado reduce la cantidad de mano de obra y los tiempos de operación en campo.</p> <p>- El sistema de control automatizado de riego debe ser operado por un personal especializado.</p> <p>- Se debe revisar diariamente los elementos de la automatización y realizar el mantenimiento general una vez al año.</p> <p>- Costos elevados en reparación de fallas del cable de automatización por su difícil ubicación.</p> <p>- Automatizar, genera mayor eficiencia en el uso del agua, traducándose en un ahorro.</p> <p>- Pago de licencias por el uso del software de automatización.</p> <p>- Se requiere personal especializado para operar el programador de riego.</p> <p>-</p>

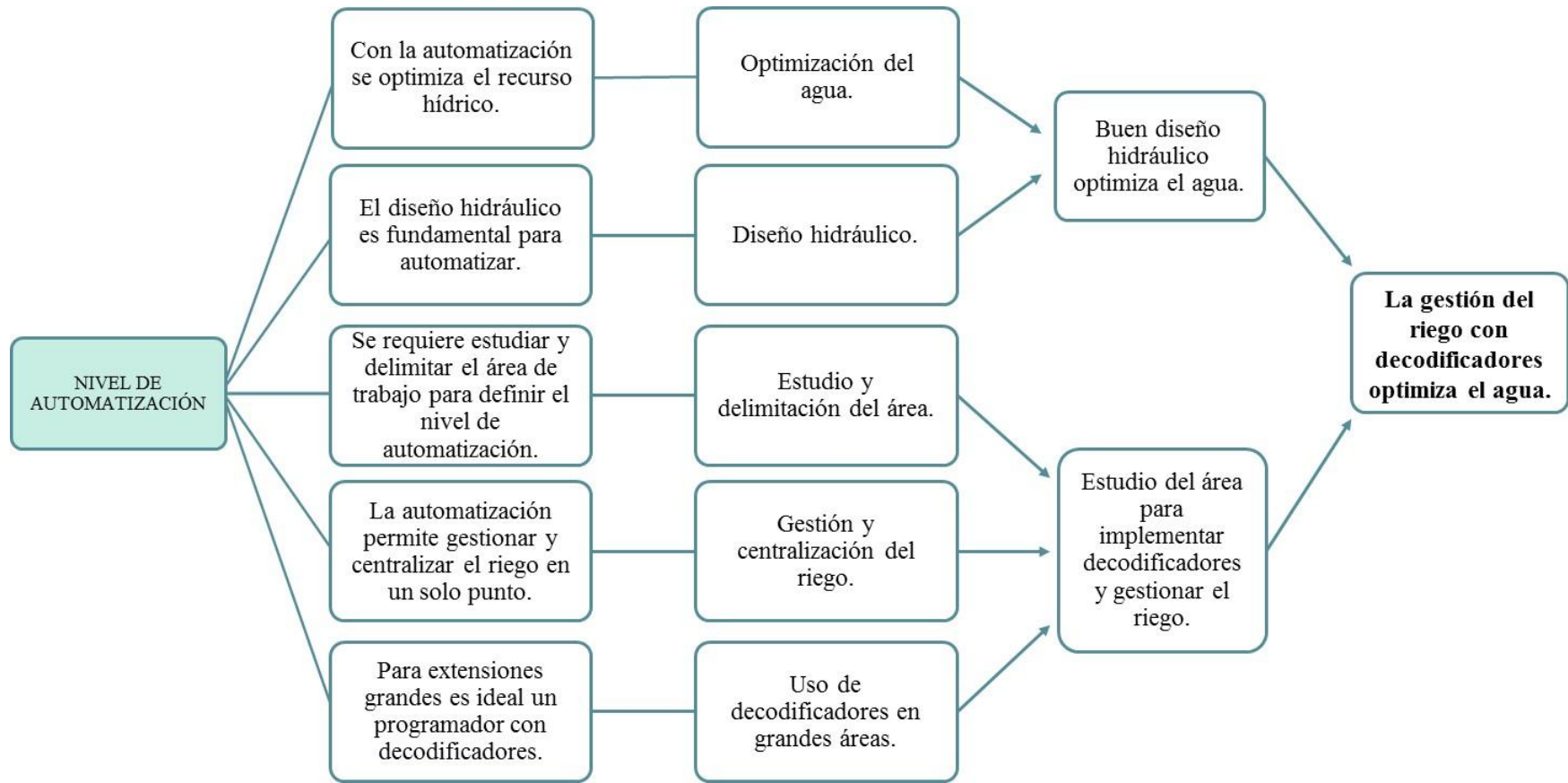
Figura 26: Codificación de respuestas de la dimensión nivel de costo de operación



DIMENSIONES	ENTREVISTADO N°1	ENTREVISTADO N°2	ENTREVISTADO N°3	ENTREVISTADO N°4	ENTREVISTADO N°5	FRASES CODIFICADAS
COSTO DE OPERACIÓN	<p>- Con la automatización del sistema de riego, se puede llegar a obtener una reducción en costo de operación de 25 a 30%.</p> <p>- Hay una mejora sustancial en los tiempos y los movimientos del personal con un sistema de riego automatizado, lo que conlleva a que el personal pueda supervisar una mayor cantidad de área de trabajo, sin descuidar las labores diarias de mantenimiento.</p>	<p>- La comunicación inalámbrica requiere del pago de licencias de software, sin embargo, las bandas dedicadas para esta comunicación son de libre pago.</p> <p>- El costo de reparación para encontrar la falla del sistema alámbrico es elevado, más aún si no se tiene detallado la ubicación del recorrido y bifurcaciones de los cables de comunicación.</p>		<p>- Para operar los programadores de riego, no se requiere de un personal especializado, ya que no es complicado manipularlo, sin embargo, para cuestiones más técnicas si es necesario un profesional.</p>	<p>- Para áreas ya definidas y no tan extensas, la entrevistada implementó el medio de comunicación alámbrico.</p> <p>- La automatización de un sistema de riego permite reducir la mano de obra.</p> <p>- Para operar un programador de riego con decodificadores, se requiere que el personal sea un técnico especializado.</p> <p>-La falta de información sobre los beneficios que nos proporciona automatizar un sistema de riego, así como, la escasez de técnicos especializados, hacen que la automatización no sea muy empleada.</p>	
RELACIÓN ENTRE PROYECTOS E INVERSIÓN	<p>- Para poder comparar diferentes tecnologías de automatización a un solo proyecto, se debe de tener alcances idénticos.</p>					<p>- Proyectos con alcances idénticos nos permite comparar diferentes tecnologías de automatización</p>

**Figura 27: Codificación de respuestas de la dimensión costos de operación y relación entre proyectos de inversión**

Gracias a la codificación, se logró identificar los términos más relevantes de cada dimensión, empezando con la dimensión “Nivel de automatización” y culminando con la dimensión “Relación entre proyectos de inversión”.



**Figura 28: Dimensión nivel de automatización**

En la Figura 28 se destacan las ideas en relación a los niveles de automatización, para posteriormente resumirlos, es así que, la optimización del agua y el diseño hidráulico contrastan en una idea clave “Buen diseño hidráulico optimiza el agua”, por su parte, las otras tres ideas convergen en la segunda idea clave “Estudio del área para implementar decodificadores y gestionar el riego”, estos conforman el concepto principal de la dimensión, “La gestión del riego con decodificadores optimiza el agua”.

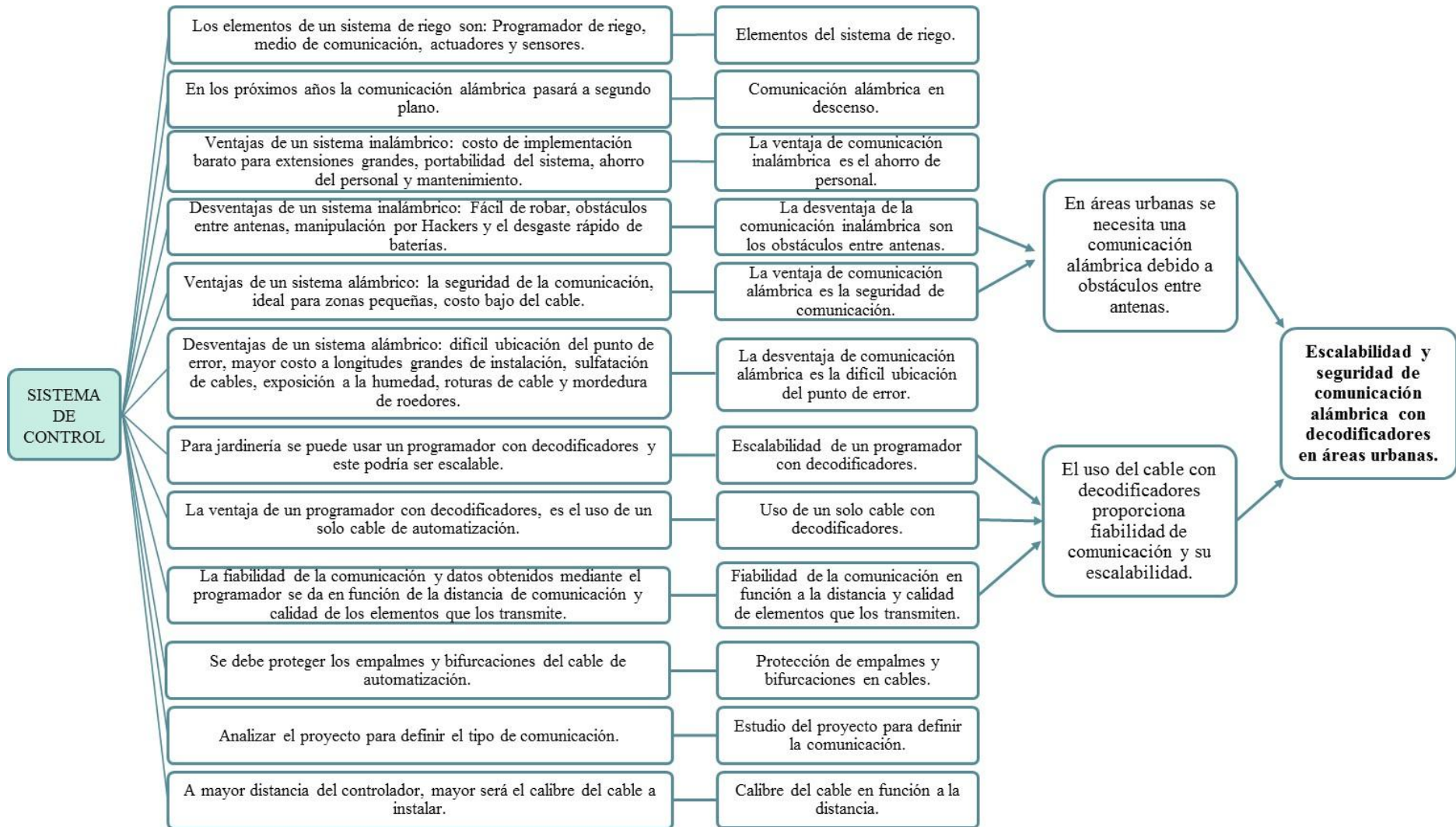
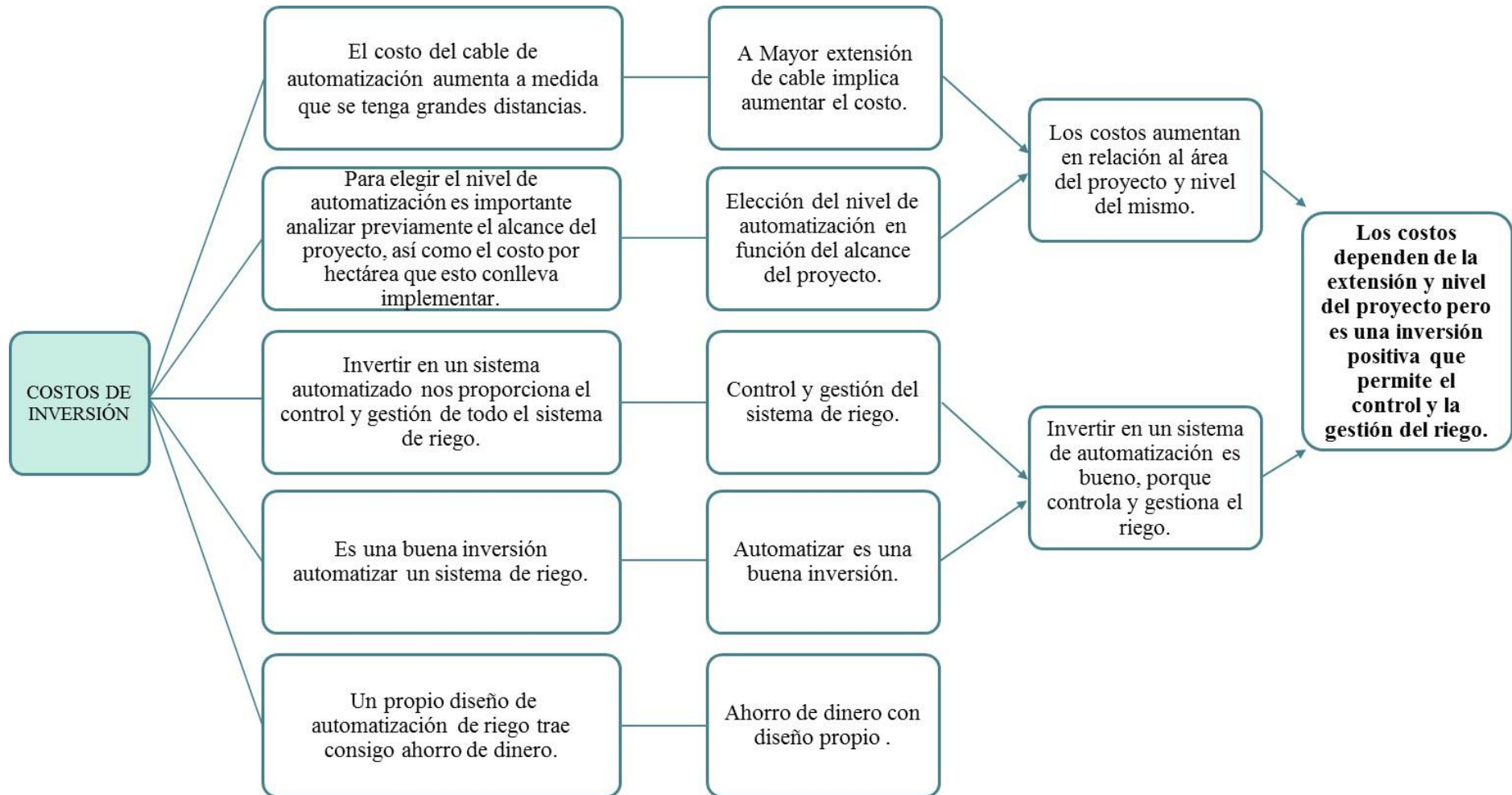


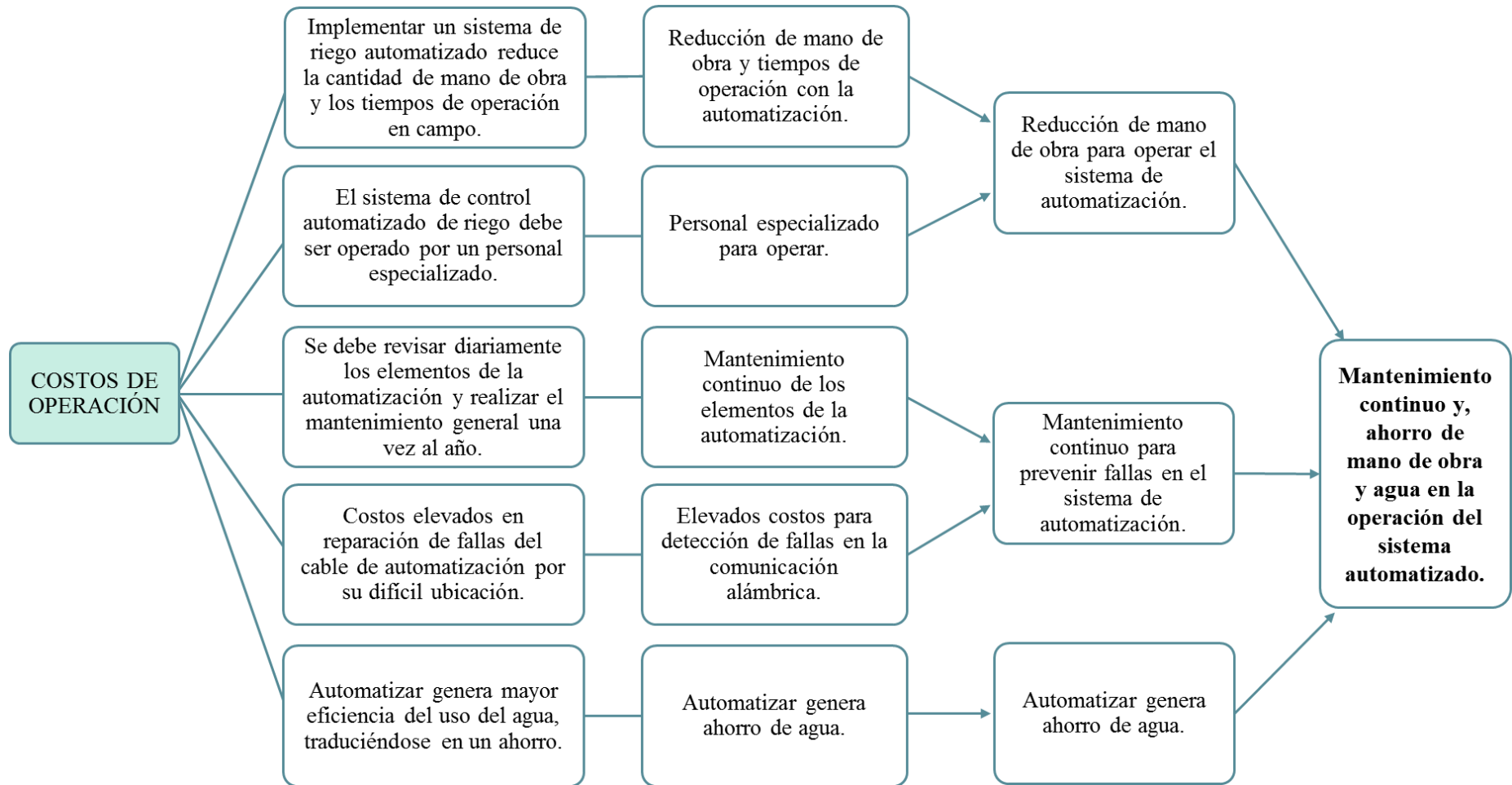
Figura 29: Dimensión sistema de control

Para esta dimensión se tuvo que comparar la comunicación alámbrica e inalámbrica que fueron recomendados por los entrevistados para automatizar las áreas verdes de una urbanización, por ese motivo, se resaltaron las ventajas y desventajas más relevantes en referencia a las características de la urbanización San Antonio de Mala, tales como, extensión del terreno, obstáculos para la comunicación como edificios, casas, árboles y las condiciones geográficas, posterior a ello se contrastaron estas ideas, obteniendo el primer término clave “En áreas urbanas se necesita una comunicación alámbrica debido a obstáculos entre antenas”, el segundo término clave “El uso del cable con decodificadores proporciona fiabilidad de comunicación y su escalabilidad”, este término se logró con las ideas restantes ligadas al medio alámbrico, en consecuencia, se obtuvo el concepto principal “Escalabilidad y seguridad de comunicación alámbrica con decodificadores en áreas urbanas”.



**Figura 30: Dimensión costos de inversión**

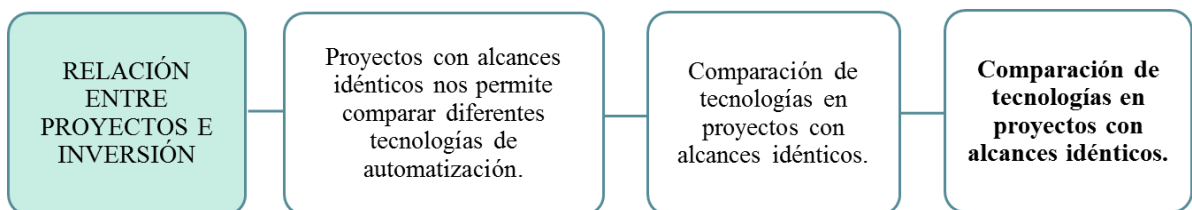
La dimensión costos de inversión conjuga una serie de ideas que se basan en la extensión de la urbanización y el nivel de tecnología a implementar, de esta manera, se obtiene la primera idea clave “Los costos aumentan en relación al área del proyecto y nivel del mismo”, además, tiene una estrecha relación con la capacidad de gestionar y controlar el riego desde un solo punto, siendo una inversión atractiva para la urbanización San Antonio de Mala, lo que conlleva a la segunda idea clave “Invertir en un sistema de automatización es bueno, porque controla y gestiona el riego”, a su vez, estas dos ideas confluyen en el concepto principal “Los costos dependen de la extensión y nivel del proyecto pero es una inversión positiva que permite el control y la gestión del riego”.



**Figura 31: Dimensión costos de operación**

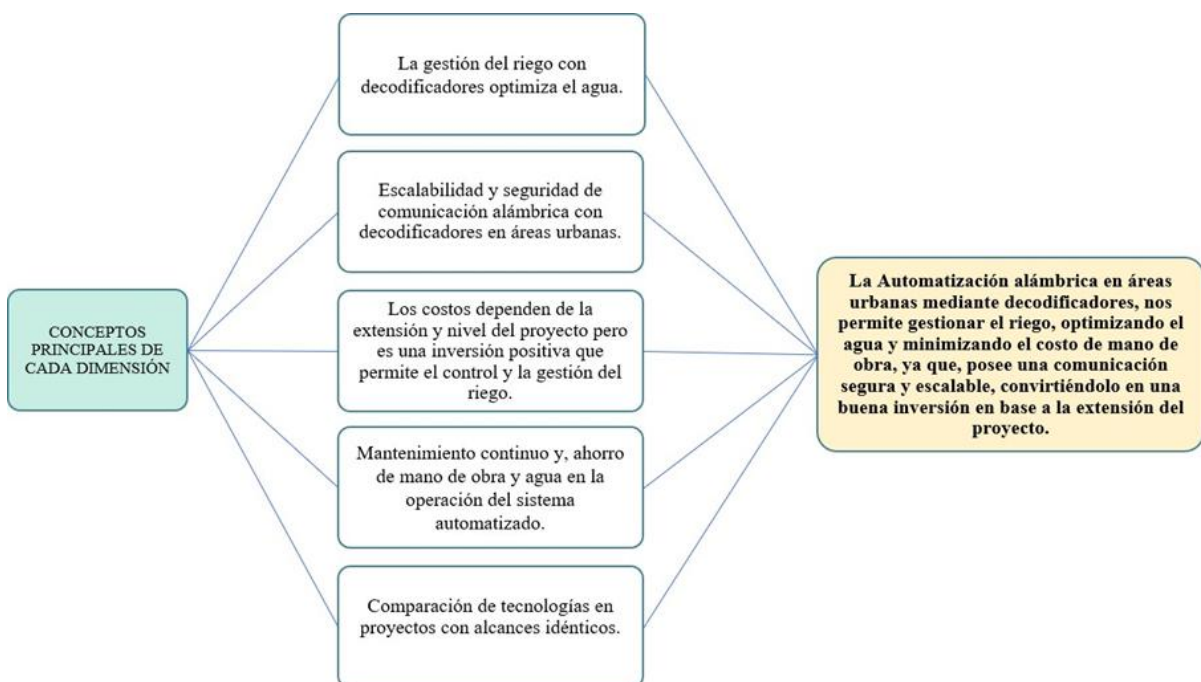


Los costos de operación hacen referencia a la mano de obra especializada y el mantenimiento para la operación correcta y continua del sistema de automatización de riego, por tal motivo, se destacan las dos primeras ideas clave, siendo el primero “Reducción de mano de obra para operar el sistema de automatización” y el segundo “Mantenimiento continuo para prevenir fallas en el sistema de automatización”, conjuntamente, se tiene una tercera idea ligada al ahorro del recurso hídrico “Automatizar genera ahorro de agua”, estos a su vez concurren en el concepto principal “Mantenimiento continuo y, ahorro de mano de obra y agua en la operación del sistema automatizado”.



**Figura 32: Dimensión relación entre proyectos e inversión**

Esta última dimensión tiene nociones enfocadas en comparar tecnologías que se emplearían en un mismo escenario, por ese motivo, nace el siguiente concepto principal “Comparación de tecnologías en proyectos con alcances idénticos”.



**Figura 33: Variable emergente**

Posterior a la interpretación de los conceptos principales de cada dimensión, se agruparon para poder obtener la idea general o, en otras palabras, la variable emergente “La Automatización alámbrica en áreas urbanas mediante decodificadores, nos permite gestionar el riego, optimizando el agua y minimizando el costo de mano de obra, ya que, posee una comunicación segura y escalable, convirtiéndolo en una buena inversión en base a la extensión del proyecto”.

Luego del análisis de las entrevistas hechas a los expertos, se concluye que la automatización más óptima para las áreas verdes de la Urbanización de San Antonio de Mala, sea mediante la comunicación alámbrica, esto implica el uso de cable de automatización desde el programador de riego hacia los actuadores o sensores dispuestos en campo, sin embargo, la solución más práctica y recomendada por ellos, se basa en decodificadores, que involucra tener un solo cable de automatización desde el programador, que recorre diferentes puntos y puede derivarse hacia diferentes parques dentro de la longitud recomendada por el fabricante, hasta llegar a las electroválvulas, medidores de caudal, etc.

#### **4.1. EVALUACIÓN ECONÓMICA**

En este apartado se usarán los criterios de inversión que contemplan el valor del dinero a través del tiempo, como el Valor Actual Neto (VAN) que mide la rentabilidad de un proyecto y la Tasa Interna De Retorno (TIR) ligado a la viabilidad de un proyecto de inversión. Para este análisis fueron usados los siguientes supuestos e indicadores económicos, con la finalidad de proyectar los diversos flujos financieros.

- Se ha considerado el estudio financiero para el total de parques del proyecto San Antonio de Mala, diez en total y los seis sectores de la franja de servidumbre.
- La tasa de actualización o descuento considerada para el cálculo del valor actual neto (VAN) será la TREA, que es la tasa de rendimiento anual de un depósito total que te ofrece una entidad bancaria a grandes empresas con préstamos a más de 360 días, se eligió la TREA del 11.75% del banco Santander por poseer el valor más alto actualmente en comparación con los otros bancos, dato obtenido de la página webde SBS (superintendencia de banca y seguros).
- Para el análisis de sensibilidad del proyecto, se ha considerado disminuciones de

ingresos en 1.5% y aumentos de egresos en 0.5%,

- La cantidad de materiales y accesorios para la reposición del sistema de automatización y el mantenimiento de los equipos electrónicos será de un 10% de la inversión inicial, que se dará de forma anual.
- El periodo de tiempo considerado para la evaluación de la inversión será de 5 años, el mismo tiempo de vida útil de los equipos electrónicos a instalar.

#### **4.1.1. Inversión de la automatización del sistema de riego a presión**

Para el cálculo se ha tomado en cuenta los costos que conlleva la adquisición del programador y los accesorios que forman parte del sistema de automatización, así mismo, la instalación, la mano de obra y el mantenimiento de los equipos.

#### **4.1.2. Adquisición e instalación**

En este apartado, se describe mediante una tabla las partidas de trabajo que se requieren efectuar, así como, la compra de los recursos para llegar a implementar un sistema automatizado.

**Tabla 3: Presupuesto de automatización de riego en la urbanización de San Antonio de Mala**

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
<b>01</b>	<b>Automatización de sistema de riego por cable</b>				<b>64,323.38</b>
<b>01.01</b>	<b>Movimiento de tierra</b>				<b>3,861.21</b>
<b>01.01.01</b>	<b>Excavación</b>				<b>3,503.10</b>
01.01.01.01	Excavación de zanja (0.2 x 0.6 m)	m	543.96	6.44	3,503.10
<b>01.01.02</b>	<b>Relleno</b>				<b>358.11</b>
01.01.02.01	Relleno con material propio	m3	84.86	4.22	358.11
<b>01.02</b>	<b>Suministro e instalación del equipamiento automático</b>				<b>58,185.52</b>
<b>01.02.01</b>	<b>Suministro e instalación de electroválvulas</b>				<b>1,249.32</b>
01.02.01.01	Electroválvula 150 PGA Ang/lineal Rain Bird	und	3.00	381.36	1,144.08
01.02.01.02	Instalación de electroválvulas 150 PGA Rain Bird	und	3.00	35.08	105.24
<b>01.02.02</b>	<b>Suministro e instalación de cable y accesorios</b>				<b>22,233.56</b>
01.02.02.01	Cable NYY 2.5 mm2	m	2,430.86	7.50	18,231.45
01.02.02.02	Instalación de cable NYY 2.5 mm2	m	2,430.86	0.83	2,017.61
01.02.02.03	Conector de estanqueidad para cable de 2.5 mm2	und	150.00	12.00	1,800.00
01.02.02.04	Instalación de conector de estanqueidad para cable NYY	und	150.00	1.23	184.50
<b>01.02.03</b>	<b>Suministro e instalación de decodificadores y sensores</b>				<b>24,352.64</b>
01.02.03.01	Decodificador de campo Turf FD-401	und	4.00	1,700.00	6,800.00
01.02.03.02	Decodificador de campo Turf FD-101	und	18.00	550.00	9,900.00
01.02.03.03	Decodificador de campo Turf FD-102	und	2.00	980.00	1,960.00
01.02.03.04	Decodificador de caudal SD-210	und	2.00	2,500.00	5,000.00
01.02.03.05	Instalación de decodificadores	und	26.00	26.64	692.64
<b>01.02.04</b>	<b>Suministro e instalación de controlador de riego ESP-LXD</b>				<b>10,350.00</b>
01.02.04.01	Controlador ESP-LXD de riego de 50 estaciones modular	und	1.00	7,500.00	7,500.00
01.02.04.02	Instalación de programador ESP-LXD 50 estaciones	glb	1.00	2,850.00	2,850.00
<b>01.03</b>	<b>Automatización de estación de bombeo</b>				<b>2,276.64</b>
01.03.01	Decodificador de campo Turf FD-101 para arranque de bomba	und	1.00	550.00	550.00
01.03.02	Control de nivel de agua alta y baja	und	2.00	100.00	200.00
01.03.03	Instalación eléctrica + relé de arranque	glb	1.00	1,500.00	1,500.00

En la Tabla 3 se muestra el presupuesto total de automatización de todas las áreas verdes de la urbanización, que contempla los parques actuales y los proyectados a futuro (Parque N°5, N°6, N°7, N°8 y franja de servidumbre sectores N°1, N°2 y N°3). El presupuesto se divide en, movimiento de tierra, relacionado a los trabajos de excavación para el tendido del cable y, en el posterior relleno del mismo; en esta partida, se ha considerado 543.96 metros lineales de excavación que representa el 22.38% del total, el 46.05% ya se encuentra instalado y el 31.57% se instalará completando el recorrido total, sin embargo, en este último, se aprovechará la zanja de las tuberías de distribución hacia los parques, por lo que solo se consideró la instalación del cable. El siguiente se denomina, suministro e instalación de equipamiento, que engloba los recursos y consumibles que se deben de adquirir para cada parque con su respectiva instalación, y el último es en referencia a la automatización de las bombas del Manifold de riego del proyecto.

#### **4.1.3. Mano de obra**

En esta sección, se considera la inversión de la mano de obra calculado por un periodo anual. Se ha incluido tres personales para el mantenimiento de los diez parques y la franja de servidumbre con la automatización, dos peones encargados de la verificación del riego en parques y el buen funcionamiento de los elementos de automatización, y un oficial para el manejo del controlador de riego, supervisión del bombeo de agua a los geotanques y también, realizar las actividades de mantenimiento. El sueldo mensual que percibe un peón es de S/ 1,926.91, mientras que la de un oficial asciende a S/ 2,147.91.

A continuación, en la tabla 10 se indica el costo anual por categoría del personal.

**Tabla 4: Inversión por categoría de mano de obra para la operación automatizada**

<b>Mano de obra</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Mes (S/.)</b>	<b>Anual (S/.)</b>
Oficial	1.00	2,147.91	25,774.92
Peón	1.00	1,926.91	23,122.92

#### **4.1.4. Mantenimiento de equipos**

En este apartado, se considerará el costo de adquisición de accesorios y equipos necesarios para el mantenimiento anual del sistema de automatización, así como, las reposiciones que se puedan producir, para ello, se va a considerar un 10% del costo total de la inversión inicial.

## **4.2. FLUJO DE CAJA**

Posterior a tener la inversión inicial total, se iniciará con realizar el flujo de caja para un periodo de 5 años, que nos va a permitir cuantificar e identificar los ingresos y egresos de dinero a lo largo del tiempo.

### **4.2.1. Ingresos**

El proyecto contempla ocho personales en total para todo el mantenimiento de las áreas verdes de la urbanización sin automatización, sin embargo, implementando la automatización se necesitarán tres personales para la operación y mantenimiento de parques, esto significa un ahorro de cinco trabajadores que se dará de forma progresiva.

### **4.2.2. Egresos**

En esta sección se considera lo siguiente:

- La inversión inicial de implementar el sistema automatizado para todas las áreas verdes de la Urbanización San Antonio de Mala con un monto de S/ 64,323.38.
- El pago al operador de la caseta de bombeo y manejo del programador de riego con un costo anual de S/ 25,774.92.
- El pago de dos personales de mantenimiento de parques, con categoría peón, ambos tienen un costo total anual de S/ 46,245.84.

**Tabla 5: Flujo de caja de automatización de riego**

<b>Concepto/Año</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Detalle de ingresos</b>		69,368.76	92,491.68	115,614.60	115,614.60	115,614.60
Ahorro de mano de obra Mantenimiento		69,368.76	92,491.68	115,614.60	115,614.60	115,614.60
<b>Detalle de egresos</b>	<b>-64,323.38</b>	<b>-55,330.18</b>	<b>-78,453.10</b>	<b>-78,453.10</b>	<b>-78,453.10</b>	<b>-78,453.10</b>
Inversión inicial	-64,323.38					
Mano de obra operador		-25,774.92	-25,774.92	-25,774.92	-25,774.92	-25,774.92
Mano de obra mantenimiento		-23,122.92	-46,245.84	-46,245.84	-46,245.84	-46,245.84
Mantenimiento del sistema anual		-6,432.34	-6,432.34	-6,432.34	-6,432.34	-6,432.34
<b>Flujo de caja Neto</b>	<b>-64,323.38</b>	<b>14,038.58</b>	<b>14,038.58</b>	<b>37,161.50</b>	<b>37,161.50</b>	<b>37,161.50</b>

La Tabla 5 nos muestra los flujos de caja netos de cada año, así mismo, se analiza el valor de ahorro de la mano de obra en mantenimiento, que va aumentando hasta el año tres, a partir de allí, toma un valor constante hasta el final del periodo estudiado ascendiendo a un valor de S/ 115,614.60 soles.

### 4.3. INDICADORES FINANCIEROS

#### 4.3.1. Valor Actual Neto (VAN)

Este indicador nos ayudará actualizando los flujos netos futuros de la implementación de automatización del sistema de riego del proyecto San Antonio de Mala, con el fin de conocer si la inversión nos generará ganancias o pérdidas. Para ello, se consideró una tasa de descuento del 11.75%, obteniendo así un VAN de S/ 31,261.66.

Debido a que el VAN es mayor a cero, se considera que el proyecto de inversión es viable.

#### 4.3.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Este indicador hace que el VAN sea igual a cero, de esta forma buscamos que el TIR sea superior a la tasa de descuento para confirmar la viabilidad del proyecto.

Para esta inversión se obtuvo un TIR de 26.43%, siendo superior a la tasa de descuento (11.75%), respaldando así la viabilidad de la inversión.

**Tabla 6: Valores de los indicadores financieros**

<b>Indicador</b>	<b>Valores</b>
VAN	S/ 31,261.66
TIR	26.43%
Costo de oportunidad	11.75%



**Tabla 7 : Análisis de sensibilidad del proyecto de automatización de riego**

VAN		INGRESOS					
	<b>S/ 24,550.40</b>	0.00%	-1.50%	-3.00%	-4.50%	-6.00%	-7.50%
EGRESOS	0.00%	S/ 31,261.66	S/ 25,869.77	S/ 20,477.88	S/ 15,085.98	S/ 9,694.09	S/ 4,302.20
	0.50%	S/ 29,942.29	S/ 24,550.40	S/ 19,158.51	S/ 13,766.61	S/ 8,374.72	S/ 2,982.83
	1.00%	S/ 28,622.92	S/ 23,231.03	S/ 17,839.13	S/ 12,447.24	S/ 7,055.35	S/ 1,663.45
	1.50%	S/ 27,303.55	S/ 21,911.65	S/ 16,519.76	S/ 11,127.87	S/ 5,735.97	S/ 344.08
	2.00%	S/ 25,984.17	S/ 20,592.28	S/ 15,200.39	S/ 9,808.49	S/ 4,416.60	-S/ 975.29
	2.50%	S/ 24,664.80	S/ 19,272.91	S/ 13,881.01	S/ 8,489.12	S/ 3,097.23	-S/ 2,294.67
	3.00%	S/ 23,345.43	S/ 17,953.54	S/ 12,561.64	S/ 7,169.75	S/ 1,777.86	-S/ 3,614.04

En la Tabla 7 se muestran los valores de sensibilidad del proyecto de automatización a diferentes porcentajes de ingresos y egresos, esto se pudo generar en base al valor de VAN que asciende a S/ 24,550.40 y con porcentajes de -1.5% y 0.5% de ingreso y egreso respectivamente.

Mientras los egresos se mantienen constante y los ingresos disminuyen en un 7.5%, el VAN aún se mantiene con valor positivo de S/4.302.20, sin embargo, al aumentar los egresos en 2.00%, 2.50% y 3.00% respectivamente, se obtendrá valores de VAN negativo cuando el ingreso se reduce al 7.5%.

## V. CONCLUSIONES

- Se concluye que, la automatización tipo alámbrica del sistema de control de riego reduce los costos de operación en el proyecto San Antonio de Mala, dado que, el costo de mano de obra sin la automatización alámbrica durante el periodo de estudio de cinco años, asciende a un valor de S/ 845,685.12, sin embargo, implementando la automatización alámbrica para el mismo periodo, significaría un costo de S/ 336,980.88, es decir que, se ahorraría un valor de S/ 508,704.24 en mano de obra.
- El costo total del proyecto de automatización tipo alámbrica en el proyecto San Antonio de Mala que comprende el horizonte de cinco años, asciende a un valor de S/ 401,304.26.
- La mejor alternativa para automatizar los parques en el proyecto San Antonio de Mala, se da mediante el sistema alámbrico (cableado), por la seguridad en la comunicación y la mejor adaptabilidad de la tecnología dentro del área de estudio.
- La inversión total de la automatización tipo alámbrica para el año cero, que comprende las partidas presupuestarias de movimiento de tierras, equipamiento automático y automatización de estación de bombeo, asciende a un valor de S/ 64,323.38.
- Los indicadores financieros tuvieron como resultado un VAN positivo de S/ 31,261.66 y un TIR con un valor de 26.43%, lo que significa que la propuesta de automatización alámbrica de control de riego en el proyecto San Antonio de Mala es viable.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda implementar la automatización alámbrica del sistema de control de riego en el proyecto San Antonio de Mala para lograr reducir y ahorrar los costos de mano de obra, adicionalmente, se sugiere capacitar periódicamente al personal sobre el manejo y el funcionamiento del sistema de automatización alámbrica, para evitar incurrir en gastos no presupuestados.
- Se recomienda proteger y canalizar el recorrido del cable de automatización alámbrica, así como, instalar cajas de pase que son ideales para el cambio de dirección del cable que va hacia los parques, de esta manera, se logrará tener un sistema de automatización alámbrica segura, permitiendo también una fácil inspección y mantenimiento del mismo.
- Para optimizar el presupuesto inicial correspondiente al año cero en un proyecto de automatización alámbrica futura de una urbanización, se debe considerar el tendido e instalación de cable de automatización alámbrica en el recorrido de las tuberías de distribución que van hacia los parques.
- Se debe de considerar un analista de finanzas que nos pueda orientar con su experiencia para obtener valores más concretos de los indicadores financieros, que nos proporcionarán más información de rentabilidad y viabilidad sobre el proyecto en estudio.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

Américo, O. (2011). Redes de Sensores [Trabajo de especialización, Universidad Nacional de la Plata]. Repositorio institucional de la UNLP. Recuperado de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/4196>

Aquabook. (2016). Tipos de riego. Recuperado de [http://aquabook.agua.gob.ar/296\\_0](http://aquabook.agua.gob.ar/296_0)

Carrión, P.; Montero, J.; Ortega, J y Tarjuelo, J. (2001). Las nuevas tecnologías aplicadas al control automático del riego. Vida rural, ISSN 1133-8938, N° 122, 2001, p. 54-58. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/28276494\\_Las\\_nuevas\\_tecnologias\\_aplicadas\\_al\\_control\\_automatizado\\_del\\_riego](https://www.researchgate.net/publication/28276494_Las_nuevas_tecnologias_aplicadas_al_control_automatizado_del_riego)

Huamán, K. y Huamán, J. (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 de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio Institucional - Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. <https://repositorio.unprg.edu.pe/>

Hunter Industries. (s.f.). Conexión de las válvulas de solenoide y la fuente de alimentación. Recuperado de <https://www.hunterindustries.com/es/support/conexion-de-las-valvulas-de-solenoide-y-la-fuente-de-alimentacion>

Hunter Industries. (s.f.). DBRY-6. Recuperado de <https://www.hunterindustries.com/es/product/accesorios/dbry-6> Electroválvula PGA

- Jalón, E., Albarracín, L., Molina, L y Laverde, J. (2019). Inserción de un sistema automatizado de riego por aspersión para parques del cantón Quevedo. *Revistas Dilemas contemporáneos*. Recuperado de <https://dilemascontemporaneoseduccionpoliticaayvalores.com/index.php/dilemas/article/view/1483>
- Maya, E.; Ocampo, J.; Martínez, J.; González, J. y Rossette, J. (2017). Rediseño y automatización de sistema de riego controlado por un relevador Zelio. México, Tecnológico Nacional de México en Celaya. *Pistas Educativas* Vol. 39-ISSN: 2448-847X
- Medina, L. (2017). Automatización del sistema de riego para áreas verdes en el proyecto condominio Alto Bujama utilizando el controlador de flujo Rain Bird ESP LXD [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio Institucional - Universidad Nacional Agraria La Molina. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/>
- Pizarro, F. (1990). Riegos localizados de alta frecuencia (RLAF): goteo, microaspersión, exudación (2a ed.). Madrid, España: Mundi – Prensa. 471 p.
- Rain Bird. (s.f.). Guía de instalación, funcionamiento y programación. Recuperado de [https://www.rainbird.com/sites/default/files/media/documents/2018-02/man\\_ESP-LXD\\_es.pdf](https://www.rainbird.com/sites/default/files/media/documents/2018-02/man_ESP-LXD_es.pdf)
- Rain Bird. (2016). Controlador ESP-LXD Guía de resolución de problemas. Recuperado de [https://www.rainbird.com/sites/default/files/media/documents/2018-02/man\\_ESP-LXD-TroubleshootingGuide-phone\\_es.pdf](https://www.rainbird.com/sites/default/files/media/documents/2018-02/man_ESP-LXD-TroubleshootingGuide-phone_es.pdf)
- Rain Bird (2012). Guía de diseño del sistema decodificador de 2 cables ESP-LXD. [https://www.rainbird.com/sites/default/files/media/documents/2018-02/man\\_ESP-LXD2-WireDecoderSystemDesignGuide\\_es.pdf](https://www.rainbird.com/sites/default/files/media/documents/2018-02/man_ESP-LXD2-WireDecoderSystemDesignGuide_es.pdf)

- Rain Bird. (2020). Productos para riego de jardines catálogo 2020. Recuperado de [https://www.rainbird.com/sites/default/files/media/documents/2020-04/2020\\_DOM\\_Turf\\_Catalog\\_LAS\\_web.pdf](https://www.rainbird.com/sites/default/files/media/documents/2020-04/2020_DOM_Turf_Catalog_LAS_web.pdf)
- Röbbel, N. (2020). Los espacios verdes: un recurso indispensable para lograr una salud sostenible en las zonas urbanas. Portal de Naciones Unidas, Crónicas ONU. Recuperado de <https://www.un.org/es/chronicle/article/los-espacios-verdes-un-recurso-indispensable-para-lograr-una-salud-sostenible-en-las-zonas-urbanas>
- Ruiz, A. y Molina, J. (2010). Automatización y Telecontrol de sistemas de riego. Marcombo.
- Talgil Computing & Control Ltd (s.f.). El sistema RTU radio para los controladores DREAM y UNILINER. Recuperado de <https://talgil.com/Files/RF%20RTU%20brochure%20SPN.pdf>
- Tarjuelo, J. (2008). El riego por aspersión y su tecnología. Mundi - Prensa.
- Valencia, Y. y Sepúlveda, Y. (2019). Implementación de sensores en los sistemas de riego automatizado. Working Paper ECAPMA, <https://doi.org/10.22490/ECAPMA.3417>.
- Yalle, R. (2021). Automatización y telecontrol del sistema de riego para las áreas verdes del templo Santos de los Últimos Días – Arequipa [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio Institucional - Universidad Nacional Agraria La Molina. Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/>.

## VIII. ANEXOS

### Anexo 1: Guía de entrevista a expertos

1. ¿Ha tenido experiencia automatizando sistemas de riego?
2. ¿Cuándo recomienda implementar un sistema automatizado de riego a presión?
3. ¿Existen procesos previos para habilitar el área donde se implementará el sistema?
4. ¿Qué beneficios cree que les proporciona a sus clientes, o usted, automatizar un sistema de riego a presión?
5. ¿Qué elementos considera que debe incluir un sistema de riego automatizado?
6. ¿Cada cuánto tiempo cree que se debería realizar un mantenimiento los elementos que componen el sistema automatizado?
7. ¿Cuál ha sido el medio de comunicación que ha utilizado más para automatizar un sistema de riego a presión?
8. ¿Cuáles son los factores que determinan que medio de comunicación elegir?
9. ¿Cuáles cree que son las ventajas y desventajas de automatizar un sistema de riego alámbrico?
10. ¿Cuáles cree que son las ventajas y desventajas de automatizar un sistema de riego inalámbrico?
11. ¿Cree que es buena inversión automatizar un sistema de riego? ¿Por qué?
12. ¿Cree que el automatizar un sistema de riego, me permitiría reducir la mano de obra?
13. ¿Cuánto personal se necesita para manejar un sistema de riego automatizado de comunicación alámbrica y/o inalámbrica?
14. ¿Cuál de estas dos opciones cree que tiene un presupuesto bajo de inversión?
15. ¿Qué tipo de automatización de riego a presión recomendaría implementar para las áreas verdes de una urbanización?

**Anexo 2: Entrevista a Abraham Bazán Palomino Sub Gerente de Riego & Recursos hídricos de la empresa Menorca Inversiones S.A.C.**

<b>Entrevistado:</b> Abraham Bazán	<b>Profesión:</b> Ingeniero Agrícola
Preguntas	Respuestas
1. ¿Ha tenido experiencia automatizando sistemas de riego?	A: Bueno, actualmente el profesional de ingeniería agrícola, tiene un potente bagaje de conocimiento de sistemas de riego en la parte de automatización, es lo que uno comienza a realizar. En el rubro de Menorca Inversiones tengo alrededor de unos 4 a 5 años que ya hemos realizado proyectos de automatización, antes de eso, en proyectos privados de igual forma de sistemas de riego tanto para jardinería como agricultura, podríamos decir que hay alrededor de 7 a 8 años de experiencia en sistemas de riego automáticos.
2. ¿Cuándo recomienda implementar un sistema automatizado de riego a presión?	A: Estos sistemas se tienen que aplicar desde el inicio, una de mis experiencias iniciales fue en Ica, en el Aeródromo las Dunas que instalamos unas 15 hectáreas de olivo con un sistema de riego automático y este sistema de riego funciona muy bien en la etapa inicial del proyecto, pero antes, no había la comunicación con RTU's o la comunicación con telemetría, sino la comunicación básicamente era vía cable, y eso marcaba un poco la diferencia que ahora conocemos como sistemas automáticos.
3. ¿Existen procesos previos para habilitar el área donde se implementará el sistema?	A: Datos hidráulicos es lo primero, la automatización se tiene que adecuar a tus condiciones hidráulicas de operación, si tú tienes claro el tema de la operación y que todo funcione hidráulicamente correcto, entonces la automatización simplemente lo que hace es, la programación de las actividades repetitivas con una lógica de programación, lo que conocemos como un programador de riego y este programador de riego hace las repeticiones en el tiempo que tú le indiques, pero lo básico es primero atender la parte hidráulica y tu necesidad, eso es lo más importante.
4. ¿Qué beneficios cree que les proporciona a sus clientes, o usted, automatizar un sistema de riego a presión?	A: Como ya parte de la aplicación del sistema ya automatizado es el ahorro de personal, lo que te ayuda es, disminuir el número de personas, pero también aumenta la calidad de la mano de obra, porque al tener el sistema de riego automático, dejo de tener regadores, sino que tengo que contar con personas un poco más especializadas y capacitadas, es así que reduzco el número, pero es probable que aumente el jornal, pero si reduzco el número, se traduce a un ahorro, además en estos sistemas automáticos evito el error humano o lo minimizo.
5. ¿Qué elementos considera que debe incluir un sistema de riego automatizado?	A: Ok, si partimos pues desde un proyecto de cero y estamos hablando de un sistema de riego automático, ya hemos conversado sobre las definiciones hidráulicas, que el sistema de riego funcione hidráulicamente correcto, porque de nada vale tener un sistema de riego automático si la parte hidráulica está mal definida, entonces por allí tenemos que comenzar, ya superado la parte topográfica, por así decirlo, diseño hidráulico, agronómico, necesidades, etc. ya superaron todas esas etapas, ya tengo mi sistema de riego bien definido, bien diseñado, entonces lo que tengo que definir en la parte de automatización, es que tipo de tecnología es la que voy a



«Continuación»

	<p>implementar, definir el tipo de tecnología nos va a orientar a marcas, en el Perú y a nivel mundial no es que las marcas de riego es libre de acceso a todo, hay marcas que son las que dominan esto, dependiendo de tu tecnología y a qué nivel de tecnología quieres llegar, vas a poder definir y diseñar tu sistema de automatización, entonces vamos con la parte hidráulica primero, después vamos con la parte de definición de que tipo y a qué nivel de tecnología deseo llegar y con eso comienzo a dimensionar mi sistema de automatización, el sistema de automatización lo dimensionamos en base a una lógica de programación, una lógica ordenada de algunos parámetros, también puedo elegir mi programador, con este comienzo a darle un esqueleto lógico a mi sistema, puedo combinar también sistemas de automatización, puedo tener un sistema de abastecimiento controlado con sistema telemetría y un sistema de aplicación que no tiene nada que ver con esto sistema de telemetría, sino un sistema de automatización con cables, o un sistema de automatización de control remoto de las válvulas de control que pueden ser hidráulicas o eléctricas, mucho depende del nivel, ahora también existe la tecnología vía wi-fi, lo podemos ver del celular, ahorita podemos volar en todas esas cosas de la automatización, pero también va de la mano con la economía, englobando factores importantes, tiene que ver la parte hidráulica, dimensionamiento, la otra es la envergadura de tu automatización y va con la parte económica, que tanto estas dispuesto a gastar en tu sistema automático para tu aplicación.</p>
<p>6. ¿Cada cuánto tiempo cree que se debería realizar un mantenimiento los elementos que componen el sistema automatizado?</p>	<p>A: El mantenimiento es clave para estos equipos, deberíamos indicar que es cada 6 meses, o cada dos o cada cuatro, pero la operación del mantenimiento es un trabajo del día a día, es un trabajo diario de control y mantenimiento además del llenado de check list, el check list es importantísimo en estos tipos de operación y el trabajo del operador es diario. El mantenimiento de cables y reposiciones si va a depender mucho de la marca, la garantía, pero si o si tenemos que tener un operador contemplado para la operación y mantenimiento que es clave, y la periodicidad del mantenimiento va a depender de la envergadura de tu sistema automático, hay sistemas automáticos que son muy baratos y hay sistemas automáticos que son muy caros, también depende, por ejemplo, si tú tienes un proyecto de arándanos de dos mil hectáreas de arándanos donde vas a invertir millones solamente en los cultivos y mantener tu parte agronómica, entonces tú también tienes que tener millones invertidos en tu sistema de riego y tu sistema de automatización, es mucho más caro que un productor que solo tiene 5 hectáreas de arándanos, es más, ese sistema de automatización para 5 hectáreas esta dimensionado muy fácil, va a ser muy sencillo y lo puede manejar hasta dos personas, pero si hablamos a una escala mayor, obviamente todo ello se multiplica. Ahora los cables ya están pasando a la historia, ya todo se maneja de forma inalámbrica, poco a poco el sistema cableado va hacer algo obsoleto, ya estamos llegando a sistemas controlados con telemetría y sistemas automáticos que desde tu celular lo puedes controlar por una conexión a wi-fi.</p>

«Continuación»

<p>7. ¿Cuál ha sido el medio de comunicación que ha utilizado más para automatizar un sistema de riego a presión?</p>	<p>A: Yo he trabajado con sistemas alámbricos, sin embargo, desde mi experiencia, algo que no está bien hecho desde el inicio es insostenible, si se malogra algo no vas a poder ubicar el problema fácilmente, también, las distancias de los cables hay que dimensionarlo hasta una cierta distancia, sino, se vuelven insostenible económicamente por el diámetro del calibre, el dimensionamiento e instalación del cable para la transmisión, tiene que estar muy bien supervisado, hay proyectos que han sido muy exitosos por la calidad de instalación y por la calidad de servicio, como hay proyectos que han sido fracasos. Ahora observo que la tendencia ya no está yendo por sistemas alámbricos, sino más bien por el inalámbrico que está bastante avanzado, sin embargo, mi experiencia básicamente ha sido mediante cables, con decodificadores, también con las válvulas solenoide tradicionales y programadores de jardinería de 12,14 y 24 estaciones, además, he trabajado con el programador Dream que es un equipo de gestión, es distinto a un programador que solo te controla el horario, sino que también te gestiona con implementación de fertilizantes, puede medir calidad de agua, etc., lo puedes integrar a un sistema de gestión un poco más sofisticado.</p>
<p>8. ¿Cuáles son los factores que determinan que medio de comunicación elegir?</p>	<p>A: La elección entre una tecnología eléctrica o inalámbrica en cuestión a la confiabilidad de datos, depende de la inversión de sensores y equipos a implementar, la comunicación, si se ve influenciada cuando quiero llenar reservorios o encender bombas para controles de nivel, allí si va a depender mucho de tecnología, más de un kilómetro es muy complicado trabajar con cable, se vuelve muy caro y también poco confiable, lo ideal es implementar en estos casos la telemetría.</p>
<p>9. ¿Cuáles cree que son las ventajas y desventajas de automatizar un sistema de riego alámbrico?</p>	<p>A: Mira, sistema inalámbrico las desventajas obviamente va hacer llevar punto energético hacia las torres de comunicación que vamos a depender en algunos casos de la temperatura, poner paneles fotovoltaicos, poner una batería, estar controlando esto siempre, también depende mucho de las condiciones geográficas, si hay muchos cerros impide un poco la visibilidad entre antenas, así como parámetros ambientales como neblinas, arboles, etc. De repente por allí te conviene cableado, pero si estamos hablando de extensiones bastante grandes, definitivamente el inalámbrico te va a ofrecer mejores condiciones, aparte también la comunicación inalámbrica te ayuda a poder llevar tu información a un monitor y/o a un software, actualmente hay softwares libres, hay software que tú pagas como los SCADA, pero ya va evolucionando mucho el tema inalámbrico para no estar dependiendo mucho de los cables. Los sistemas alámbricos si está bien dimensionado e instalado, se vuelve una ventaja muy competitiva porque muy pocas veces falla.</p>
<p>10. ¿Cuáles cree que son las ventajas y desventajas de automatizar un sistema de riego inalámbrico?</p>	<p>-</p>

«Continuación»

<p>11. ¿Cree que es buena inversión automatizar un sistema de riego? ¿Por qué?</p>	<p>A: Sí, si está bien dimensionado, el tema es que hay sistemas automáticos que no te ayudan absolutamente en nada, más bien te causan problemas, porque muchas personas piensan que al automatizar nos olvidamos del sistema del riego, si esto no va acompañado con el mantenimiento, que es la clave, se manda a perder, hay muchos casos, en la agraria también paso lo mismo, yo si estoy de acuerdo con automatizar el riego de todas maneras, pero tener siempre en la mente del inversionista, que el automatizar el sistema de riego te va a permitir muchas cosas, gestionar tus recursos, ahorrar agua, ahorrar fertilizantes, controlar tu mano de obra, pero lo que no te va a ahorrar es el mantenimiento constante a los equipos y, el mantenimiento para mí, es diario.</p>
<p>12. ¿Cree que el automatizar un sistema de riego, me permitiría reducir la mano de obra?</p>	<p>A: A ya en la operación, un 25 a 30%,  D: ¿Eso es la cantidad de mano de obra correcto?  A: Sí</p>
<p>13. ¿Cuánto personal se necesita para manejar un sistema de riego automatizado de comunicación alámbrica y/o inalámbrica?</p>	<p>A: EL monitoreo, es el tiempo que dura la operación del sistema, si tú tienes un equipo trabajando 18 horas, tú tienes que tener el monitoreo por 18 horas, eso no significa que vas a tener las tres personas contratadas para mantenimiento las 18 horas, pero si al menos personal en cada uno de sus turnos. Los tiempos y los movimientos son los que van a mejorar muchísimo en la aplicación, si es que tenías una persona para regar 5 hectáreas, ya esta misma persona le compramos una bicicleta o motocicleta y me puede regar 50 hectáreas, no es que la automatización recorta al personal, sino, significa que esta persona te rinde más cantidad de área para que pueda supervisar, igual tiene que regular las boquillas, chequear que el gotero no este obstruido, constatar que se realice el retro lavado de filtros, verificar que las presiones en las bombas estén correctas. Tú puedes manejar un fundo con un par de personas, uno en la caseta y uno en el campo, en urbanismo un personal puede regar 3 parques al día, sin embargo, con el sistema automático puedes regar 10 y el simplemente está trabajando regulando boquillas, viendo que los goteros estén correctos y que los filtros estén limpios, se mejora considerablemente esa eficiencia.</p>
<p>14. ¿Cuál de estas dos opciones cree que tiene un presupuesto bajo de inversión?</p>	<p>A: Mira, el área es importante, porque eso define tu tipo de automatización, incluso puedes usar automatización mixta, tanto alámbrica e inalámbrica en un mismo sistema. Los proyectos con el programador Dream te permiten trabajar de forma alámbrica y también tiene sus antenas de comunicación, el tema es, que esas antenas tienen un sonido particular, y a veces en un proyecto urbanista no es cómodo, pero en agricultura no hay ningún problema con ello. Todo esto va a obedecer a un diseño, lo primero que tendrías que definir es el alcance. Por ejemplo: un cultivo de vid, pongámoslo, 50 hectáreas, con sistema alámbrico es muy complicado, tiene que ser un tema inalámbrico o un sistema mixto convendría bastante, proyectos superiores a 50 hectáreas ganaría el sistema de telemetría.  Como te indiqué hace un momento, pasa lo mismo con el tema del reservorio, cuando pasa los mil metros ya no vale la pena seguir poniendo más cable y esto pasó en Ica en el proyecto de</p>

«Continuación»

	<p>automatización en Los Olivos, había demasiada distancia de cable, el proyecto era muy esbelto, la caseta de bombeo estaba en un extremo y el último sector de riego estaba como a 2 kilómetros y medio, el área no me definió, me definió la distancia entre la caseta y el último arco de riego, y tuvimos que cambiar cable porque el dimensionamiento no fue el correcto, yo era practicante en ese entonces y observe todo ello, es por eso que hay que tener bastante cuidado, como consecuencia de este mal diseño se sobregiro el presupuesto.</p>
<p>15. ¿Qué tipo de automatización de riego a presión recomendaría implementar para las áreas verdes de una urbanización?</p>	<p>A: De una urbanización, puede ser la automatización eléctrica, es que la pregunta es que recomendaría, autogestión por cada uno de los parques y una programación de las casetas de bombeo mediante la telemetría, haría un mix para que no se me vaya muy arriba el presupuesto en cuanto a la aplicación, optaría por el sistema de abastecimiento por telemetría, igual gestiono los datos de calidad del agua, caudal, capacidad eléctrica, consumo del cabezal y cada uno de los parques lo controlo con el sistema inalámbrico que me está llamando mucho la atención que es el sistema que está vendiendo Bermad, no quería mencionar marcas pero es la que conozco ahora, podría ser creo yo, una muy buena alternativa, otra alternativa podría ser el sistema alámbrico con el cable NYY y los decodificadores que nos ofrece Rain Bird que también tienen una buena fiabilidad, el tema es que tienes que fidelizarte a una marca, cuando tú eres libre, armas tu propio sistema de automatización ahorras dinero pero tú tienes que buscarle la lógica, entonces, en proyectos de habilitación urbana yo recomiendo que diseñen y encuentren una lógica y puedan armar un mix, porque al fidelizarte va a llegar un punto donde los equipos serán obsoletos o sacarán nuevas versiones pasando así tu sistema a otra generación, te obliga a cambiar porque ya esos repuestos no existen, porque estas cosas ya no van y te obliga a cambiar, por eso es que opto desde mi perspectiva siempre a ser un poco disruptivo con fidelizaciones, sino más bien hacer diseños que sean sencillos de manejar, porque esto los van a operar las EPS's, o lo van a operar en algunos casos los mismos propietarios y cualquier cambio o falla de accesorios lo podrán conseguir fácilmente en Perú.</p> <p>D: ¿Alguna información más que añadir?</p> <p>A: Ha estado interesante la entrevista, específicamente el tema de la automatización es bastante amplio, todavía no me considero un especialista al 100% de sistemas de automatización, la meta de este 2022 es cerrar los proyectos ya automatizados de una forma sencilla, pero sí estoy consciente de que el acceso a la tecnología, cada vez, se tiene que acercar más a los proyectos urbanistas, no solamente es ahorrar la mano de obra, sino es que las áreas verdes se mantengan de la mejor forma que eso tiene que ser el objetivo principal, y si eso va con la especialización de la mano de obra magnifico, pues el personal seguirá rotando en nuevos proyectos donde van a seguir teniendo trabajo. La automatización nos va a permitir gestionar, nos permite ser más precisos y ahorrar recurso hídrico y mantener las áreas verdes como deben ser, ese es un poco el objetivo y te agradezco Denis por la entrevista muchas gracias.</p> <p>D: Agradecer por su tiempo y por la entrevista.</p>

**Anexo 3: Entrevista a Edward Delgado Salas Gerente de proyectos de la empresa CONRITEC**

<b>Entrevistado:</b> Edward Delgado	<b>Profesión:</b> Ingeniero Mecánico Eléctrico
<b>Preguntas</b>	<b>Respuestas</b>
1. ¿Ha tenido experiencia automatizando sistemas de riego?	<p>E: Sí, hemos tenido experiencia tanto en el área de jardinería como en el área agrícola.</p> <p>D: ¿De cuánto data la experiencia que lleva en este ámbito?</p> <p>E: La automatización de hace aproximadamente unos 20 años. Las primeras automatizaciones han sido dedicadas al riego agrícola en los fundos ubicados en Ica, en cuanto a parques y jardines, el primer proyecto que participe fue en el club de Golf de San Isidro, que data más o menos de esos años.</p>
2. ¿Cuándo recomienda implementar un sistema automatizado de riego a presión?	<p>E: Un sistema automatizado se recomienda, desde el momento en que la mano de obra y las operaciones son de tal volumen que es importante hacer una economía, en el caso de riego agrícola evidentemente se habla de muchas hectáreas donde se requiere tener un control bastante exhaustivo, en el campo de la jardinería en sus inicios se plantearon más para parques de deportes, en este caso canchas de golf, canchas de polo, que fueron las primeras experiencias.</p> <p>D: Entonces es basado en temas de costos, en temas de beneficios para la empresa con menor personal podríamos decir.</p> <p>E: Principalmente el costo del personal y otro es, el resultado final, el resultado final de un riego tecnificado expuesto a una tecnología de control da mejores resultados, porque se pueden controlar muchos parámetros a través de instrumentos, lo que no ocurría con el control manual, o si se quería lograr bastante éxito con el control manual se tendría que invertir en muchas horas hombre.</p>
3. ¿Existen procesos previos para habilitar el área donde se implementará el sistema?	<p>E: Si enfocamos el tema de tipo agrícola, definitivamente hay un proyecto agrícola, ese es el que determina el proceso, en el caso de un proyecto de parques o alguna actividad deportiva, lo determina el proyecto deportivo, esos son las principales bases.</p>
4. ¿Qué beneficios cree que les proporciona a sus clientes, o usted, automatizar un sistema de riego a presión?	<p>E: Nuestra costa peruana es una zona árida y el principal costo es el recurso hídrico, entonces definitivamente regar canchas o regar campos en zonas desérticas pasa por la decisión crítica de utilizar el agua en su máxima eficiencia, igual manera ocurre en los parques y jardines que tenemos en la ciudad, no disponemos de mucha agua, en todo caso se estuvo empleando agua potable para regar, cosa que es carísimo.</p> <p>D: En base a lo que usted menciona, hay zonas con insuficiente agua para regadíos extensos y prolongados, sin embargo, no automatizan su sistema, ¿a qué cree que se deba ello?</p> <p>E: Principalmente en los inicios de esta problemática fue desconocimiento y costos, los primeros proyectos de riego, evidentemente vinieron con presupuestos de marcas muy famosas que rogaba mucho gasto en cuanto a inversión, pero a medida que han pasado los años han tenido más presencia del riego tecnificado, ya es una decisión mucho más fácil de tomar y está siempre apoyando la económica, la economía de un proyecto asistido por control automático es mucho mejor sin ese control.</p>

«Continuación»

	<p>D: ¿Y qué marcas se tiene actualmente en el Perú dedicadas a estos tipos de automatizaciones?</p> <p>E: La de mayor presencia son las de Rain Bird y Toro.</p> <p>D: ¿Qué marcas conoce donde se focalizan en agroindustrias?</p> <p>E: En agroindustrias hay marcas como Bermad, Netafim, Amiad y un sinnúmero de proveedores, generalmente de origen israelí y origen americano que fueron los iniciadores de este tipo de sistemas de riego.</p> <p>D: ¿En las agroindustrias que tipo de comunicación emplean con mayor frecuencia?</p> <p>E: La automatización ha ido migrando de acuerdo a como la tecnología se ha ido desarrollando a través de estos años, inicialmente la primera automatización se logró a través de comandos hidráulicos y programadores de tiempo, después pasaron a los controles eléctricos que eran mucho más precisos y daban la posibilidad en la introducción de controladores eléctricos, y finalmente se vino la época de internet y la comunicación vía radio para finalmente entrar al internet vía wi-fi y siguen desarrollando.</p>
<p>5. ¿Qué elementos considera que debe incluir un sistema de riego automatizado?</p>	<p>E: El primer elemento es el equipo a controlar y que vamos a controlar, generalmente el punto final de control es una electroválvula, es una válvula eléctrica o una válvula hidráulica actuada eléctricamente, es el elemento a controlar, y el otro elemento es el controlador que es donde se hace el programa para determinar los periodos de riego, los tiempos de riego, los caudales a través de diferentes softwares, eso es básicamente los dos puntos y están apoyados por todo el instrumental que ayuda a informar al controlador de los parámetros que debe mantener en vigencia, puede ser el grado de humedad, el pH del suelo, la alcalinidad y otros parámetros que son propios del medio agrícola.</p>
<p>6. ¿Cada cuánto tiempo cree que se debería realizar un mantenimiento los elementos que componen el sistema automatizado?</p>	<p>E: Bueno, todos los equipos eléctricos requieren por lo menos de dos a tres mantenimientos programados durante el año, debido a que hay corrientes galvánicas en los empalmes que los tienden a sulfatar, si no se ha hecho un adecuado empalme hermético es propicio que comiencen estas fallas porque hay pérdida de señal, y eléctricamente una pérdida de señal conlleva una falla en los manejos de los equipos.</p> <p>D: ¿Qué tipo de empalmes recomienda para tener seguro la comunicación?</p> <p>E: Bueno, tanto el cable como el empalme son de una característica especial, deben ser resistentes a la humedad y a los agentes propios del riego que puede ser los fertilizantes u otro producto químico y el otro elemento que lo daña son los rayos UV, dado que las cubiertas es en PVC o en diferentes compuestos de origen del PVC, están sujetos a la degradación de los rayos ultravioletas, y los rayos ultravioletas tienen una profundidad que penetran dentro del suelo, para eso los equipos tienen que estar instalados a una profundidad que la recomienda el fabricante.</p> <p>D: ¿Cuál es el costo mayor del sistema automatizado en cuanto a fallas?</p>

«Continuación»

	<p>E: El cable en sí, es caro, dado que es de cobre y por la cobertura del material que está hecho, pero el segundo costo es el proceso de instalación y recuperación que implica desenterrarlo y ubicar la falla que es bastante complejo y reponer por otro nuevo equipo, eso básicamente lleva un valor muy alto en mantenimiento.</p> <p>D: Con respecto a la automatización inalámbrica, ¿se tiene en el Perú alguna banda ancha, radiofrecuencia donde se puede trabajar de manera gratuita? o ¿se tiene que realizar un pago anual o mensual para su uso?</p> <p>E: Existen bandas que son dedicadas a estos servicios que no tienen un costo, ya de por sí los fabricantes de los equipos, conocen de esas bandas de uso común y no están sujetas a un pago, sin embargo, si están sujetas a los pagos de las licencias de las marcas por el software que maneja, en otro caso cuando se cuelgan a la red Wi-fi, evidentemente tienen que pagar los costos de una comunicación de una señal Wi-fi, que eso ya corresponde a un servicio que presta una empresa de telefonía.</p>
<p>7. ¿Cuál ha sido el medio de comunicación que ha utilizado más para automatizar un sistema de riego a presión?</p>	<p>E: Bueno, por lo extendido de los años, más tiempo hemos pasado en las redes alámbricas, este salto último en las redes inalámbricas y las comunicaciones vía radio datan de apenas unos años atrás, ocho o diez años atrás y la inteligencia en agricultura datan de muchos años atrás, simplemente por eso, no porque haya tenido mayor presencia, sino ha sido el desarrollo.</p>
<p>8. ¿Cuáles son los factores que determinan que medio de comunicación elegir?</p>	<p>E: Yo creo que el primer punto de definición es el tamaño del proyecto y la distancia del controlador hacia los elementos del control, si la distancia es pequeña relativamente corta, menos de 200 metros respecto del controlador, recomendaría una comunicación alámbrica hasta una distancia de dos kilómetros, que es a través de una comunicación alámbrica, pero en una red con decodificadores, más allá de ese tamaño sería hacer un análisis de que tan importante es entrar a una comunicación vía radio, o si está al alcance de una red Wi-fi a través de un equipo de red Wi-fi.</p>
<p>9. ¿Cuáles cree que son las ventajas y desventajas de automatizar un sistema de riego alámbrico?</p>	<p>E: Definitivamente las ventajas de trabajar con un sistema alámbrico es la seguridad de la comunicación, la comunicación alámbrica es una comunicación directa, solo un accidente puede bloquearlo y su desventaja es justamente los accidentes, si una red no está debidamente protegida de accidentes es muy fácil que se bloquee, y el costo de reparar estos accidentes es bastante elevado, dado que se producen generalmente mucho tiempo después de su instalación y si no hay un adecuado plano de ubicación de los cables y el manejo de los empalmes traen problemas.</p>
<p>10. ¿Cuáles cree que son las ventajas y desventajas de automatizar un sistema de riego inalámbrico?</p>	<p>E: La principal ventaja es la facilidad de desplazar los equipos, al ser inalámbrico uno puede mover el equipo a nuevas variables del proyecto, “osea” puede cambiar de proyecto y simplemente traslado los equipos a la nueva posición, cosa que no se puede hacer en una red alámbrica que está enterrada, tendría que hacer un nuevo tendido en otras posiciones y sería mucho más tedioso.</p>

«Continuación»

<p>11. ¿Cree que es buena inversión automatizar un sistema de riego? ¿Por qué?</p>	<p>E: De todos los puntos de vista es una ventaja, dado que, ala empresa le entregan información en tiempo real que está ocurriendo en campo y puede una empresa manejar varios campos, porque toda la información está a través de la red, desde ese punto de vista una empresa dedicada a riego, a control de campos tiene información que le permite hacer un planeamiento de sus operaciones.</p>
<p>12. ¿Cree que el automatizar un sistema de riego, me permitiría reducir la mano de obra?</p>	<p>E: Evidentemente por los años de experiencia que he tenido, indudablemente que los primeros proyectos, donde no existía ningún conocimiento tomo un tiempo entrenar a los encargados de los pozos a manejar los programadores y también los softwares de esos momentos, era un software bastante complejo, actualmente es un software muy amigable y es tan fácil como manejar un celular, ya esa información está al alcance de cualquier persona y es muy fácil un entrenamiento dado que es una aplicación.</p>
<p>13. ¿Cuánto personal se necesita para manejar un sistema de riego automatizado de comunicación alámbrica y/o inalámbrica?</p>	<p>-</p>
<p>14. ¿Cuál de estas dos opciones cree que tiene un presupuesto bajo de inversión?</p>	<p>E: Como inicialmente dije, depende del tamaño del proyecto, una instalación alámbrica se recomienda para una vivienda de una pequeña hasta muy grande, una o dos hectáreas, si hablamos de parques o un juego de parques o una urbanización, habría que hacer un estudio de las facilidades de comunicación para permanecer en una red alámbrica, pero si existiesen algunas complicaciones propias del proyecto, que no la permita hacer, entonces habría que hacer una red inalámbrica. D: ¿Tiene información acerca de instalación de RTU's en una urbanización y que tal fácil o difícil seria vandalizarlos? E: Los RTU'S generalmente están subidas en antenas para mantenerlas alejadas de cualquier persona, pero eso no las hace inviolables, pues se puede violar el sistema a manos de hackers ingresando a la red, pueden estar manipulando los parámetros, lo segundo es en caso de gente especializada.</p>
<p>15. ¿Qué tipo de automatización de riego a presión recomendaría implementar para las áreas verdes de una urbanización?</p>	<p>E: Nuevamente tengo que tomar el tema del tamaño del proyecto, el último proyecto alámbrico en el que participe de un tamaño mediano fue, el Olivar de San Isidro , el cual fue alámbrica con decodificadores, era bastante compleja y logro funcionar bien, ahora un proyecto inalámbrico en riego en jardinería, no recuerdo a la fecha que se ha hecho, principalmente se ha hecho en campos agrícolas, pero eso no limita a que alguien que tuviera el interés de hacerlo lo haga, para que comparen las ventajas de tener una red inalámbricas. D: ¿Qué nos puede comentar sobre programadores inalámbricos? E: Claro, hay programadores de mucho más tamaño y son totalmente inalámbricos, hay proyectos donde son tan extensos de varios fundos donde toda la comunicación es vía inalámbrica, hay proyectos que sí lo merecen hacerlo y hay experiencia en ello. D: ¿En qué consiste la automatización con decodificadores? ¿qué trabajo realiza? o ¿qué comunicación tiene con el programador o actuador para que se pueda hacer la actividad o ejecución?</p>



«Continuación»

<p>15. ¿Qué tipo de automatización de riego a presión recomendaría implementar para las áreas verdes de una urbanización?</p>	<p>E: Básicamente la tecnología del decodificador es como una puerta de acceso electrónico, un accesorio previamente se le pone los valores de un código electrónico que lo identifican y lo hacen único en ese sistema, para poder acceder en este componente uno debe ingresar el código, que le permita acceder a su control, entonces ese código le permite actuar en el componente, o lo prende o lo apaga.</p> <p>D: Hablando del cable, ¿cuánta pérdida de voltaje debería de tener desde el punto de controlador hasta la válvula más alejada? para que no haya pérdida de comunicación y se llegue a realizar la ejecución de la apertura o cierre de válvula o la obtención de datos de un medidor de caudal o sensores de humedad.</p> <p>E: Generalmente la comunicación es de valores eléctricos muy bajos, distancias menores a los dos o tres kilómetros no son problema, diferente es la actuación eléctrica, donde la distancia desde el controlador hacia donde se controla, requiere enviar energía, los solenoides en este caso por debajo de un 20% de su corriente nominal ya no responden bien, hay casos en donde no responden adecuadamente o su respuesta es muy variable, entonces en los actuadores conllevan a que no funcionen bien en algunos casos.</p> <p>D: Listo, muchas gracias por su tiempo y por el apoyo en la entrevista.</p>
---	--

**Anexo 4: Entrevista a Frank Chipana Briceño Especialista Agroindustrial y Riego de la empresa Ferreyros S.A.**

Entrevistado: Frank Chipana	Profesión: Ingeniero Agrícola
Preguntas	Respuestas
1. ¿Ha tenido experiencia automatizando sistemas de riego?	<p>F: Sí, ya en la anterior empresa también que trabajé, trabajé en el área de diseño y en el área de automatización y actualmente me encuentro laborando en el área de automatización, vemos un poco más de automatización, pero en otros rubros.</p> <p>D: ¿Específicamente cuantos años vas trabajando en el rubro de automatización?</p> <p>F: En esta empresa ya vengo trabajando tres años, estoy viendo toda la parte que es implementación de proyectos por sistema de riego por Pivot, nosotros tenemos un sistema de automatización o telemétrica llamado AXEN, que es vía remoto y GSM que es el incorporar los equipos que nosotros tenemos en el campo.</p>
2. ¿Ha tenido experiencia automatizando sistemas de riego?	<p>F: Lo que nosotros siempre preguntamos al cliente es la necesidad que él tiene, a veces nosotros podemos encontrar clientes que tienen unos proyectos de más de 500 hectáreas, son hectáreas muy amplias en el cual no van a poder tener mucho control de los sistemas de bombeo, de los encendidos de los equipo, de las lecturas de los caudalímetros, entonces para un área tan grande siempre tener todas estas medidas en un solo punto, es muy beneficioso porque ahorra bastante el tema de la mano de obra, puede tener mucho más controlado todo los equipos desde un solo punto, a veces el cliente tiene campos pequeños pero necesita automatizar campos de 20, 5 o 10 hectáreas, por el tema de que a veces esos cultivos, por ejemplo, en la sierra presentan un problema por heladas, entonces una persona no va a prender una bomba a las 2 de la mañana o a la una de la mañana, estos equipos se pueden programar y pueden utilizar el sistema de telemetría desde sus hogares con un sistema ya programado.</p>
3. ¿Existen procesos previos para habilitar el área donde se implementará el sistema?	<p>F: Uno, el punto más importante es la señal GSM, es una señal muy parecida a la que nosotros tenemos de las redes móviles como Claro, Movistar, pero es una red global, la tecnología GSM tiene una mayor captación de señal que casi en todo el Perú, esta coberturado, hay zonas donde que si es un poco difícil pero son sectores alejados, ese es el primer punto, luego identificar el área total del campo y ver qué sistema se va a implementar, a veces el cliente solamente quiere controlar el encendido y el apagado de los equipos, a veces otro cliente quiere ver y recolectar datos de sensores, caudalímetros, estaciones meteorológicas, entonces todos esos datos se tienen que preguntar al cliente.</p> <p>D: ¿El GSM que mencionas es una banda ancha, es un espectro de radiofrecuencia cómo se maneja eso?</p> <p>F: No, es como una señal telefónica, viene igual a como un chip, es como un chip de Claro o Movistar es igual, los equipos que nosotros ya tenemos vienen con un chip para que se le pueda integrar a los equipos.</p>

«Continuación»

	<p>D: ¿Toda la comunicación que existe de forma inalámbrica es mediante chips?</p> <p>F: Claro, la señal GSM da como que internet al equipo, a la tarjeta madre le da internet para que todo el sistema operativo le suba a la nube, una vez que suba a la nube, nosotros por medio de la red que tenemos, que podemos tener en nuestro celular, en una tableta o una computadora podemos entrar a esa nube y poder recolectar la información o mandar la información.</p> <p>D: La comunicación que se tiene, por ejemplo, desde el controlador hacia el campo para el tema de la apertura o cierre de electroválvulas, ¿de qué manera se da?</p> <p>F: Todo es por el tablero.</p> <p>D: ¿Utilizan RTU'S para la comunicación entre equipos? F: En los casos que son de los equipos Pivot no utilizan RTU's solo se utiliza esta señal GSM que se envía, es como enviar un mensaje de texto que se traduce en una orden al tablero de un equipo y el equipo se enciende automáticamente, prácticamente son milésimas de segundo que se demora en accionarlo, a diferencia de otros sistemas de riego que hay por goteo, en el cual tenemos RTU's, tenemos antenas con solenoides que es sistema de Talgil que se utiliza que es el DREAM 2.</p> <p>D: ¿Ese sistema de DREAM donde usualmente se usan? F: Esto lo utilizan más que todo para sistema de riego por goteo, ya que, netamente estos equipos están diseñados para este sistema, he visto que también se controlan la parte de aspersion, pero acá en Perú es más utilizado para sistemas de goteo en hectáreas grandes, donde el controlador pueda tener almacenamiento de información de 500 o 1000 hectáreas sin necesidad que se tenga personal en campo.</p> <p>D: Entonces, ¿podríamos decir que estos equipos se usan para empresas?, por ejemplo, como agroindustrias que tienen grandes extensiones y no para pequeñas áreas, ¿tal vez áreas verdes en una urbanización o en unos parques?</p> <p>F: Mira, por mi experiencia yo te puedo decir que lo he visto bastante en agroexportadoras, agropecuarias, fundos, de grandes extensiones, no es porque se necesite varias antenas sino es por el costo, un costo de un equipo, uno de estos más la licencia debe estar aproximadamente, es un precio que te doy de hace uno dos años antes que empiece la pandemia, deben ser entre 8 mil a 10 mil dólares, entonces en un proyecto de 200 a 300 hectáreas incluir este sistema no afecta tanto a un proyecto, porque los proyectos son normalmente de 600 mil a 700 mil, si nosotros nos vamos para el tema del paisajismo o jardinería tenemos que analizar bastante el costo por hectárea o los costos por la zona, allí va a influir bastante va elevar los costos, de que se pueda o que se deba, es una muy buena solución ya que estos equipos están con vía remota, vía señal de radio y de los otros sistemas que he visto bastantes en parques en municipalidades que son las vías por medio de cable que van a electroválvulas, que tienen muchos problemas que hay roedores en los parques se comen bastantes los cables, se sulfatan los cables, hay robos de cables, entonces esta tecnología yo creo que puede ser muy bien aplicada en el tema de jardinería aquí en Lima en zonas urbanas.</p>
--	---

«Continuación»

<p>4. ¿Qué beneficios cree que les proporciona a sus clientes, o usted, automatizar un sistema de riego a presión?</p>	<p>F: Reducción de costos, te da planes de mantenimiento, almacenamiento de información, recopilación de datos, programación de datos, es mucho ahorro de mano de obra que es uno de los puntos más importante, el ahorro de mano de obra es muy alto.</p>
<p>5. ¿Qué elementos considera que debe incluir un sistema de riego automatizado?</p>	<p>F: En el caso de los Pivot estos equipos es mucho más sencillo la parte de automatización, ya que, vienen de fábrica en el tablero ya implementado, solo para que se coloque un chip y se habilite una red exclusivamente para el equipo, se le da un código a cada uno de los equipos, se lo habilite en la nube y el cliente se descarga una aplicación en el celular lo puede descargar también en el escritorio y en menos de 5 minutos el cliente ya va a poder ver los equipos Pivot en su celular o controlarlos, en este caso en los equipos Pivot que nosotros tenemos no toma ni se necesita implementar algo más de lo que ya se tiene en campo, a diferencia de los sistemas de riego por goteo, cuando nosotros tenemos el sistema de riego por goteo necesitamos implementar, uno, solenoides en las RTU's, dos, conectar cada una de las válvulas en campo por medio de microtubo a estas RTU's, implementar una antena master o repetidoras en todo el campo si es que se necesita y la antena master en la sala de operaciones, además de esto, se necesita destinar un Dream exclusivamente para un fundo que tiene un costo adicional y un computador extra que solamente va a ver y trabajar toda esta información.</p>
<p>6. ¿Cada cuánto tiempo cree que se debería realizar un mantenimiento</p>	<p>F: En el caso de los Pivot, no hay necesidad de mantenimiento ya que todo esto es la nube y como te digo ya viene incluido en el tablero hay cero mantenimiento lo único que se paga es una licencia anual, en caso de los sistemas de riego por Dream si se necesita un mantenimiento, se necesita que siempre los solenoides estén bien colocados, que no haya ninguna obstrucción en las mangueras en los microtubos que van conectados a las válvulas, ver la calibración de cada una de las válvulas en los pilotos reguladores, también se necesita configurar bien y estar manteniéndose cada mes configurando las repetidoras ver que la señal de frecuencia es la misma en cada una de las repetidoras, yo creo que un mantenimiento al menos mensual de cada uno de estos equipos en el tema del Dream.</p>
<p>7. ¿Cuál ha sido el medio de comunicación que ha utilizado más para automatizar un sistema de riego a presión?</p>	<p>F: Que yo he utilizado, por GSM, que es por medio de los Pivots que es el AXEN  D: ¿has tenido experiencia con sistemas alámbricos?  F: No he tenido experiencia en ese tema, pero he visto en campo se han dejado de utilizar bastante por el tema de roedores, por el tema del sulfato por eso es que no he trabajado tampoco con eso.</p>
<p>8. ¿Cuáles son los factores que determinan que medio de comunicación elegir?</p>	<p>F: Yo creo que la extensión del campo, porque si tenemos campos de grandes extensiones, sería una locura instalar una red alámbrica, porque tendríamos que tener una red en todo el campo, uno, porque es muy tedioso y dos, que, si uno de los cables se rompe, toda la red colapsa entonces es muy riesgoso.</p>

«Continuación»

<p>9. ¿Cuáles cree que son las ventajas y desventajas de automatizar un sistema de riego alámbrico?</p>	<p>F: Ventajas sería el tema de poder automatizar todo el campo en áreas pequeñas, debe permitirnos almacenar y controlar todo desde un solo punto, y en desventajas que se sulfatan los cables, robo de cables o roturas de cables, también que se queman mucho las electroválvulas y estas son más costosas que una válvula hidráulica, entonces allí están las desventajas.</p>
<p>10. ¿Cuáles cree que son las ventajas y desventajas de automatizar un sistema de riego inalámbrico?</p>	<p>F: En ventajas prácticamente el costo es muy barato implementarlo si tenemos un proyecto grande no va a sumar mucho en el tema de costo por hectárea, es la portabilidad, el ahorro en personal, es tener la información almacenada en la nube nosotros podemos hacer un registro de todos los equipos, el mantenimiento es muy barato. En desventajas, prácticamente no le encuentro desventajas en estos equipos en el tema del riego Pivot, si lo vemos en el Dream 2 sería la desventaja que puede ser robado si es que no lo tenemos bien colocado la antena, si es que tenemos mucha pendiente o mucho desnivel a veces vamos a necesitar colocar muchas repetidoras en todo el campo y con el viento la señal se pierde muy seguido y el costo es un poco alto.</p>
<p>11. ¿Cree que es buena inversión automatizar un sistema de riego? ¿Por qué?</p>	<p>F: ciento por ciento seguro.</p>
<p>12. ¿Cree que el automatizar un sistema de riego, me permitiría reducir la mano de obra?</p>	<p>F: En reducción de mano de obra estamos hablando de un 80% en costo de reducción de mano de obra que se destina a la parte de control en campo, no digo que se destinen a otras labores en campo, sino solamente en control, se ahorra un 80%.</p>
<p>13. ¿Cuánto personal se necesita para manejar un sistema de riego automatizado?</p>	<p>F: Debe tener conocimientos en control, apertura de bomba, entender que es un sistema de riego, no se necesita que sea una persona capacitada en el programa, ya que el programa es muy amigable, solamente debe de saber cómo manejar una aplicación, un ordenador, que es un sistema de riego, que es lo que controla, pero no es algo que sea capacitado o un estudio técnico avanzado.</p>
<p>14. ¿Cuál de estas dos opciones cree que tiene un presupuesto bajo de inversión?</p>	<p>F: Las inalámbricas, por el tema que el costo de una electroválvula es mucha más alta y también por la comunicación, ya que, necesitan antenas y repetidoras.</p>
<p>15. ¿Qué</p>	<p>F: La red inalámbrica.  D: ¿Y alguna vez has visto una implementación de este sistema en parques?  F: En parques no, en zonas urbanas no lo he visto, lo más cercano que he visto es en la universidad creo que ya han implementado un sistema vía Dream o galileo no recuerdo, pero que es inalámbrico y creo que controlan áreas verdes también.  D: Listo Frank, gracias por la entrevista, estos datos me van a servir mucho con el tema de la información para poder terminar el tema de proceso de datos en la tesis. ¿hay algo más que quieras agregar? por último.  F: No, encantado de ayudarte, más bien gracias por la oportunidad de poder ayudarte en conocer más de estos sistemas que nosotros estamos implementando en la línea.</p>

**Anexo 5: Entrevista a Jaime Aching Sánchez Gerente general de la empresa Adec Corporativo SAC**

<b>Entrevistado:</b> Jaime Aching	<b>Profesión:</b> Ingeniero Agrónomo
Preguntas	Respuestas
<p>1. ¿Ha tenido experiencia automatizando sistemas de riego?</p>	<p>D: Buen día, gracias por participar en esta entrevista. ¿podría decirnos su nombre y experiencia en el tema?</p> <p>J: Mi nombre es Jaime Aching, yo soy ingeniero agrónomo de profesión, tengo una especialización a nivel de postgrado, lo que es diseño y formulación de proyectos de riego presurizado. Tengo una empresa de riego, acá en San Martin, me dedico más que todo a automatización para sistemas de riego, tenemos el tema de sistemas automatizados en cultivos, así como lo que es viveros y lo que es invernaderos, soy el gerente de la empresa y eso es lo que venimos realizando en San Martin.</p> <p>San Martin es una zona nueva en lo que es sistemas de riego, se está trabajando ya con estos temas, se está introduciendo ya en la selva de San Martin, en agricultura, un sistema de riego automatizado.</p> <p>Uno de sus beneficios es que reduce el tema de mano de obra, lo que te permite un sistema de riego automatizado es generar un régimen único al cultivo, entonces con eso garantizas el crecimiento y desarrollo de las plantas y sobre todo el rendimiento.</p>
<p>2. ¿Cuándo recomienda implementar un sistema automatizado de riego a presión?</p>	<p>J: Mira ve, para un sistema de riego automatizado hay dos formas de hacerlo, o bien lo trabajas con electricidad, puedes trabajarlos también con energía limpia o energía fotovoltaica, los que son paneles solares, o puedes trabajar con un sistema de riego automatizado, o también puedes automatizar por gravedad, a través de electroválvulas que funcionan a batería, netamente como te mencionaba, yo tengo una línea, trabajo con una marca, he venido trabajando con esa marca, este, ¿qué es lo que pasa?, un ejemplo, es el programa sub sectorial de irrigación el PSI, años atrás trabajaban por riego por bombeo a combustión, se podría decir, pero el costo de operación y mantenimiento es muy elevado y aparte se ha notado que había ciertas deficiencias, más que todo en el desarrollo de las capacidad de los productores para aprender a operar y mantener este sistemas de riego, pero las empresas privadas optan por un sistema de riego automatizado, justamente lo que te mencionaba hace un momento nos garantiza el régimen hídrico en el cultivo.</p> <p>Y esto va de la mano, conociendo pues el tema fundamental en lo que es la parte del diseño agronómico, el tema de la necesidad hídrica del cultivo, y la necesidad hídrica del cultivo va de la mano con el tema de la evapotranspiración, justamente los sistemas automatizados te permiten trabajar con los sensores de precipitación para bloquear el sistema, yo, a lo menos, recomendaría por el tema costo - beneficio, va a depender mucho del diseño, va a depender mucho de las necesidades hídricas, de las láminas de riego que tengas que aplicar en un cultivo, a mayor demanda hídrica, mayor será nuestro consumo en combustible, y esto si lo plasmamos en números, no es muy rentable para un productor, en cambio trabajar con electricidad, o trabajar con energía fotovoltaica, o trabajar por gravedad bajo un sistema de riego automatizado es muy diferente, yo, a lo menos, estoy tratando o incentivando a los diseños de riego con energía fotovoltaica más que</p>

«Continuación»

	<p>todo que sea automatizado.</p> <p>Un riego para mi tiene que ser automatizado, un riego donde tu vayas por la mañana a prender tu motor, riegas, de allí vas en la tarde, es toda una tarea, todo un trabajo que no te garantiza, entonces cuando tú tienes plasmado toda la metodología del plan de riego, plan de fertilización ya es muy diferente, ya estás apostando a algo más grande, estás apostando a obtener mejores rendimientos y eso es lo que busca un productor.</p>
<p>3. ¿Existen procesos previos para habilitar el área donde se implementará el sistema?</p>	<p>J: Mira, en términos generales para realizar un sistema de riego parte del diseño hidráulico, parte del diseño agronómico, lo primero es determinar la fuente de agua, determinar si es un río, una quebrada, una laguna, un pozo tubular, un pozo artesanal, tu determinas primero la fuente de agua, porque de allí vas a conocer tu oferta hídrica, cuánta agua disponible para el sistema de riego, posteriormente a eso también debes conocer la ubicación de tu fuente de agua, la cantidad como estaba mencionando, la cantidad volumétrica y la calidad, bueno eso ya va a un tema de análisis para determinar si tu agua es acida o alcalina que tiene que ver mucho con el tema de fertirrigación. Ese es el primer paso, determinar la posición, lógicamente que un terreno tiene que tener pues, disponibilidad de agua y la fuente de energía, tu fuente de energía puede ser energía fotovoltaica si vas a automatizar o la misma red eléctrica, todas esas cosas se evalúan en campo, posteriormente ya, tu puedes instalar un sistema de riego antes de poner en campo definitivo tus plantas, o puedes trabajar un sistema de riego ya con plantas encampo definitivo.</p>
<p>4. ¿Qué beneficios cree que les proporciona a sus clientes, o usted, automatizar un sistema de riego a presión?</p>	<p>-</p>
<p>5. ¿Qué elementos considera que debe incluir un sistema de riego automatizado?</p>	<p>J: Un sistema de riego automatizado, dentro del cabezal de riego tiene que llevar un programador de riego, eso es uno, cuenta con electroválvulas, no perdón, claro electroválvulas, va depender de los sectores, dependiendo de la cantidad de sectores, por cada una se puede poner en el arco de riego las electroválvulas y se hace todo el tema del cableado, tengo conocimiento de otras formas de automatización con otro tipo de equipos, ya para mayores escalas.</p>
<p>6. ¿Cada cuánto tiempo cree que se debería realizar un mantenimiento los elementos que componen el sistema automatizado?</p>	<p>J: Bueno, los programadores de riego trabajan con energía de 24 voltios, un programador tiene dentro del sistema eléctrico, tiene todo un sistema que emite dos voltajes, 24 voltios que es del programador y así mismo la electroválvula y al mismo tiempo 220 para el encendido de la electrobomba, lo enciende en paralelo, ahora los mantenimientos allí, si es bien cierto, los programadores llevan unas baterías o llevan pilas que ya mensualmente hay que cambiarlo, esto permite que guarde la programación del riego, si no tuviera esto, cuando hay un corte de luz, la programación se borra y no se guarda, eso es lo que hace la baterías interna que tiene los programadores.</p> <p>Ahora lo que es mantenimiento, los mantenimientos de un sistema de riego supongamos que en el goteo o demás sistemas de riego se hacen en los filtros, no necesariamente en las electroválvulas, las</p>

«Continuación»

	<p>electroválvulas lógicamente cuando ya empieza un mal funcionamiento requieren de mantenimiento, un sistema de riego lleva manómetros que te permite regular o calibrar la presión de trabajo, entonces, tú puedes verificares las presiones de trabajo, el buen funcionamiento de una electroválvula y del sistema que está dentro de las parcelas, allí pueden determinar si hay fuga, pueden calibrar la presión de trabajo.</p>
<p>7. ¿Cuál ha sido el medio de comunicación que ha utilizado más para automatizar un sistema de riego a presión?</p>	<p>-</p>
<p>8. ¿Cuáles son los factores que determinan que medio de comunicación elegir?</p>	<p>J: No he trabajado con temas de automatización inalámbrica todo ha sido alámbrico, la única forma que he trabajado, este, de forma de repente operar un sistema lo he trabajo a través de un chip, hay un programador de una marca “X”, tiene un chip y se introduce dentro del programador, pero para esto debe haber una red wifi en la zona, porque el chip se engancha a la red wifi, bajas el aplicativo a tu celular y lo puedes comandar desde allí, entonces el programador te envía los mensajes que zonas están regando, puede ser también ajustar las zonas de riego, el tiempo de riego a través del celular. Pero yo sé que, hay un sistema de riego por radio, no he trabajado yo con eso, la única forma inalámbrica es el monitoreo y el manejo del sistema de riego por el aplicativo móvil.</p>
<p>9. ¿Cuáles cree que son las ventajas y desventajas de automatizar un sistema de riego alámbrico?</p>	<p>J: lógicamente una electroválvula al mal funcionamiento simplemente no va a aperturar la salida del agua, la electroválvula es como si fuera una llave manual solo que es automático, en el caso que haya alguna falla en el sistema de repente algún roedor mordió el cable simplemente no apertura, entonces allí lo que tú vas a ver simplemente es dar lectura del manómetro para determinar la presión e trabajo, si lógicamente la presión de trabajo esta elevado, es lógicamente no está pasando el agua se está mantenimiento la presión, las electroválvulas te soportan hasta 10 atmósferas o 10 bares de presión.</p> <p>D: correcto. Y con respecto a los cables, por ejemplo, si yo tengo diferentes sectores donde voy a tender el cable desde el controlador hacia las electroválvulas, entiendo de que hay una parte donde se deriva el cable, ahora en esos puntos ¿se ponen cajas de pasos?</p> <p>J: Claro, se pueden poner cajas de pasos o se pueden poner arcos de riego, no hay ningún problema, ahora las electroválvulas no tiene polo, entonces tu diferencias tiene un cable una línea matriz y tienes un cable, se trabaja con un cable automotriz, y cada electroválvula lleva un color, nosotros a lo menos trabajamos para evitarnos después cuando entreguemos el proyecto o la obra, el que va a operar sepa de qué color esta cada electroválvula, porque dentro del programador están los números de las electroválvulas, pero de todas maneras como todo viene por una sola tubería el tema del cableado se mezclan los cables, diferenciamos con los colores.</p>



«Continuación»

	<p>D: Correcto, ahora el tipo de cable que utilizan me comenta que es la automotriz, bueno he estado revisando un poco por la bibliografía y justamente quería constatar, son estos tipos de cables NYY y que sección trabajan de 2.5mm<sup>2</sup> o una sección mayor o menor.</p> <p>J: Mira ve, realmente entrar en esos detalles no te podría especificar porque nosotros tenemos a un ingeniero eléctrico, que se encarga de todo el sistema eléctrico, pero trabajamos con cable automotriz creo son de 7 hebras si no me equivoco de cable número 14 pero la parte del sistema eléctrico lo ve el ingeniero electricista él es el que hace la caja eléctrica donde pone el contactor tiene un relay encapsulado de 24 voltios si no me equivoco, las cuchillas térmicas, las luces de encendido, el pare, hay un botón que cualquier falla en el sistema ya está, y tiene el tema de la ficha técnica que cualquier falla lo apagaba, el botón de apagado de emergencia se llama.</p> <p>D: Una consulta adicional con ese tema, entiendo que no es especialista dentro del área eléctrica, el tema del controlador que ustedes trabajan lo han trabajado con decodificadores de la marca Rain Bird solo con mono cable o tienen varios cables o esa sección como usted me dice tienen varios cables y eso va a cada válvula.</p> <p>J: Sí, cada cable va para cada electroválvula, hay programadores de 4,6,8 y hasta 16 estaciones creo, entonces cada uno tiene un cable matriz para cada electroválvula.</p> <p>D: ¿para cada válvula nace un cable desde el controlador hacia esa válvula?</p> <p>J: Claro, Nosotros supongamos que, cuando instalamos el sistema de riego con fines pedagógicos, dentro de la caseta de bombeo ponemos todas las electroválvulas a la pista, es un costo un poco adicional porque gastas más tuberías porque estás saliendo desde la caseta, en cambio cuando tu sueltas la línea matriz de riego tú puedes sacar un arco dentro de esa línea, vas sacando varios arcos y vas colocando cada electroválvula en cada sector, entonces cuando hacemos instalaciones con fines pedagógicos dejamos las electroválvulas dentro de la caseta de bombeo, esto para pequeñas extensiones 2, 4 hectáreas.</p>
<p>10. ¿Cuáles cree que son las ventajas y desventajas de automatizar un sistema de riego inalámbrico?</p>	<p>-</p>
<p>11. ¿Cree que es buena inversión automatizar un sistema de riego? ¿Por qué?</p>	<p>J: Bueno claro, es una buena inversión, vas a ganar el tema de tiempos, vas a ganar el tema del personal, porque un sistema de riego manual te demanda tiempos, estar yendo a abrir la llave, cerrar la otra, justamente eso teníamos un problema en otra ciudad que tenían 30 hectáreas de diferentes cultivos, entonces abrían uno, regaban, abrían otro, que es lo que pasa, que cuando trabajas manualmente, llega un momento que supongamos, vamos a asumir que tenemos 30 hectáreas y yo tengo que aplicar en mi sistema de riego por cada hectárea una hora de riego, entonces estamos hablando de 30 horas, ya más de un día, entonces un sistema automatizado lo que puedes hacer es trabajar paralelamente.</p> <p>D: Correcto</p>

«Continuación»

	<p>J: puedes agarrar, supongamos bloques de 5 hectáreas, y a las finales en 6 horas, claro pues, en 6 horas podrías regar no, son bloques, a ver, perdón, en 5 horas podrías regar todo el bloque de las 30 hectáreas paralelamente, ya no estas esperando abrir acá, cerrar allá, abrir acá, cerrar allá.</p> <p>D: Claro para eso demandaría una cantidad de personal, para solamente abrir y cerrar válvulas.</p> <p>J: Y estar allí no, y tienes en funcionamiento un motor más de 24 horas.</p> <p>D: Claro en este caso con la automatización se podría como usted menciona, agarrar un solo sector y que se abran la cantidad de válvulas en función al caudal de la matriz principal que le puede dar como un máximo no, y pueda regar esa área correspondiente.</p>
<p>12. ¿Cree que el automatizar un sistema de riego, me permitiría reducir la mano de obra?</p>	<p>-</p>
<p>13. ¿Cuánto personal se necesita para manejar un sistema de riego automatizado de comunicación alámbrica y/o inalámbrica?</p>	<p>D: Justamente hablando del tema del personal, ¿Es necesario tener un personal técnico para manejar este tipo de controlador?</p> <p>J: Claro, el proveedor siempre dentro de su oferta, tiene una parte que es la capacitación en operación y mantenimiento del sistema, eso es importante, cuando capacitamos no es solo a uno sino a varias personas, no puede ser que ese uno sea el único que sepa y si se enferma no vas a tener a nadie para su manejo. Entonces pues se considera o es necesariamente una obligación capacitar en la operación y mantenimiento del sistema. Las cuestiones técnicas referentes de repente a las necesidades hídricas del cultivo y al tema fertiirrigación ya lo pude ver un profesional que está más metido en el tema. Pero para el tema de operación y mantenimiento del sistema ver que todo marche bien, no necesariamente tiene que ser un profesional, no es algo complicado se podría decir.</p> <p>D: Correcto, ósea es amigable el tema del programa para que una persona puede manipular, en este caso el operador J: Es una cuestión mecánica es como darle un celular a alguien que todavía no lo ha utilizado y sobre la marcha lo va aprendiendo, y esto es una cuestión mecánica, entonces se le capacita y se le enseña como operar el sistema, como programar, más que todo como programar todo el sistema de riego.</p>
<p>14. ¿Cuál de estas dos opciones cree que tiene un presupuesto bajo de inversión?</p>	<p>-</p>
<p>15. ¿Qué tipo de automatización de riego a presión recomendaría implementar para las áreas verdes de una urbanización?</p>	<p>D: Dentro de su experiencia por lo que me comenta más está enfocado en temas de productores, temas de áreas de cultivo, ¿alguna vez usted a automatizado parques en urbanizaciones?</p> <p>J: Jardinería en residencial sí, canchas de fútbol también, es lo mismo, al menos que yo he visto acá Jardinería en residencial sí, canchas de fútbol también.</p> <p>D: Claro, la marca en la que usted hace los trabajos, se especializa en el tema de jardinería. Le comento esto, porque justamente la urbanización en donde se está realizando la tesis descriptiva posee</p>

«Continuación»

	<p>parques que se requieren automatizar, probar justamente, que al automatizar la empresa se pueda hacer el ahorro sobre todo de la mano de obra, que es algo muy importante que usted menciona.</p> <p>J: Claro, el tema de automatizar parques, como te mencionaba, todo va a obedecer al diseño que uno hace, porque la línea con la que trabajo se dedica netamente al tema de jardinería, tiene rotores o aspersores emergentes que salen del suelo pero cada uno, ósea hay varias líneas y cada emisor tiene una especificación técnica en relación al caudal, en relación a la presión de trabajo, en relación al radio o al diámetro que dice cuál es su consumo, cuál es el caudal que bota, entonces todo los emisores o la suma de emisores viene hacer mi demanda directa, por eso te mencionaba que un factor importante es determinar nuestra fuente de agua, si va hacer un reservorio va hacer tanto, el concepto principal de un sistema de riego es oferta y demanda, sobre eso voy a diseñar, y para diseñar tengo que conocer qué equipos, qué accesorios y qué materiales, y calcular los dimensionamientos de las tuberías que voy a utilizar.</p> <p>D: Correcto, una consulta aparte, al momento de ustedes venden el proyecto, porque entiendo que es una venta de proyecto el automatizar ¿correcto?</p> <p>J: Así es</p> <p>D: Ya, al momento de hacer una venta como parte de la empresa, ustedes también le indican por ejemplo al proveedor, mira yo te voy a automatizar y esta automatización te va a generar una rentabilidad “x” y con un tiempo de retorno en tal fecha. ¿Eso también hacen ustedes?</p> <p>J: Sacamos el costo - beneficio en temas de cultivos, porque lógicamente no lo hice en temas de ahorro de personal. Supongamos en el caso de automatizar en un parque, no he calculado el costo - beneficio, en cambio en cultivos lo que calculamos es en relación al consumo de combustible en un sistema de riego en comparación con un sistema automatizado o un sistema eléctrico, muchos productores prefieren traer 3 km de cableado y poner su transformado allí y hacer funcionar su riego por corriente eléctrica, que estar usando pues combustible.</p> <p>D: “ósea”, allá en la zona donde usted ha trabajado utilizan ¿bombas o motobombas?</p> <p>J: Motobomba.</p> <p>D: Ah claro con eso sería el combustible, es un costo muy elevado incluso si el riego es de forma diaria.</p> <p>J: La bomba en realidad es caracol, y la motobomba es motor más bomba, por eso se llama motobomba.</p> <p>D: Correcto, entonces en el costo beneficio como menciona es en base, el costo mayor en el consumo del combustible. J: Claro y esto va mucho con el tipo de sistema de riego. Un sistema de riego supongamos va a estar en función a la necesidad hídrica del cultivo y la lámina de riego por exigencia del sistema de riego. Supongamos acá en San Martín puede ser que la evapotranspiración sea acá 3mm que significa una pérdida de agua de 30m<sup>3</sup>/ha, entonces yo tengo que reponer esa pérdida de agua, entonces yo tengo un sistema de riego y</p>
--	---

«Continuación»

	<p>mi lamina de riego por hectárea es de 10m<sup>3</sup>/h que me va a demandar 3 horas de riego, entonces son 3 horas que voy a consumir combustible, entonces ese es el tema. El tema también va por la necesidad hídrica que tenga el cultivo, ósea de cuánto tiempo vas a regar.</p> <p>D: Comprendo, claro todo va en base a las necesidades que demande el cultivo, los tiempos, las veces....</p> <p>J: Por eso en todo sistema de riego tiene dos componentes el diseño hidráulico y el diseño agronómico</p> <p>D: Por último, cuando el producto o cuando ustedes van al campo del productor y quieren realizar una automatización y se encuentran con que el área o terreno es muy accidentado, es decir se tiene muchas rocas donde se dificulta un tendido de cable, en esos eventos que solución ustedes le darían o que solución dieron para poder automatizar y no tener problemas con ello.</p> <p>J: Mira ve, cuando el campo esta accidentado, estamos hablando a nivel parcelario, uno se trabaja lógicamente el tendido de los laterales de riego son mangueras o son cintas de riego auto compensadas, la autocomposición pues nos permite distribuir de manera uniforme en cada emisor tanto el caudal como presión de trabajo, ahora para el tema de porta laterales, líneas matrices trabajan con mangueras HDPE que están expuesta a presiones nominales de 8, 16, de 10, 12 no recuerdo bien, y las presiones nominales va de acuerdo al espesor de la manguera no, entonces esas mangueras te permite trabajar de esa forma, de manera expuesta, paralelo a eso el tema del cableado también va sujeto a la línea matriz y el cableado va dentro de una manguera.</p> <p>Ahora, te quería comentar, nosotros supongamos antes, hace 10 años atrás, realizábamos diseños hidráulicos cuando venía el productor y nos decía ingeniero quiero instalar un sistema de riego, nosotros realizábamos eso de manera gratuita, con el tiempo venían muchos curiosos no, querían saber cuánto costaba y cuando sacábamos el precio, allá muy caro y a las finales todo el trabajo que se realizaba se iba al agua, entonces como yo te mencione, ahora cuando nos preguntan cuánto nos cuesta un sistema de riego para tantas hectárea, básico nos piden para una hectárea, le decimos que no sabemos, no porque no podemos dar un aproximado, porque en realidad hay que hacer estudios previos. Hay que evaluar ciertos parámetros para poder determinar, tu podrías mencionar 15 mil soles 20 mil soles, pero asumiendo que la fuente de agua este a su costado y cuando ibas a la realidad te das cuenta que está a dos kilómetros y el presupuesto se disparaba y entonces había un tema de complicaciones con el propietario, decían pero tú me has dicho esto no, justamente por eso cuando nos consulta, podemos dar un dato referencial, pero no es que ese precio lo va hacer, porque nosotros ya conocemos, hay que hacer un levantamiento topográfico, conocer netamente la parcela, que cultivo es, conocer sus necesidades hídricas, que tipo de sistema de riego vamos a poner, si va hacer manual, semi automático o automatizado, la manera de aplicar el agua, se determinara si será por goteo, micro aspersión por cañón, por gravedad, son muchas cosas que uno tiene que evaluar a la hora de diseñar.</p>
--	---

«Continuación»

	<p>D: Así es ingeniero, algunas últimas palabras, ¿algo que quiera dar a conocer?</p> <p>J: Más que todo, yo como profesional, como agrónomo, mi recomendación es buscar la forma de automatizar un sistema de riego, nuevamente te repito, un sistema de riego automatizado, te va a generar un régimen hídrico garantizándote el crecimiento, desarrollo y rendimiento de tus plantas. Porque un sistema manual no tiene, o hace perder mucha más eficiencia que tiene un sistema de riego, porque a veces no lo trabaja en función al plan que se le ha otorgado, te entregan un plan integrado de sistema de riego en relación al tema de aplicación de agua de fertilizantes y, a veces, el productor desconoce mucho de estas cosas, no lo aprende muy bien, entonces mi recomendación es poner un sistema de riego automatizado, buscar la forma de automatizar, preferible es de repente bombear hacia arriba, hacia un reservorio con una mayor capacidad, que me otorgue de repente poder aplicar agua durante 30 días, y que durante esos días lo baje por gravedad y se automatice, cada 30 días o 25 días voy llenando mi reservorio, este es mi recomendación.</p> <p>D: Correcto Ingeniero Jaime, como le vuelvo a repetir, muy agradecido por el tiempo y por la entrevista.</p>
--	--

**Anexo 6: Entrevista a María Teresa de la Cueva Gerente general de la empresa Sumac Kampu S.A.C**

<b>Entrevistado:</b> Maria Teresa	<b>Profesión:</b> Ingeniera Agrónoma
Preguntas	Respuestas
<p>1. ¿Ha tenido experiencia automatizando sistemas de riego?</p>	<p>D: Bueno, primero que nada, gracias por acceder a la entrevista, es parte de la tesis que estoy realizando, básicamente el tema es enfocado en las áreas verdes de una urbanización y en base a ello se van a realizar unas preguntas para que usted nos pueda absolver o apoyar con la información.</p> <p>Primero que nada, quisiera saber un poco de usted, a que se dedica, actualmente donde está trabajando y que cargo tiene.</p> <p>M: Bueno, yo soy ingeniera agrónoma, mi nombre es María Teresa De la Cueva y desde que salí de la universidad, increíblemente yo hice mi tesis en APA, pero desde que termine la universidad, pase a lo que es riego tecnificado, estamos hablando por 1991 más o menos, si echamos plumas son como 31 años más o menos, que estoy en todo el tema del riego y a mí lo que me gusta es el riego de áreas verdes, porque es un riego diferente cada riego de área verde es diferente, no hay ningún parque igual, ningún jardín de casas iguales, salvo los estadios que casi son iguales ahí no hay diferencias pero allí, pase por muchas empresas de riego siempre en riego tecnificado, en diseño, ventas, todo eso, y ahora tengo mi propia empresa, que es lo mismo, importo equipos de riego, hacemos diseño de riego, mantenimientos, asesorías, proyectos, también trabajo solamente proyectos y luego, pues, se licitan y se hacen.</p> <p>D: Correcto, un poco hablando de la experiencia que usted tiene, ¿más o menos de cuantos años específicamente usted ha comenzado con el tema automatización de áreas verdes?</p> <p>M: La automatización más o menos en el 97, 95, en 1995, lo que pasa es que la automatización en los sistemas de riego siempre ha existido, ahora hay que ver que tenemos empresas americanas que se dedican exclusivamente a riego para jardinería, entonces, por ejemplo, tienen equipos de riego, fabrican equipos de riego para jardinería, por ejemplo, Hunter, también Rain Bird, que son líderes en el mercado tanto para jardines como para campos deportivos, todo tipo de campos deportivos, y desde un comienzo tienen controladores específicos para las válvulas eléctricas con las que se trabaja, eso ha ido evolucionando.</p> <p>D: Y ahora, en el Perú ¿cuál es la marca con más presencia?</p> <p>M: Son dos, es Rain Bird que tiene muchos años aquí, y Hunter, son los dos fuertes que hay en el mundo, son los dos fuertes que están aquí representadas.</p>
<p>2. ¿Cuándo recomienda implementar un sistema automatizado de riego a presión?</p>	<p>D: Si hablamos un poco, entiendo que hacen proyectos, ¿Cuándo recomienda implementar un sistema automatizado de riego?, es decir, ¿en qué situación o en qué circunstancia?</p> <p>M: Mira, eso es una muy buena pregunta la que me haces, en proyectos como las que estás haciendo es importante, uno, porque es una zona donde no hay mucha agua que tienes que controlar, entonces allí hay que automatizar, y dos, que si tenemos que tener personal, un ingeniero al menos o un técnico que sepa manejar los equipos, no dejar los equipos tanto los aspersores como el controlador principalmente, a</p>

«Continuación»

<p>2. ¿Cuándo recomienda implementar un sistema automatizado de riego a presión?</p>	<p>la buena de Dios o al administrador que se quede en el condominio, siempre tiene que haber una persona visitante, el lugar si es que no está de planta, visitando el lugar o hay un daño, tiene que ver personas especializadas, si va haber un presupuesto perfecto, pero por ejemplo, he visto sistemas de riego no automatizados con válvulas de acople rápido muy simples en el distrito de lince, tienen 30 años funcionando, van muy bien, es un sistema manual, entonces tú tienes que sopesar, donde voy a poner un sistema automático, por supuesto que voy a tener donde tengo recursos, donde haya un ingeniero o donde haya un técnico, donde se responsabilice, y donde no voy a poner un sistema ni siquiera con aspersores emergentes, sino con válvulas de acople rápido, que es un sistema semi portátil, no sé si lo habías visto, antes lo tenía el parque Kennedy en Miraflores, el parque Kennedy en la madrugada cuando salías de las calles las pizzas a eso de las 2 de la mañana ahí estaban los aspersores regándose, eso lo puso el alcalde Andrade, y eso duró, por lo menos, 30 años o 25 años, hasta que recién lo han cambiado, pero funcionó, es eficaz para ese momento, para ese tiempo. Entonces, hay que ver donde sí y donde no, hay que hacer muchas preguntas porque uno se puede entusiasmar mucho, pero a veces no.</p>
<p>3. ¿Existen procesos previos parahabilitar el área donde se implementará el sistema?</p>	<p>D: Justamente hablando de ello, ¿cuáles serían los estudios previos? o ¿el área tiene que estar habilitado de una manera?, ¿no tiene que tener ciertas interferencias?, etc. para yo poder implementar, ¿cuáles serían esos procesos o estudios previos para yo ver si es adecuado poder instalar un tema automatizado?</p> <p>M: Un sistema de riego comenzando allí, la automatización viene por defecto, porque si tenemos algo bastante grande definitivamente tiene que estar automatizado, pero primero tenemos que pensar en el sistema de riego que es completo, y mucho más completo porque tenemos que trabajarlo con el ingeniero civil, el que hace el levantamiento, el topógrafo y con el paisajista principalmente, entonces lo que tenemos que pedir primero son los planos arquitectónico definitivos y los planos topográficos y el plano paisajista, para compararlos y hacer preguntas, a ver el terreno va a quedar así, va a ver esta loma, va a ver esto va a ver el otro, ¿Tu eres agrícola correcto, no es cierto?</p> <p>D: Correcto, sí.</p> <p>M: Ya perfecto, vas a tener que estudiar un poco más del tema agronómico, comprender al paisajista, te digo comprender porque normalmente el paisajista hace una composición y las composiciones son como los artistas, pero tiene que ver algo técnico, tú no puedes poner plantas que necesitan mucha agua en un lugar donde no tengamos agua, tu como profesional en riego tú puedes revisar el plano paisajista, tú puedes decirle, mira has puesto plantas de mucha agua pero acá no tenemos agua, tú sabes cómo agrícola que eres, con cuántos litros contamos, de allí haces el diseño, hablas con el cliente que tipo de automatización le vas a poner, si es grande como estamos viendo, definitivamente con decodificadores que es lo que se tiene ahora y bueno, con eso lo cerraríamos, pero todo tiene su proceso.</p>

	<p>D: Y como era anteriormente, si ahora actualmente hablamos de estos programadores con decodificadores, antiguamente ¿cómo era la forma de automatizar?</p> <p>M: Mira, siempre han existido los decodificadores, se han ido mejorando, lo que pasa es que de los decodificadores ya hemos pasado a otros sistemas, el controlador de riego tiene ahora, antes el controlador se queda allí o del controlador se pasaba a la computadora, en la computadora como en los campos de golf tu podías ver en AutoCAD en el tiempo instantáneo como se riega, hace quince años normal eso se trabajada, ahora eso mismos se ha trasladado el control de riego para los parques, en Estados Unidos tienes muchos parques con controladores y tú puedes tener todos esos controladores unidos vía internet, vía telefónica y tú los puedes administrar, tu administras esos parques, eso pasa mucho, acá todavía no, acá en Perú todavía no se da, es un tipo de negocio, es un negocio ¿por qué?, porque el agua todavía está subsidiado, pero en Chile cada litro de agua cuesta, en Chile lo hacen, tienen varios parques en un municipio, todos tienen riego, y todo está controlado por un administrador y todo está atado a un sistema meteorológico, a una planta meteorológica.</p> <p>D: Ahora, justo hablando del tema en Chile, si se debe pagar o el agua es muy escasa, no se tienen unas leyes, etc., que otros factores crea acá en Perú que muy aparte o el estado o alguien te diga, mira tienes que utilizar una cantidad “X” de agua, que otros factores son por lo que los agricultores o empresas no automatizan o no están viendo el tema de la automatización.</p> <p>M: Ni la automatización, ni instalación de sistemas de áreas verdes, es la educación, técnicos faltan muchos, diseñadores en agricultura tenemos en cantidad, diseñadores de riego, cuando hablo diseñadores de riego, hablo en su conjunto, estoy hablando desde la cisterna, calcular la bomba hasta el último aspersor y ver toda la automatización porque eso no puede ir separado, no puedes separar eso, faltan especialistas en diseño de sistemas de riego, y te digo porque puede estar faltando, porque es más tedioso diseñar un sistema de riego , automatizarlo puede ser que no mucho, pero diseñarlo, escoger que equipo de riego poner, hay que analizar varias cosas hay que hacer varios cálculos, por eso tenemos muchos técnicos improvisados, eso si te digo hay muchos técnicos improvisados, que luego se desmerece hasta la misma automatización de riego, queman controladores, yo te digo algo muy sencillo, una automatización con un controlador chiquito, el técnico que lo instalo dijo, yo lo sé instalar, pero no lo sabía instalar porque no era electricista entonces allí estamos en la improvisación, agarró, puso al revés no el controlador, sino la llave térmica y quemó el controlador, lo quemó, tuvieron que comprar otro, te das cuenta en algo tan sencillo, es falta de educación, falta de técnicos, no hay técnicos especialistas ni en diseños de riego de sistemas de riego para áreas verdes, ni en instalación, hay de todo, si yo te enseño los planos que me han llegado, es algo increíble, hasta la automatización yo te digo, en automatización en vez de utilizar cable en los jardines de casas, cables AWG, INDECO, utilizan cables telefónicos, porque llevan 24 Voltios, entonces eso malogra el</p>
--	---



«Continuación»

	<p>solenoides, malogran el sistema hay que sacar todo, tú ves, llegas no se vuelven a aparecer, pero te dicen, pero si funciona, ya, funcionarán, pues, 6 meses, de allí ya no funciona más.</p>
<p>4. ¿Qué beneficios cree que les proporciona a sus clientes, o usted, automatizar un sistema de riego a presión?</p>	<p>D: Ahora con el tema del beneficio, al automatizar ¿Qué beneficios les daría a los clientes o a usted al automatizar? M: Mira son varios, uno, que el jardinero ya no se dedica regar con la manguera, que el jardinero realmente se dedica a su oficio, al cortar el césped a ver las plantas, la mano de obra está bien utilizada, si se llega a reducir el número de jardinero porque ya no estas regando, por ejemplo, yo tengo un condominio en Asia, allí estamos hablando de 12 hectáreas de áreas verdes, 8 hectáreas de área verde, 6 hectáreas de área verde de césped, tenemos un sistema de riego y tenemos un regador nocturno, se riega de noche nada más, un regador que es el que solamente va , mira y de día otro para arreglar algún problema, si en la noche se reportó esto, aquí, etc. Y sobre todo, con la automatización no hay otra mejor cosa si afinamos aún mucho más la automatización con una estación meteorológica o con sensores de humedad, lo que vamos hacer es que optimizar el uso del agua, y algo que no te dije es que la tecnología a avanzando en el tema de la automatización, más que en la automatización es, como podemos mejor utilizar los datos meteorológicos para que, por ejemplo, el controlador de riego si ve que el suelo tiene suficiente agua, no riegue, son sensores y también mandos a distancias por teléfono, por ejemplo, por Bluetooth ya tenemos controladores a batería, con bluetooth no necesitas cableado, no necesitas nada, con tu teléfono no más lo manejas.</p> <p>D: ¿Pero eso tiene un limitante de alcance?</p> <p>M: A la hora de programarlo sí, pero ya no estás en el piso, cuando son de batería no, programándolo en el lugar, sino con tu teléfono nada más, de allí puedes cambiar también la programación.</p> <p>D: Ahora con el tema del personal, en la experiencia que ha tenido, podemos decir de 8 parques, cuanto es lo que se reduce la cantidad del personal, iniciaron con 5 y cuando yo automatizo para poder regar esos 8 parques ¿hasta cuánto puedo llegar?</p> <p>M: Mira, cuando tu automatizas el riego se hace de noche normalmente y tienes que tener un solo personal, un personal para ver, o sino si hay vigilantes en el caso de las playas que te pueden ir diciendo si hay una fuga o si se le salió un boquilla a un aspersor, etc., nada más, o te das cuenta al día siguiente que no se regó un sector que te lo puede decir el controlador de riego, o te puede mandar un falla si lo tienes conectado a tu computadora también, te puede mandar una falla que no abrió cierta válvula, con eso reduces a uno o dos personas y las otras tres, se dedican a lo que tienen que dedicarse, al corte, al sembrío a las plantas a eso, ya no tienes gente que hace otro trabajo que es estar con la manguera. Algo importante que quiero decir y, es importante que se sepa que la eficiencia el sistema de riego es utilizar el agua, podemos llegar al 80, al 85% el riego por goteo al 90% de eficiencia, mientras que el riego por la manguera estamos a 30% de eficiencia, imagínate el desperdicio de agua que tenemos cuando regamos con manguera, sobre todo cuando el regador tira la manguera, y dice el agua corre, el agua no corre, el agua se va, se infiltra, el agua no corre.</p>

«Continuación»

<p>5. ¿Qué elementos considera que debe incluir un sistema de riego automatizado?</p>	<p>D: Y ahora, los componentes o elementos que constan un sistema automatizado, ¿cuáles son?</p> <p>M: Bueno, para un sistema automatizado si hablamos que todo el tema de los aspersores están instalados, las válvulas eléctricas, si hablamos que vamos a trabajar con decodificadores pueden ser, podemos hacer el diseño de riego en el que ponemos un solo decodificador que tiene cuatro salidas independientes, tienes 9 cables uno es tierra, dos van para un válvula, dos para otra, dos para otra, dos para otra y esos van con un cable continuo a otro lugar, y de ahí va al controlador y de ese controlador puede ir a una computadora o si no podemos automatizar de manera de que vaya a tu teléfono, igual puede llegar una respuesta a tu teléfono, ahora si podemos hacer esas cosas.</p> <p>D: Claro entonces tendríamos la electroválvula, que sería el actuador, que sería lo último, con respecto al medio de comunicación.</p> <p>M: El cable, en este caso, es un cable, en Rain Bird es el MAXI que es un cable bipolar que poder 14 o 12, según el largo que vayas. Cuantos kilómetros vas a recorrer, porque para hacer un sistema de riego con decodificador tú puedes tener, creo que se utiliza, por ejemplo, en los campos de golf, estamos hablando de 90 hectáreas fácilmente para poder automatizar, hay que ver donde ponemos estaciones, hasta cuantos kilómetros podemos recorrer, 4 kilómetros y medio, 3 kilómetros y de allí ir avanzando, la facilidad que tenemos con la automatización con decodificador podemos crecer por partes, la fase uno termina, y el cable quedo acá, con mi última válvula eléctrica y con mi tubo con un tapón, tenemos la fase 5, 6 y 7 más allá, ya perfecto, y no me llega más allá de tres kilómetros, ¿qué hacemos?, cortamos tapón, seguimos con el agua, seguimos con la válvulas eléctricas zonificando y seguimos con el cable, te das cuenta, entonces es muy fácil trabajar y zonificar por etapas, es facilísimo, que si tuviéramos un cable por válvula es imposible.</p> <p>D: Y ahora en el tema de la continuación, justamente usted ha tocado, que podemos hacer una continuación de un parque a otro parque justo en ese empalme que nosotros realizamos, me parece que el tema de la comunicación es lo más importante que hay y debemos tener el cuidado, en el empalme, ¿con qué tipo de accesorios se empalman?, ¿que deberíamos considerar en ese empalme? para que no haya ningún tipo de problema en el funcionamiento.</p> <p>M: Mira, yo te digo una cosa, cuando tú haces el tendido del cable bipolar que tiene dos hilos, sea 14 o 12, tú tienes que hacer un tendido holgado, y donde tengas las válvulas eléctricas dejar como una L un metro de cable en cada válvula, en cada válvula eléctrica dejar un metro de cable, que sobresalga un metro y lo dejas dentro de su caja, y así sucesivamente, donde tengas una desviación porque puedes cortar aquí, puedes hacer los empalmes y seguir para el otro lado, igual dejar un metro y toda las conexiones son con los empalmes eléctrico 3M, lo DWY no sé si has visto, son unas botas así de plástico que tienen adentro grasa, entonces eso evita que se humedezca los cables, allí hay que tener muchísimo cuidado al hacer los empalmes, tienes un empalme que está mal hecho que hace mal contacto, no te abre, el decodificador no responde, entonces, allí hay que tener mucho cuidado.</p>
---	--

«Continuación»

	<p>D: Y ¿a qué profundidad se debería instalar el cable?</p> <p>M: Mira, estamos hablando a la profundidad de la matriz, con los cuidados, siempre los cables de riego, van al ladode matriz de riego y se lo podemos poner, o si no, podemos hacer un corte de zanja, la matriz la podemos llevar a 80 cm, si es una matriz importante, de 160 mm y la porta regante después de la válvula la que lleva los aspersores y el cable pueden ir a 60 cm de profundidad siempre con su cinta para no tener problemas.</p>
<p>6. ¿Cada cuánto tiempo cree que se debería realizar un mantenimiento los elementos que componen el sistema automatizado?</p>	<p>D: Y ahora, el mantenimiento que deberíamos tener con estos componentes, ya sea el controlador, ya sea el cable, los decodificadores o la misma electroválvula, el mantenimiento, la recomendación de cada cuanto tiempo se debería hacer, ¿cómo sería eso?</p> <p>M: Mira, si tenemos un sistema de riego bien instalado, decodificadores bien instalados que no me hayan presentado ningún problema, bien empalmados, yo pienso que una vez al año, porque, si partimos de la válvula eléctrica, desde la válvula eléctrica hacia los aspersores podemos capacitar al personal propio de la empresa, propio del condominio, etc., para que puedan hacer la limpieza de los aspersores si tenemos agua con muchos residuos, de donde sale el agua también es importante, si tenemos agua sucia, válvulas eléctricas hay que limpiarlos, pero si tenemos un buen sistema de filtrado sabiendo que el agua no es potable, entonces nos concentramos en el sistema de filtrado, que esté funcionando bien. Si tenemos un agua pesada con caliche, eso nos va a traernos dificultades en las válvulas eléctricas en los solenoides y también en los aspersores, entonces hay que hacer limpieza cada 6 meses con ácidos, no le va a pasar nada ni a la automatización, ni a la válvula eléctrica ni a nada por el estilo. Y mira, yo te digo, el decodificador no tiene por qué malograrse, por ejemplo nosotros vamos a volver hacer un mantenimiento en Trujillo donde hay un sistema con decodificación que lo arreglamos hace más de dos años, mucho antes de la pandemia lo arreglamos, porque no había personal especializado, quemaron el control de riego que trabaja con decodificadores, quemaron decodificadores, tuvimos que cambiar todos los decodificadores, válvulas eléctricas mantenerlo y volverlos a programar y allí han quedado funcionando bien, salvo que la persona que tiene que cambiar los tiempos de riego a lo largo de las estaciones verano, invierno, primavera, nada más, el sistema está funcionando, ahora iremos a revisarlo como rutina ahora en Marzo, pero si está bien instalados no debería tener mayor problema.</p> <p>D: Y en el tema del controlador, me parece que hay algunos que funcionan con pilas, estos controladores o estas pilas, la vida útil que pueden tener o cada cuanto tiene que cambiar las pilas ¿cómo es?</p> <p>M: Tú me estás hablando de la automatización a batería, con equipos de riego a batería.</p>

«Continuación»

	<p>D: No específicamente, hablemos, por ejemplo, de un controlador que trabaja con decodificadores, entiendo que hay una parte, funcionan con energía eléctrica, pero me parece que también hay un tema de pilas, imagínenos que se va la energía y puede cambiar la programación y demás.</p> <p>M: Ya, mira, ese es un punto muy importante porque muchos operarios de equipos de riego se olvidan de esa pila y no lo cambia, se pierde información vuelve a cero, normalmente cada año se tiene que estar cambiando, yo he visto pilas sulfatadas y con un montón de cositas que lesalen, nunca los han cambiado, no se les ha ido la luz, pero allí están, pero malogras el sistema para eso están, la pila esta para cambiarse, es una la pila de 9 voltios a veces tienen 2 pilas de 9 voltios, tiene que cambiarse cada año, ocho meses, nueve meses sin problema.</p>
<p>7. ¿Cuál ha sido el medio de comunicación que ha utilizado más para automatizar un sistema de riego a presión?</p>	<p>D: El medio de comunicación que más ha utilizado en toda su experiencia para la automatización, ¿cuál ha sido?</p> <p>M: Decodificadores pocos, más el tema de tendido de cable porque han sido áreas ya definidas y no áreas tal vez muy grandes o se han ido trabajando, por ejemplo, también por presupuesto puede ser, por ejemplo, hicimos en una playa hace algunos años, y la playa, como ya era en total 8 hectáreas que regar, todo lo hicimos con cable, no utilizamos decodificadores, pudimos haber utilizado decodificadores.</p>
<p>8. ¿Cuáles son los factores que determinan que medio de comunicación elegir?</p>	<p>D: Como determinar qué medio de comunicación utilizar, justamente porque cada proyecto es distinto.</p> <p>M: Si cada proyecto es distinto, mira, cuando tenemos urbanizaciones en las que el crecimiento es progresivo, ósea vamos a ir creciendo, creciendo y creciendo, te tienen que entregar, decir bueno hasta cuantos kilómetros vas a crecer hacia allá, hacia allá, hacia allá y si vas a tener una, dos o tres fuentes de agua, tienes que analizar eso, si tienes una sola fuente de agua y vas a crecer 3 kilómetros, primero uno, luego otro y luego otro, definitivamente, allí tienes que poner decodificadores no hay de otra.</p>
<p>9. ¿Cuáles cree que son las ventajas y desventajas de automatizar un sistema de riego alámbrico?</p>	<p>D: Y las ventajas que nos da instalar con sistemas alámbricos ¿cuál sería?, es decir, con cables, ¿cuál sería las ventajas y desventajas? de acuerdo a su experiencia.</p> <p>M: Mira, con cables, bueno ahora el cable está bien caro, es un poco más económico, pero en cuanto el trabajo a instalarlo es más arduo, normalmente el cable que se utiliza para la automatización con decodificadores normalmente es importado, por ejemplo: Rain Bird tiene su cable que es de PAGE es cable americano, Hunter también tiene su cable, pero es de PAGE, es un cable que se importa. Yo no he tenido oportunidad con trabajar con cable nacional, cuando he hecho los proyectos de riego como te digo son integrales, un proyecto de riego es desde la selección de la bomba hasta el último aspersor con todo su tema de automatización entonces se hace un solo paquete y se importan, al menos en mi caso te digo o experiencia propia no he trabajado con cable nacional.</p> <p>D: Ahora me comenta que lo más difícil o lo más tedioso era instalar el tema del cable.</p>

«Continuación»

	<p>M: El cable cuando es este..., dos cables por válvulas, si tienes 10 válvulas en el campo tienes 11 cables caminando por una tubería porque hay que entubarlos una tubería SAP, eso es lo más trabajoso.</p> <p>D: Pero eso sería en un controlador que no llevaría decodificadores.</p> <p>M: Exacto en un controlador que no llevaría decodificadores, pero para la automatización de los decodificadores es, tira tu cable nada más pero con las consideraciones que yo te digo, hay que dejar por cada caja de válvula un tramo de un metro, en cada salida o cambio de dirección también tienes que dejar, porque a veces tienes que tener reparaciones, jalar, hacer nuevos empalmes, entonces si estás muy justo no tienes de donde jalar, no puedes jalar y en los empalmes para arreglar es allí donde falla, hace tierra o mejor dicho hace corto... no hace una buena conexión eso ha pasado varias veces, lo primero que te dice un técnico es cuando...no me abre tal válvula no me abre tal otra y tienes decodificadores, revisa la parte eléctrica, donde está la falla por eso el cable tiene que ser continuo no hay que cortarlo a la mitad hacerlo el empalme, y si le vas hacer un empalme ponle una caja y deja el empalme bien señalado no lo dejes enterrado, porque si no échate a buscar.</p>
<p>10. ¿Cuáles cree que son las ventajas y desventajas de automatizar un sistema de riego inalámbrico?</p>	<p>D: Alguna vez. ¿usted ha trabajado con sistemas inalámbricos? O ¿todo ha sido alámbrico?</p> <p>M: Sistemas inalámbricos, sí hicimos un proyecto todo inalámbrico, con controladores a batería, pero los controladores a batería iban enterrados y uno podía programar una válvula, la otra, ibas programando las válvulas y solo necesitabas..., porque la válvula eléctrica funciona con dos condiciones, el estímulo eléctrico y la presión, si no tienes presión la válvula no abre, entonces por ejemplo, una válvula Rain Bird necesita 10 metros de presión para que abra y una válvula Hunter necesita 14 metros de presión para que abra, si solamente le das en los dos casos sea de batería o sea de 24 voltios le das energía pero no tiene presión no pasa nada, o trabajas con una bomba de presión constante o trabajas con desnivel y perfecto y lo haces.</p> <p>D: Y ¿cuál ha sido la diferencia que ha encontrado? o ¿qué ventajas le puede sacar el inalámbrico al alámbrico?</p> <p>M: No... es que uno escoge como diseñador, uno cuando diseña, es como diseñar un casa podemos tener dos ingenieros uno dice a ya, le pone la escalera por acá y el otro le pone la escalera por el otro lado, pero los dos llegan al segundo piso, entonces no hay un diseño mal hecho, si lo hacen dos ingenieros especialistas en riego, sino uno ha podido tener un criterio y el otro ha podido tener otro criterio entonces hay que sustentar, tú me dices si no tengo energía en ese lugar y mi fuente de agua está en la cota cincuenta y no tengo energía, no voy a automatizarlo con cable porque no hay energía.</p> <p>D: Entonces reformulando la pregunta, ¿qué ventajas y desventajas tiene un sistema inalámbrico?</p>

«Continuación»

	<p>M: La desventaja es la batería, cuantas más veces abres el sistema en el día mayor es el desgaste entonces tienes que estar muy atento hacer todo un cuadro en Excel para ver cuando cambias la batería en cada válvula, eso para mí es la desventaja, pero depende mucho tu entorno, porque tienes que analizar qué condiciones tienes que entornotienes para seleccionar que equipo le vas a poner.</p> <p>D: Y el vandalismo</p> <p>M: Bueno eso me paso a mí, pero esto hubiera pasado tengas controlador, se hubieran llevado.... a ya lo que a ya, la válvula está en el campo se lo llevaban, si es una zona muy vandálica como te decía, si yo quiero poner un sistema de riego en San Martin de Porres, siendo un parque grande definitivamente son válvulas de acople rápido, son otro sistema donde tenga la bomba, va a venir un regador va aprender, va a poner los aspersores y va a regar, pero no voy a poner ni cables ni aspersores emergentes ni nada por el estilo, porque hemos tenido proyectos hechos en la avenida, en Habich en la panamericana norte, donde se han llevado todo los cables y las cajas la pone de puertas de concretos, cerrojos de todo tipo, pero, igual se los llevan.</p>
<p>11. ¿Cree que es buena inversión automatizar un sistema de riego? ¿Por qué?</p>	<p>D: Y cree que es una buena inversión automatizar y ¿Por qué?</p> <p>M: Si estamos hablando de una gran avenida, normalmente. Por ejemplo, en Estados Unidos cuando tienes bermas centrales largas, todo lo hacen inalámbricos, entonces puedes enterrar la caja, como la tienes en plano ya sabes dónde está, y puedes programarla así enterrada, ahora sí se puede programar así esté tierra abajo la puedes programar, entonces cuando tenemos bermas larguísimas es tierra de nadie, eso se hace en Estados Unidos.</p> <p>D; Y acá en Perú en urbanización, cree que es una buena inversión automatizar.</p> <p>M: Mira, yo pienso que sí, porque si son urbanizaciones cerradas con mayor razón y dos porque vas a poder controlar el gasto del agua, y eso es importante, recuerda que toda la costa peruana donde se hace el mayor número de inversiones de urbanizaciones y todo lo demás, la costa es un gran desierto, salvo de Piura, para arriba y eso, ni de Piura, Tumbes creo, es un gran desierto donde las precipitaciones son mínimas donde allí se conjugan el buen uso del agua, una automatización nos ayuda excelente al uso del agua, pero yo quiero que se vea que no solamente es la automatización, poner un área verde no es venir y poner el sistema de riego con la automatización y ya, y eso funciona y funciona, es desde la preparación del terreno y eso es algo que se olvida, es un trabajo interdisciplinario de muchas profesiones a las que hay que tomar en cuenta, una buena preparación de terreno, acuérdate que los suelos en la costa son suelos arenosos, una buena preparación de terreno con tierra de chacra nos va dar mayor retención de humedad y utilizar plantas que son de poco consumo perfecto, todo eso suma con la automatización y los cálculos agronómico e hidráulicos que hagamos, no va a llegar a un eficiencia casi perfecta, eso tenemos que buscar, yo te cuento una anécdota, yo fui a revisar unos sistema de riego en Asia, entonces el sistema de riego perfecto, lo habían automatizado como</p>

«Continuación»

	<p>lo hacen en agricultura con micro tubo, una caja de solenoide con micro tubo pero sabes de donde sacaban el agua, de una laguna y que se forma en esa laguna, algas, si no tienes un buen sistema de filtrado, que pasa con eso micro tubos, se obstruyen y luego</p>
<p>11. ¿Cree que es buena inversión automatizar un sistema de riego? ¿Por qué?</p>	<p>D: Y cree que es una buena inversión automatizar y ¿Por qué?</p> <p>M: Si estamos hablando de una gran avenida, normalmente. Por ejemplo, en Estados Unidos cuando tienes bermas centrales largas, todo lo hacen inalámbricos, entonces puedes enterrar la caja, como la tienes en plano ya sabes dónde está, y puedes programarla así enterrada, ahora sí se puede programar así esté tierra abajo la puedes programar, entonces cuando tenemos bermas larguísimas es tierra de nadie, eso se hace en Estados Unidos.</p> <p>D; Y acá en Perú en urbanización, cree que es una buena inversión automatizar.</p> <p>M: Mira, yo pienso que sí, porque si son urbanizaciones cerradas con mayor razón y dos porque vas a poder controlar el gasto del agua, y eso es importante, recuerda que toda la costa peruana donde se hace el mayor número de inversiones de urbanizaciones y todo lo demás, la costa es un gran desierto, salvo de Piura, para arriba y eso, ni de Piura, Tumbes creo, es un gran desierto donde las precipitaciones son mínimas donde allí se conjugan el buen uso del agua, una automatización nos ayuda excelente al uso del agua, pero yo quiero que se vea que no solamente es la automatización, poner un área verde no es venir y poner el sistema de riego con la automatización y ya, y eso funciona y funciona, es desde la preparación del terreno y eso es algo que se olvida, es un trabajo interdisciplinario de muchas profesiones a las que hay que tomar en cuenta, una buena preparación de terreno, acuérdate que los suelos en la costa son suelos arenosos, una buena preparación de terreno con tierra de chacra nos va dar mayor retención de humedad y utilizar plantas que son de poco consumo perfecto, todo eso suma con la automatización y los cálculos agronómico e hidráulicos que hagamos, no va a llegar a un eficiencia casi perfecta, eso tenemos que buscar, yo te cuento una anécdota, yo fui a revisar unos sistema de riego en Asia, entonces el sistema de riego perfecto, lo habían automatizado como lo hacen en agricultura con micro tubo, una caja de solenoide con micro tubo pero sabes de donde sacaban el agua, de una laguna y que se forma en esa laguna, algas, si no tienes un buen sistema de filtrado, que pasa con eso micro tubos, se obstruyen y luego no funcionan, eso es uno, dos, le dijeron por ahorrar dinero, ahorrar dinero en lo básico es no ahorrar, que le dijeron: siembra sobre la arena ponle un capita de 5 cm de tierra y eso y siembra páspalo, que el páspalo hasta con agua salada crece, eso no es así, entonces le hicieron caso, no prepararon el terreno, entonces ellos riegan cinco minutos y al séptimo minuto está seco, porque es arena están regando sobre arena, tiene el riego automatizado, con el mejor traslape, con los mejores aspersores, con los mejores equipos, el mejor ingeniero que hizo, pero no le pusieron una adecuada preparación, yo soy agrónoma, acuérdate, no le hicieron una preparación adecuada al jardín con una buena tierra, no sirvió.</p>

«Continuación»

	<p>D: Todo va de la mano  M: Todo va de la mano, todo dile a tu cliente. Eso es cierto, todo va de la mano. Y eso te lo enseñan en la agraria,  ¿Tú eres de la agraria? D: Sí  M: Ya, vas a la Agraria en ornamentales, tomas un curso de jardinería básica y es lo primero que te enseñan, tener una buena preparación de suelo, ¿para qué?, para que lo que siembres te dure mucho tiempo y para que las enmiendas sean mínimas, entonces todo va de la mano.</p>
<p>12. ¿Cree que el automatizar un sistema de riego, me permitiría reducir la mano de obra?</p>	<p>D: Correcto, un poco nuevamente al inicio de la entrevista dentro de la conversación salí, pero nuevamente le repregunto, ¿automatizar un sistema de riego me va a permitir reducir la mano de obra?  M: Sí, claro. A veces, es el miedo de muchos lugares, dicen, ¡uy! van a poner un sistema de riego automático, nos van a botar, lo que pasa es que, si se optimiza porque no tienes gente ni abriendo ni cerrando válvulas ni teniendo las paradas con una manguera, entonces diez jardineros que puedas tener, vas a tener pues cinco, porque cinco no se van a dedicar a regar, porque el riego se hace solo.</p>
<p>13. ¿Cuánto personal se necesita para manejar un sistema de riego automatizado de comunicación alámbrica y/oinalámbrica?</p>	<p>D. Ahora, para poder manejar estos sistemas ya instalados de automatización, se requiere un técnico especializado o el mismo regador, que regaba manualmente se le puede dar una capacitación para que él pueda manejar.  M: Si vas a poner decodificadores con un controlador de acuerdo a esas características no, tiene que ser un técnico no puede ser un jardinero, lamentablemente los jardineros que tenemos en el Perú son empíricos, vienen de generación en generación el tema de la jardinería, te van a malograr el sistema como han malogrado en otros lados y hay que ir a arreglarlo, tienes que tener una persona que te visite cada 15 días, hasta que, siempre no falta , una persona que esté en el tema de la jardinería y mantenimiento con mayor instrucción y que puede entenderte cómo funciona este controlador, que hay que tocar , que no hay que tocar, porque hasta en los controladores más simples que nosotros hemos instalados, los más simples, hemos encontrado, como son varios botones y vez la pantalla hay una secuencia de programación, si tu no respetas esa secuencia, se alocó todo, hay una secuencia, entonces si tú vas y pones, se prenden tres veces al día, se cruza con otras válvulas, “ósea”, no puedes dejarlo así tienes que tener una persona que sepa.</p>
<p>14. ¿Cuál de estas dos opciones cree que tiene un presupuesto bajo de inversión?</p>	<p>D: Y con respecto a presupuestos, entiendo que ha hecho un trabajo de forma inalámbrica y muchos con alámbrica y bajo ese concepto, entiendo de que se puede hacer una propuesta para ambos en una determinada área o lugar,  ¿cuál de los dos cree que podría dar un mayor presupuesto?,  ¿cuál sería más caro?  M: La diferencia no es mucha, te diré, todo depende del área, del largo, es que a veces te dicen, a ver, qué pongo que sea más barato o más caro, es que los equipos no son porque sea más barato o más caro, sino que te digo, hay que tener el criterio de saber dónde y qué equipo poner en cada lugar y cada circunstancia, entonces yo te digo que, la diferencia no es mucha, debe ser el 20% no es mucha, para los beneficios que te va a traer los decodificadores.</p>



«Continuación»

	<p>D: Justamente hablando de este tema de costos, de presupuesto, entiendo que hacen proyectos, se le da proyectos ustedes revisan sus planos, ven que tipo de automatización se le puede realizar, pero aparte de eso también ustedes, no sé si le menciona al cliente o parte de esa información queda en ustedes, ven el tema del retorno financiero, en cuanto tiempo podría el cliente, pueda recuperar con las características que él tiene el dinero invertido.</p> <p>M: Nosotros solo nos dedicamos hacer el diseño de riego, pero no es difícil hacer el cálculo, porque cuanto te cuesta el metro cúbico de agua, si yo te digo que, si lo quieres tener verde obviamente, porque si lo quieres tener manchado, medio seco, medio esto, medio el otro, puedes hacer un cálculo de cuanto me cuesta el metro cúbico, cuántos metros cúbicos estoy gastando si riego con manguera y cuántos metros cúbicos gasto si riego con un sistema automático, con un sistema de riego presurizado, que hay que decirlo que es un sistema de riego presurizado de operación automática, entonces haces los cálculos si te puedes ayudar de un economista para que te vea el retorno y demás, si te lo pide el cliente por supuesto, claro que sí, sobre todo hay que ver el tema de costos de metros cúbicos, no sé si ustedes van a trabajar con plantade tratamiento.</p>
<p>15. ¿Qué tipo de automatización de riego a presión recomendaría implementar para las áreas verdes de una urbanización?</p>	<p>D: Por último, ¿Que automatización recomendaría para áreas verdes de una urbanización?</p> <p>M: A ojos cerrados, de decodificadores porque sé que las urbanizaciones ahora van a crecer, además son medias amorfas no, pero hay que pedirle al cliente antes de decidir, “osea”, tú ya tienes una idea pre concebida pero antes de decidir, para la etapa uno vas a trabajar con una solacisterna con una sola fuente de agua o esa fuente de agua va a utilizar para la zona una, dos y tres, ya cuantos metros cuadro de área vas a tener acá, allá y allá, allá en el otro lado con cuánto vamos a contar y todo eso se puede unir porque se puede poner un controlador acá, según cuántos metros cuadrados de césped o cuántos parques vayamos a tener o qué recorrido va a tener, podemos poner un controlador aquí y podemos poner un controlador en el otro lado, si es que está muy lejos y luego podemos adicionar como en los campos de golf, un software y para que el administrador pueda ver en tiempo real como está regando, en la noche alguien pueda ver cómo está regando o se vea un falla que una válvula no se regó, eso se puede complementar, todo eso se puede ir complementando, eso es lo que nos permite, ese sistema con decodificadores complementar.</p> <p>D: Es escalable, pues, ¿no?, ¿puedo ir aumentado? M: Exacto.</p> <p>D: Bueno Ingeniera, han sido todas las preguntas, no sé si tiene algunas palabras finales o quiera agregar algo adicional.</p> <p>M: Bueno, que haya más ingenieros como tú, que le den la importancia de vida a las áreas verdes, porque es increíble, yo trabajo en obras en edificios donde hacemos techos verdes ahora es casi un imperativo hacer techos verdes porque les trae muchos beneficios económicos y municipales, entonces es importante a la jardinería ponerle plantas autóctonas, ósea es trabajar de la mano con</p>

«Continuación»

	<p>el paisajista, el agrícola, el agrónomo es un tema interdisciplinario, eso es importante, no porque yo sé la última automatización de la vida, voy a dejar de darle mis consejos al agrícola o paisajista o al fulano o revisar los planos, porque si no, lo que yo diseñe no va a funcionar, eso es importante, ósea es el trabajo en equipo, por ejemplo, los proyectos que hacemos nosotros, yo hablo con el sanitario, con el electricista, con el arquitecto, con el paisajista con el estructural cuando trabajamos en un edificio, todos trabajamos juntos porque tenemos que llevar eso adelante, eso es lo único que me gustaría que sepan y ahorrar el agua, cuanto más ahorremos, más tenemos para otras personas.</p> <p>D: Listo Ingeniera, muy amable, gracias por su tiempo. M: Ok, de nada Denis, cualquier cosa estamos aquí paraayudarnos.</p>
--	---

**Anexo 7: Plano de distribución del cable de automatización y ubicación de los accesorios del sistema**

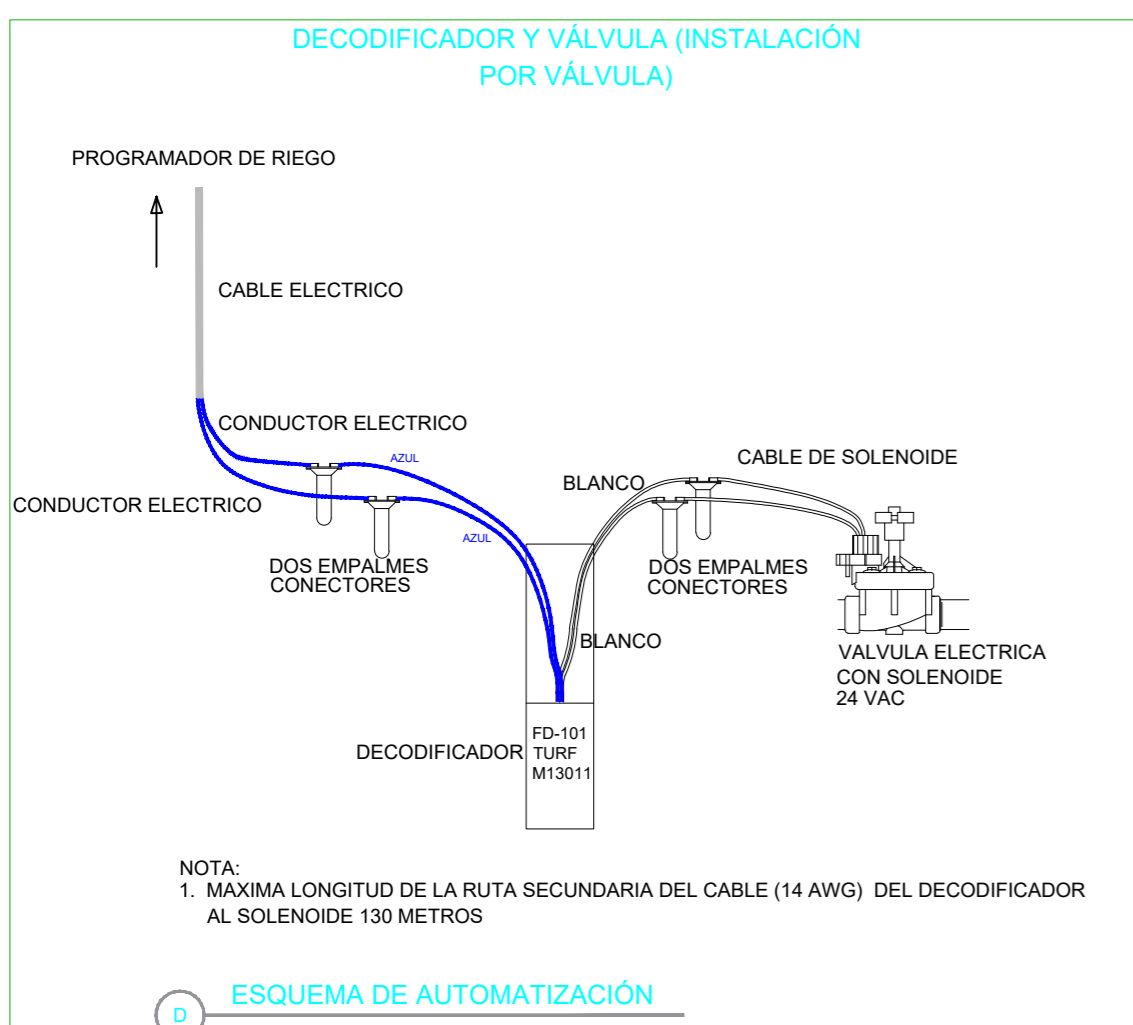
# AUTOMATIZACIÓN DE SISTEMA DE RIEGO - URBANIZACIÓN SAN ANTONIO DE MALA



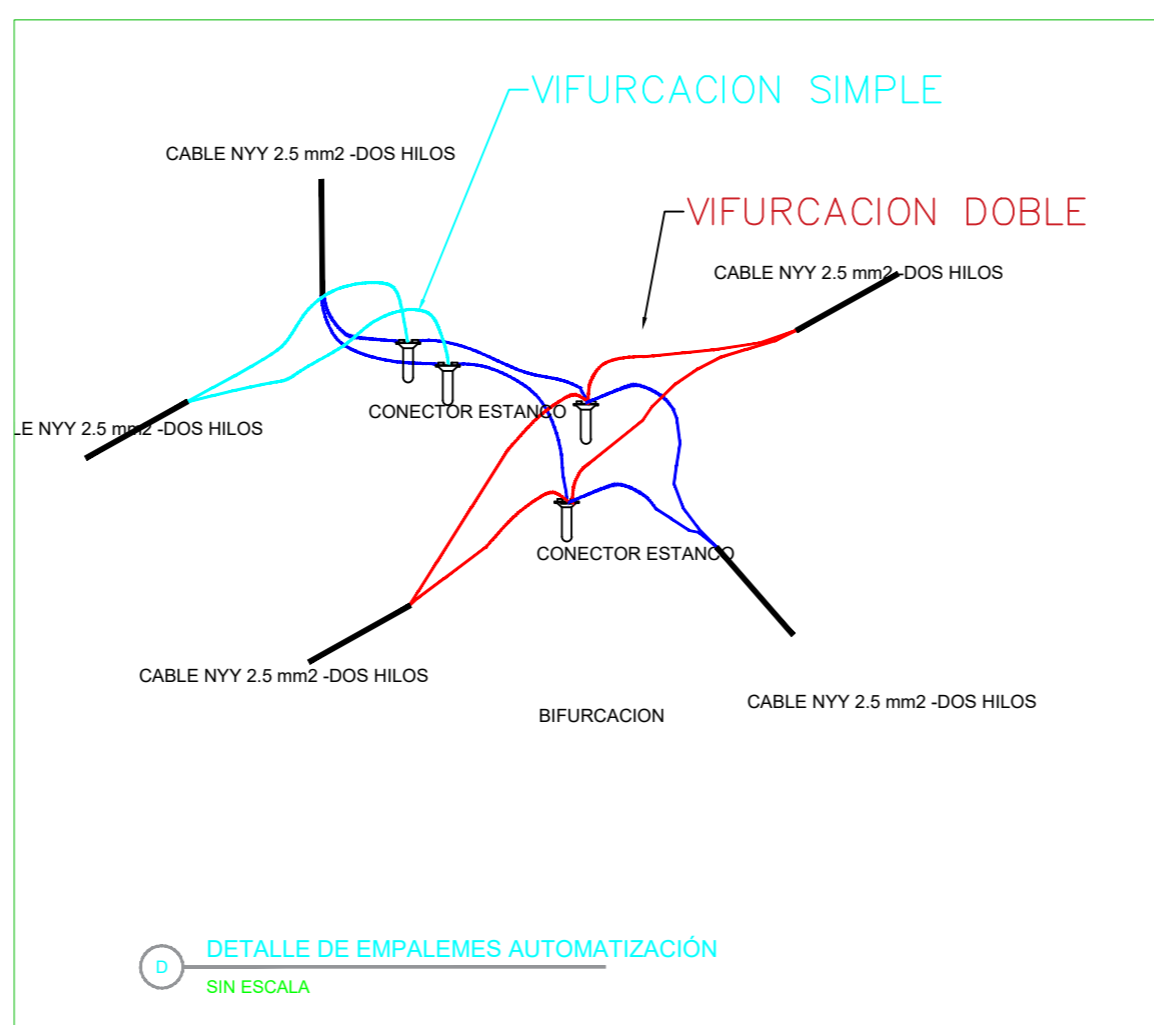
### LEYENDA

<span style="color: red;">—</span>	CABLE NYY 2X2.5mm <sup>2</sup> - instalado
<span style="color: blue;">—</span>	CABLE NYY 2X2.5mm <sup>2</sup> - por instalar
<span style="color: purple;">—</span>	CABLE NYY 2X2.5mm <sup>2</sup> - proyección
	DECODIFICADOR TURF FD-401
	DECODIFICADOR TURF FD-102
	DECODIFICADOR TURF FD-101
	DECODIFICADOR TURF SD-210
	VÁLVULA MAESTRA + MEDIDOR DE CAUDAL

### DETALLE DE INSTALACION DE VALVULAS Y DECODIFICADORES



### DETALLE DE INSTALACION DE CABLES



### URBANIZACIÓN SAN ANTONIO DE MALA

NOMBRE DEL PLANO AUTOMATIZACIÓN ALÁMBRICA EN EL PROYECTO SAN ANTONIO DE MALA	
ELABORADO DENIS HUAMANI Q.	EDICION DENIS HUAMANI Q.
FECHA OCTUBRE 2022	ESCALA: 1/2
UBICACIÓN DISTRITO: MALA PROVINCIA: CAÑETE DEPARTAMENTO: LIMA	LAMINA <span style="font-size: 2em;">L-01</span>