

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA



TESIS

**“INTERNET DE LAS COSAS (IoT) EN UN SISTEMA AUTÓNOMO
DE RIEGO POR GOTEO Y EL ESTRÉS HÍDRICO EN LAS ZONAS
AGRÍCOLAS, PERÚ 2022”**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
ELECTRÓNICO**

AUTORES:

Bach. BAZÁN RIVERA ELWIN ANTENOR

Bach. MARIÑOS DE LA VEGA DENNIS JORDY

Bach. PAPA PERAUNA ALVARO EDUARDO

ASESOR: Dr. Ing. FERNANDO MENDOZA APAZA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Callao, 2022
PERÚ

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
ACTA PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL POR LA MODALIDAD
DE TESIS SIN CICLO DE TESIS

A los 20 días del mes de mayo 2022 siendo las 8:30 Horas se reunió el Jurado Examinador de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica conformado por los siguientes Docentes Ordinarios de la Universidad Nacional del Callao (Resolución **DECANAL N°050 -2022-DFIEE**).

M.Sc. Ing. ABILIO BERNARDINO CUZCANO RIVAS	Presidente
Mg. Ing. JORGE ELIAS MOSCOSO SANCHEZ	secretario
Mg. Lic. ANTENOR LEVA APAZA	Vocal
Msc. Ing CARLOS HUMBERTO ALFARO RODRÍGUEZ	Suplente

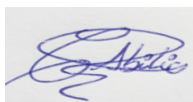
Con el fin de dar inicio a la exposición de Tesis de los señores Bachilleres.

BAZAN RIVERA, ELWIN ANTENOR, MARIÑOS DE LA VEGA, DENNIS JORDY y PAPA PERAUNA, ALVARO EDUARDO quienes habiendo cumplido con los requisitos para obtener el Título Profesional de Ingeniería Electrónica tal como lo señalan los Arts. N° 12 al 15 del Reglamento de Grados y Títulos, sustentarán la Tesis Titulada

“INTERNET DE LAS COSAS (IoT) EN UN SISTEMA AUTÓNOMO DE RIEGO POR GOTEO Y EL ESTRÉS HÍDRICO EN LAS ZONAS AGRÍCOLAS, PERÚ 2022”, con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la exposición, considerando lo establecido en los Art. N° 14 y 17 del Reglamento de Grados y Títulos dado por Resolución N° 047-92-CU, en el Capítulo N° 06, corresponde al otorgamiento del Título Profesional con Tesis, efectuadas las deliberaciones pertinentes se acordó:

Dar por **Aprobado** Calificativo **Bueno** nota: 14 (catorce) a los expositores **BAZAN RIVERA, ELWIN ANTENOR, MARIÑOS DE LA VEGA, DENNIS JORDY y PAPA PERAUNA, ALVARO EDUARDO** con lo cual se dio por concluida la sesión, siendo las 9:20 horas del día del mes y año en curso.

Es copia fiel del folio N°190 Del Libro de Actas de Sustentación de Tesis de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica – UNAC.



.....
PRESIDENTE

M.Sc. Ing. ABILIO BERNARDINO CUZCANO RIVAS



.....
SECRETARIO

Mg. Ing. JORGE ELIAS MOSCOSO SANCHEZ



.....
VOCAL

Mg. LIC ANTENOR LEVA APAZA



.....
SUPLENTE

MSc. Ing. CARLOS HUMBERTO ALFARO RODRIGUEZ

HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO

MIEMBROS DEL JURADO

M.Sc. Ing. ABILIO BERNARDINO CUZCANO RIVAS	:	Presidente
Mg. Ing. JORGE ELIAS MOSCOSO SANCHEZ	:	Secretario
Mg. Lic. ANTENOR LEVA APAZA	:	Vocal
M.Sc. Ing. CARLOS HUMBERTO ALFARO RODRÍGUEZ	:	Suplente
Dr. FERNANDO MENDOZA APAZA	:	Asesor

DEDICATORIA

A nuestra familia por su apoyo y comprensión en todo el recorrido de nuestra carrera universitaria.

AGRADECIMIENTOS

A los docentes de la facultad de Ingeniería Electrónica de la Universidad Nacional del Callao por su constante apoyo y exigencia educativa.

INDICE

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
1.1. Realidad Problemática.....	7
1.2. Formulación del Problema	7
1.3. Objetivos	8
1.4. Justificación.....	9
1.5. Limitantes de la Investigación.....	10
II. MARCO TEORICO	11
2.1. Antecedentes: Internacionales y Nacionales.....	11
2.2. Bases Teóricas	16
2.3. Teorías relacionadas con el tema.....	37
2.4. Definición de Términos básicos	39
III. HIPOTESIS	41
3.1. Hipótesis.....	41
3.2. Definición Conceptual de Variables.....	41
3.2.1. Operacionalización de Variables.....	42
IV. DISEÑO METODOLOGICO	42
4.1. Tipo y diseño de Investigación.....	42
4.2. Método de Investigación	44
4.3. Población y muestra	44
4.4. Lugar de Estudio	46
4.5. Técnicas e Instrumentos para la Recolección de la Información, Validez y Confiableidad.....	46
4.6. Análisis y procesamiento de Datos.....	48
4.7. Aspectos Éticos	50
V. RESULTADOS.....	51
VI. CONCLUSIONES	65
VII. RECOMENDACIONES	66
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67
IX. ANEXOS.....	70
Matriz de Consistencia	70

TABLA DE FIGURAS

Figura 1 Los nodos de IoT	16
Figura 2. Firmware opensource node MCU 32	17
Figura 3. Red integrada con Mosquito	17
Figura 4. Brokers utilizados en MQTT	18
Figura 5. Diagrama de Brokers utilizados en MQTT.....	19
Figura 6. Sensor para la medición de temperatura dth22	19
Figura 7. Sensor para la medición de temperatura fc-28.....	20
Figura 8: Diagrama general del sistema.....	20
Figura 9. Usuarios y dispositivos conectados a la red.....	21
Figura 10. Clasificación de tipos de datos de manera jerárquica	24
Figura 11. Modelo de dos rayos	29
Figura 12. Ciclo del riego del sistema.....	31
Figura 13. Etapas de diseño.....	32
Figura 14. Etapa de control de bombeo.....	33
Figura 15. Etapa de fuerza de bombeo	33
Figura 16. Topología	34
Figura 17. Enlace a Internet	35
Figura 18. Distribución de agua en regadíos.....	36
Figura 19. Recopilación de valores en el sector 1.....	54
Figura 20. Grafica Humedecimiento del Área 1 con marcadores de tiempo	56
Figura 21. Grafica Humedecimiento del Área 2 con marcadores de tiempo.	57
Figura 22. Mediciones en campo de la potencia media y de los coeficientes.....	59

TABLA DE TABLAS

Tabla 1: Imagen para describir los tipos de datos en la plataforma de Ubidots	25
Tabla 2: Cuentas en plataforma de Ubidots.....	26
Tabla 3: Operacionalización de las Variables	42
Tabla 4: Mediciones de la zona 1 realizadas el día 10/03/22	55
Tabla 5. Resumen de los resultados obtenidos el día 10/03/22.....	55
Tabla 6: Sondeo de las mediciones en el Área 2 realizadas el 11 de marzo del 2022.....	56
Tabla 7: Resumen de los resultados obtenidos el día 11/03/22.....	57
Tabla 8: Sondeo de la potencia de transmisión entre distancias.....	58
Tabla 9: Valores obtenidos de los cálculos Log distance.	63
Tabla 10: Corroboración de datos en el modelo de propagación de Log normal Shadowing ...	64

RESUMEN

Es claro que todo el sector agrícola tomará mayor importancia en los próximos años. La agricultura en el mundo y a nivel local es un objetivo principal dentro de nuestras ocupaciones, pero vemos que esta área afecta a otro elemento como lo es el agua, ya que estudios del medio ambiental indican que se extrae hasta un 75% de agua para su uso en agricultura.

En las siguientes décadas, los países en crecimiento tendrán la necesidad de ampliar las hectáreas hasta por 120 millones adicionales para la siembra de cultivos y de esta forma cubrir las necesidades de los habitantes.

Esto trae como consecuencia el aumento de tierras que pueden cultivarse (hasta 15% más de lo actual) pero genera un mayor consumo de agua provocando su escasez.

Es notable la reducción de agua consumible en estos últimos años y es preocupante porque esto afecta a una gran parte de la población, alrededor de 45% de la población global.

Ahora gracias al uso de la tecnología y al IOT o Internet of Things, impulsa en desarrollo sostenible para el sector en cuestión.

Internet de las cosas nos brinda herramientas para alcanzar mejoras en el sector agrícola y tener metas concretas de mejora progresiva complementando los beneficios sociales y económicos.

La perspectiva de IoT en los siguientes años abarca el análisis de nuevos métodos de aplicación de herramientas, por ende, tenemos una propuesta o prototipo de sistema de riego totalmente automatizado con el objetivo de minimizar el estrés hídrico, generar una mejor y mayor producción de cultivos y actualizar los sistemas de riego existentes a nivel nacional.

Palabras clave: Tecnología IOT, , sistema de riego, estrés hídrico, desarrollo sostenible

ABSTRACT

It is clear that the entire agricultural sector will take on greater importance in the coming years. Agriculture in the world and at the local level is a main objective within our occupations, but we see that this area affects another element such as water, since environmental studies indicate that up to 75% of water is extracted for its use in agriculture.

In the following decades, the growing countries will have the need to expand the hectares by up to 120 additional million for planting crops and thus cover the needs of the inhabitants.

This brings as a consequence the increase of land that can be cultivated (up to 15% more than the current one) but it generates a greater consumption of water causing its scarcity.

The reduction in consumable water in recent years is remarkable and it is worrying because this affects a large part of the population, around 45% of the global population.

Now thanks to the use of technology and the IOT or Internet of Things, it promotes sustainable development for the sector in question.

The Internet of things provides us with tools to achieve improvements in the agricultural sector and have concrete goals for progressive improvement, complementing the social and economic benefits.

The perspective of IoT in the following years includes the analysis of new methods of application of tools, finally, we have a proposal or prototype of a fully automated irrigation system with the aim of minimizing water stress, generating better and greater crop production. and upgrade existing irrigation systems nationwide.

Keywords: IOT technology, irrigation system, water stress, sustainable development

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Realidad Problemática

Perú es uno de los 30 países clasificados mundialmente con la problemática de escasez de agua. Donde la agricultura toma protagonismo al ser usuario del mayor consumo de agua con porcentajes de 80% de lo disponible para cubrir un área de 129 522 560 ha, donde la costa se lleva el 12% y donde existe más posibilidades de sequías.

Con pocas lluvias y ambientes secos, la costa tiene solo la posibilidad de adquirir agua mediante el riego. Por este motivo, el uso eficiente del agua es una necesidad para crear un mejor entorno productivo agrícola. Es por eso que la investigación actual está buscando soluciones innovadoras que permitan un seguimiento y análisis de datos rápidos y en tiempo real y mejorar nuestra gestión de recursos disponibles.

Lo que sucedió fue que nos preguntamos cómo la implementación de un sistema de IoT podría mejorar la optimización de agua minimizando el estrés hídrico, y basados en estos puntos formulamos nuestro problema de investigación.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

P.G.1 ¿De qué manera el internet de las cosas en un sistema autónomo de riego por goteo permitirá la reducción del estrés hídrico en las zonas agrícolas, Perú 2022?

1.2.2. Problemas Específicos

P.E.1. ¿De qué manera la selección dimensionamiento de las diferentes propiedades , electromecánicas que requiere el sistema autónomo de bombeo permitirá la reducción del estrés hídrico de las zonas agrícolas del Perú 2022?

P.E.2. ¿De qué manera la evaluación del costo de implementación del prototipo comparando precios permitirá la reducción del estrés hídrico en las zonas agrícolas, Perú 2022?

P.E.3. ¿Cómo la selección de una plataforma de internet de las cosas nos permitirá integrar un sistema de riego autónomo para la reducción del estrés hídrico en las zonas agrícolas, Perú 2022?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

O.G.1 Desarrollar un prototipo usando el internet de las cosas en un sistema autónomo de riego por goteo que permita la reducción del estrés hídrico en las zonas agrícolas, Perú 2022.

1.3.2. Objetivos Específicos

O.E.1 Determinar la selección y dimensionamiento de las diferentes características eléctricas, electrónicas que requiere el sistema de bombeo para reducir el estrés hídrico de las zonas agrícolas, Perú 2022.

O.E.2 Realizar la evaluación del costo de implementación del prototipo comparando precios para reducir el estrés hídrico de las zonas agrícolas, Perú 2022

O.E.3 Seleccionar una plataforma de internet de las cosas que integre el sistema de riego autónomo que permita reducir el estrés hídrico de las zonas agrícolas, Perú 2022.

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación Teórica

Según (Hernández, 2015) señala que “la justificación teórica se da cuando el objetivo de la investigación es generar reflexión y debate académico sobre el conocimiento existente, confrontar una teoría contrastando resultados, hacer una epistemología del conocimiento existente o cuando busca mostrar las soluciones de un modelo.

Por lo dicho por el autor, este trabajo tiene una base teórica ya que desarrolla teorías y conceptos que pretenden ampliar el conocimiento sobre el Internet de las Cosas y su relación con la reducción del estrés hídrico, lo que puede ser la base o ser contrario a estudios posteriores.

1.4.2. Justificación Práctica

Según (Bernal, 2012) señala que “se debe dar una justificación fáctica cuando el desarrollo de la investigación ayuda a resolver un problema o al menos sugiere estrategias que, al ser aplicadas, contribuirán en parte a la solución del problema.

Por lo expuesto por el autor, el presente trabajo tiene como razón práctica que desarrolla una solución con la aplicación de tecnología acorde a la relación entre las variables del Internet de las Cosas y el estrés hídrico, reduciendo el estrés hídrico directo en zonas agrícolas.

1.4.3. Justificación Metodológica

Según (Bernal, 2012) “la justificación metodológica de la investigación se da cuando el proyecto que se emprende propone un nuevo método o una nueva estrategia para generar conocimiento válido y confiable.

Por lo dicho por el autor, este estudio tiene una fuerte base teórica, ya que propone una solución confiable con una estructura completa, respondiendo a las nuevas tendencias tecnológicas, que harán disminuir el estrés hídrico en las zonas agrícolas.

1.5. Limitantes de la Investigación

1.5.1. Límites de la Investigación

Según (Ávila, 2001), “Una investigación queda limitada al dejar el estudio de alguna característica del problema por cierta razón. Donde queda justificada la limitación por una razón relevante”.

Por lo dicho por el autor, la falta de investigación a nivel nacional en ocasiones limita un análisis exhaustivo del estado actual del desarrollo de IoT y su papel en la reducción del estrés hídrico en el Perú.

1.5.2. Delimitaciones de la Investigación

Según (Sabino, 1986), “Habrá que hacer una discriminación en términos de tiempo y espacio, situando nuestro problema en un contexto definido y homogéneo”.

De lo expuesto por el autor, mis delimitaciones son las siguientes:

Delimitación Espacial

La delimitación espacial de mi proyecto de investigación son los equipos de gestión remota del sistema de riego por goteo de las zonas agrícolas, que comprende el suelo que está siendo monitoreado.

Delimitación Temporal

El presente trabajo de investigación se está realizando en el mes de febrero del 2022 y tendrá una duración de 1 año y 6 meses, lo cual será insuficiente para realizar una evaluación completa de todas las configuraciones, protocolos y plataformas existentes que puede tener el sistema de IoT y como cada uno de estos pueden mejorar el estrés hídrico.

Delimitación Social

En el presente trabajo de investigación se está trabajando con IoT para disminuir el estrés hídrico y mejorar la gestión del agua beneficiando a las zonas rurales y urbanas desérticas del Perú.

II. MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes: Internacionales y Nacionales

ANTECEDENTES INTERNACIONALES

(Ortiz Cáceres, 2021) en su trabajo de tesis titulado “Desarrollo de un prototipo de sistema de riego automatizado para procesamiento, monitoreo y análisis de datos usando lógica difusa en tiempo real e IoT para optimizar el uso del agua aplicada en cultivos” con el objetivo de obtener el título de ingeniero de sistemas, desarrolló un prototipo de sistema de riego automatizado. Usando la lógica de algoritmos y el IoT en tiempo real para el análisis de datos y su aplicación en cultivos, incluidas varias revisiones de libros y apoyo de profesionales en el área para la creación del proyecto.

Finalmente, en este trabajo recomendamos enfocarse en la variable de entrada y observar el desarrollo de los cultivos ya que los recursos hídricos dependen de esto.

Por lo dicho por el autor, es importante darse cuenta de que es importante adoptar nuevas tecnologías relacionadas con el monitoreo del consumo de agua con las que los empleados puedan interactuar en tiempo real, en tiempo real, lo que me permite referenciar mi investigación.

(Sebastián Cantalejo, 2020) en su trabajo de tesis titulado “ Desarrollo de la agricultura de precisión” para la obtención de su título profesional de ingeniero electrónico industrial que tuvo como enfoque investigar el desarrollo tecnológico en el área agrícola actualmente, utilizando una metodología exploratoria que evalúa todo problemas que pueda presentar y los pros que se puedan agregar, el impacto económico, social y medioambiental, finalmente en este trabajo se recomienda a los interesados el desarrollo de nuevas compañías con enfoque en la agricultura moderna, abarcando tantas posibilidades de innovación como sean posibles.

De lo expuesto por el autor, es importante reconocer y estudiar el proceso evolutivo de la implantación de nuevas tecnologías y su impacto en la producción agrícola como resultado de la modernización, este hecho me permite tomar referencia para el estudio de mi variable. “IoT”

(Girolimito, 2013) en su tesis titulada “Assessment of Water Stress and Factors Afecting It Using Remote Seded Information” para Doctorado en Ingeniería.

Referente a los Recursos Hídricos, para crear dos puntos de estrés hídrico con base en evaporación relativa, con una estructura sencilla y sin realizar análisis de datos de la zona. Utilizando un enfoque cuantitativo en el que los indicadores de EH de los cultivos se usan con sistemas de riego cuya finalidad es mejorar el rendimiento productivo de la zona de cultivo con el uso justo de agua, en última instancia, es recomendable incluir datos de humedad de la tierra de cultivo en capturas hechas por radar y medidas de temperatura por sensores pasivos.

De lo dicho por el autor, es importante reconocer el logro de indicadores para una mayor precisión al momento de analizar el estrés hídrico en un área en particular, este hecho me permite retomar el estudio de sus variables.

(Lal Rajoura, 2020) en su tesis titulada “Desarrollo de una Red de Sensores Inalámbricos para Monitoreo Agrícola para el Internet de las Cosas (IoT)” para una Maestría en Ingeniería Aplicada y Gestión de las Comunicaciones, que tiene como objetivo recopilar y monitorear información relacionada con la planta condiciones de crecimiento fuera y dentro del invernadero, utilizando un enfoque cualitativo empírico, donde trabaja en ingeniería de sistemas y software de control de procesos. Configurando el sistema de monitoreo agrícola, mientras se prueba el equipo a partir de información operativa en tiempo real y datos históricos, al final de este trabajo se recomienda en el caso de monitoreo en áreas grandes y medianas, de forma más robusta que un dispositivo conectado directamente a la nube o a un servidor IoT.

Por lo que dijo el autor, es importante darse cuenta del impacto del diseño del sistema y el control de la recopilación de datos por parte de los nodos de sensores en el crecimiento de los cultivos, y este hecho me permite volver a referirme a mi investigación cambiante.

ANTECEDENTES NACIONALES

(Lucas Quispe, 2018) en su disertación titulada “Efectos del Estrés Hídrico por Demanda Hídrica en las Poblaciones de la Cuenca del Río Huertas, Bajo la Unidad Hidrológica Alto Huallaga 2019” para la Carrera de Ingeniería en Evaluación Ambiental para evaluar el estudio de la escasez de agua debido al alto consumo de agua de parte de los pobladores en la cuenca huertas en el alto Huallaga.

Utiliza el método descriptivo científico. Con el fin de informar las razones y características de demanda de agua que ocasiona el estrés hídrico.

Se recomienda enfocar la investigación estimando el grado de escasez en unidades hidrográficas y así generar un buen servicio y comprender mejor el uso y provecho del agua en nuestra sociedad.

Por lo que ha mencionado el autor, debemos darnos cuenta de que es importante considerar las necesidades de agua de las personas y su impacto en el estrés hídrico para gestionar mejor el agua, hecho que me permite volver a referirme a mi cambiante estudio. presión del agua

(Landa Vega & Oquelis Guerrero, 2020) en su trabajo de tesis titulado “Desarrollo de un controlador agrícola para Agricultura de Precisión con LoRaWAN para banano y mango orgánico” para la obtención de su título en Ingeniería industrial que tuvo como punto fundamental el uso de IoT en el área agrícola, usando comunicaciones tecnológicas de largo alcance, ya que el área agrícola tiene como característica el uso de amplias extensiones geográficas, utilizando una metodología mixta, es decir, tanto cuantitativo como cualitativo, pues se desarrolla sobre información recolectada por diversas fuentes. Además, es cualitativo y experimental porque tiene como requisito implementar un controlador agrícola, finalmente en este trabajo se recomienda el uso de un dispositivo controlador que se vincule con un sistema de riego moderno logrando tener un mayor control y automatización de este.

Por lo expuesto, es importante reconocer que la recolección de información mediante IoT permite definir los requerimientos tecnológicos para un mejor control del crecimiento de banano y mango orgánico, este hecho me permite tomar referencia para el estudio de mi variable “IoT”.

(Mora Magallanes & Rosas Pari, 2019) en la investigación para su tesis titulada “Diseño, desarrollo e implementación de una red de sensores inalámbricos (wsn) para el control, monitoreo y toma de decisiones aplicado en la agricultura de precisión basado en internet de las cosas (iot). – caso de estudio cultivo de frijol” para la obtención de su título en

Ingeniería electrónica que tuvo como objetivo desarrollar una red de sensores wireless y realizar su respectivo monitoreo para describir la planta de Frijol y así poder controlar con precisión y decidir las acciones necesarias en la zona, utilizando una metodología de aplicativa de corte con la intención del control práctico y también en uso del enfoque mixto, para lograr la integración total de estos enfoques sea cualitativo o cuantitativo, finalmente en este trabajo se recomienda utilizar variedades de sensores de luminosidad, de pH, con el fin de monitorear, por ejemplo, la acidez existente en los cultivos.

Por lo expuesto, es importante reconocer que el IoT permite una mejor decisión y tener un registro de actividades que pueden ser vistas de manera remota en cualquier momento, este hecho me permite tomar referencia para el estudio de mi variable "IoT".

(Lal Rajora, 2020) en su trabajo de tesis titulado "Implementación de un sistema de monitoreo remoto y de control para la mayor eficiencia en un cultivo de tomates

cherry por hidroponía en sustrato preparado, en el cono sur de arequipa" para titularse como ingeniero Electrónico que tuvo como prioridad desarrollar un sistema que permita controlar y monitorear los tomates del tipo cherry cuando se están cultivando usando técnica de hidroponía en sustrato en el departamento de Arequipa, utilizando una metodología que incluyo la recolección de información, construcción del sistema de monitoreo de cultivo de tomates, implementación de los sensores y por último el análisis de la productividad de los tomates cherry con el sistema implementado, finalmente en este proyecto se recomienda que se den la capacitación correspondiente al personal como primer punto, ya que es importante que sepan cómo funciona todo el sistema para evitar y disminuir errores, logrando una mejor toma de datos y estudio de variables.

Por lo expuesto, es importante reconocer que el internet de las cosas aumenta la eficiencia en el desarrollo de los cultivos debido a que además de monitorear puede controlar los actuadores de riego y mantener en buenas condiciones la zona de cultivo, este hecho me permite tomar referencia para el estudio de mi variable "IoT".

2.2. Bases Teóricas

Internet de las cosas

- **Nodo IoT**

Un nodo IoT es una pieza de hardware que contiene un sensor que transmite información detectada a los usuarios o cualquier otro dispositivo a través de Internet. Los nodos de IoT se integran en equipos industriales, instrumentos móviles médicos, sensores inalámbricos y más (Ramasamy & Kadry, 2021).

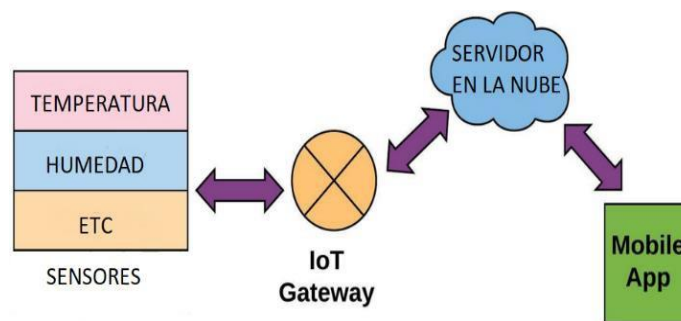


Figura 1 Los nodos de IoT

A continuación, se describen algunas tecnologías IoT

- **ESP-WROOM-32-Wifi+Bluetooth**

Es un sistema de bajo consumo de energía y bajo coste que dispone de un firmware open source node MCU 32 rico en funciones de conectividad wi-fi y bluetooth integrada para una amplia gama de aplicaciones.

ESP32 está muy bien compuesto con switch de antena en su interior, componentes que hacen que la potencia se amplifique y otro que recibe cortos ruidos, filtros y por último componentes de mando de energía.



Figura 2. Firmware open source node MCU 32

- Eclipse Mosquito

El eclipse mosquito es un agente de mensajes de código abierto ligero y es adecuado para su uso en todos los dispositivos desde ordenadores de baja Potencia de placa única a servidores completos con el software mosquito se puede realizar la implementación de un Broker MQTT (Ortiz Cáceres, 2021).

Eclipse permite conexiones de aplicaciones cliente MQTT, Mosquitto tiene un puente que le permite conectarse a otros servidores MQTT, incluidas otras instancias de Mosquitto. Esto permite construir redes de servidores MQTT, teniendo la posibilidad de enviar mensajes MQTT desde algun punto de la red a cualquier otro destino, dependiendo de la configuración de los puentes.

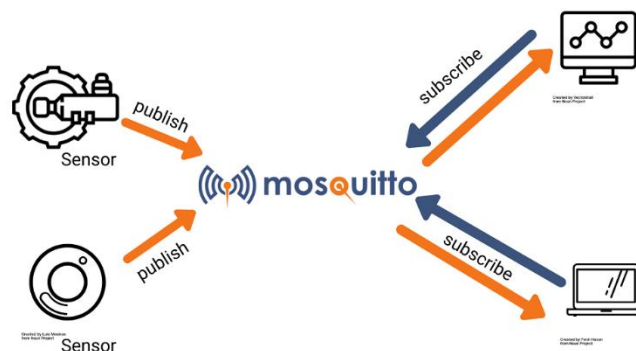


Figura 3. Red integrada con Mosquito

- MQTT

Es un protocolo de mensajería que soporta la comunicación asíncrona entre las partes, escalable en entornos de red no confiables que utilizan un modelo de publicación y suscripción.

En el Protocolo MQTT, participan tres entidades principales:

- La primera entidad es el editor.

El editor recopila datos de varias fuentes, como sensores implementados en máquinas o dispositivos portátiles, sensores móviles integrados, etc. Los editores publican datos sobre un tema en particular llamado tópico.

- La segunda entidad es el suscriptor.

El suscriptor se suscribe específicamente al tema sobre el cual el editor publica datos. El suscriptor puede ser una aplicación móvil o un panel de usuario.

- La tercera entidad es el Broker o el Servidor.

El Broker dispersa los mensajes a los clientes de acuerdo con la elección del tema que eligieron. Algunos Brokers utilizados en MQTT son: Mosquitto, Adafruit, hiveMQ (Inga Morocho & Pozo Iñamagua, 2019).

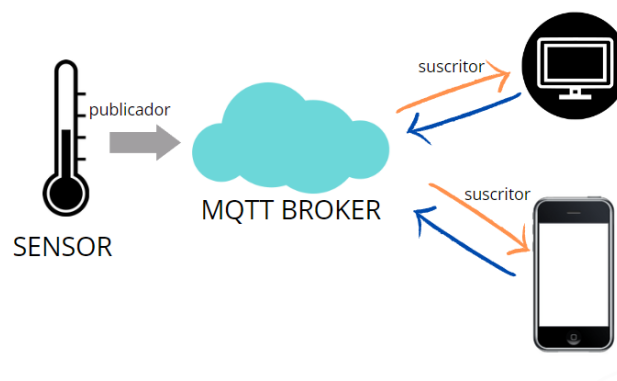


Fig 4. Brokers utilizados en MQTT

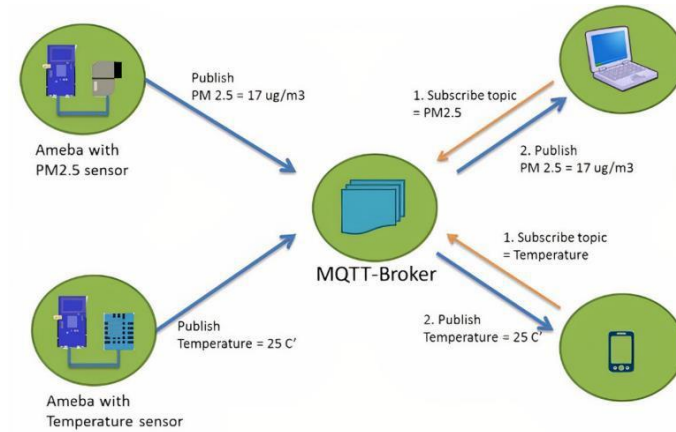


Figura 5. Diagrama de Brokers utilizados en MQTT

- Estrés Hídrico

El método del índice de estrés hídrico del cultivo (CWSI, por sus siglas en inglés), es una medida de la transpiración que ocurre en una planta en el tiempo de medición, mediante el registro de la temperatura de la planta y el déficit de presión de vapor del agua (López López, Arteaga Ramírez, Vázquez Peña, López Cruz, & Sánchez Cohen, 2009).

- Sensor de temperatura dth22

Sensores de temperatura hay muchos, pero uno bastante famoso que funciona bien y tiene un precio bastante ajustado es el DHT22. Este sensor permite medir temperatura y humedad proporcionándonos una señal digital fácil de manejar con nuestro ESP 32.

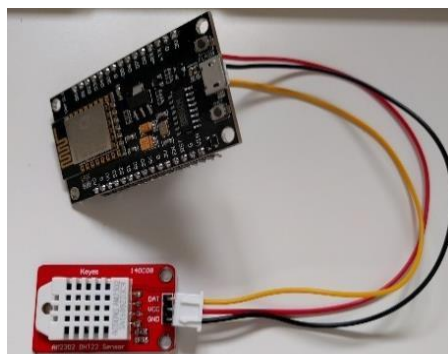


Figura 6. Sensor para la medición de temperatura dth22

- **Sensor de temperatura fc-28**

Sensor de humedad de Suelo FC-28 permite medir de forma sencilla la humedad del suelo por medio de 2 electrodos resistivos. Compatible con Arduino, PIC, ESP8266/NodeMCU/NodeMCU-32. El sensor es ideal para monitorear el nivel de humedad de tus plantas y así recordar cuando necesitan ser regadas.

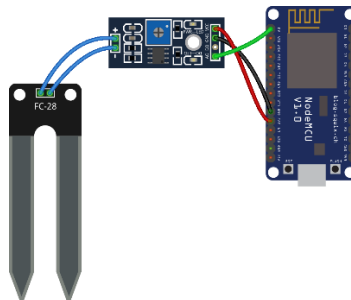


Figura 7. Sensor para la medición de temperatura fc-28

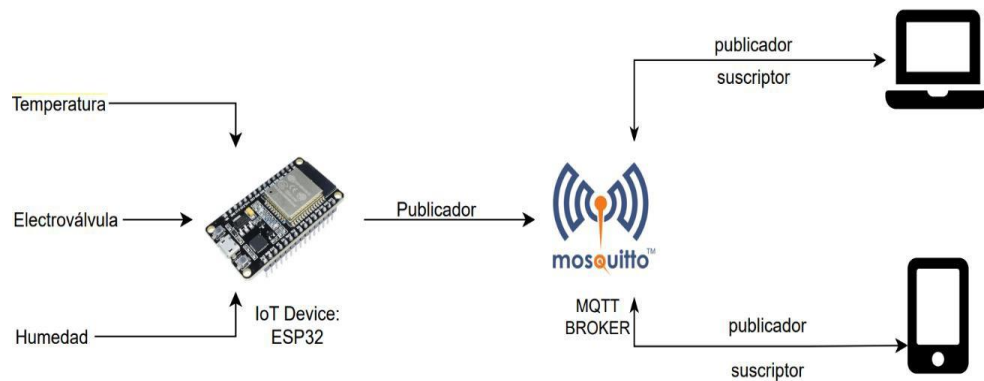


Figura 8. Diagrama general del sistema

Internet of things se propone a fines de los años 90, estudiado en laboratorios de investigación de frecuencias de radio y todo el uso de dispositivos electrónicos como sensores para mejorar su aplicación.

En los años 2000 muchos millones de personas ya vivían conectadas a la red. Esto conllevaba que paralelamente se desarrollasen y produjeran muchos dispositivos portátiles para la comunicación efectiva. Equipos como celulares, que eran fundamentales para la comunicación a larga distancia.

Por este motivo, el enfoque en el desarrollo del internet de las cosas fue dando pasos para llegar a disfrutar mejoras tecnológicas como mayor velocidad de conexión, mejoras en el ancho de banda, etc.

Veamos un ejemplo de relación entre cantidad de personas de dispositivos por en un intervalo de tiempo.

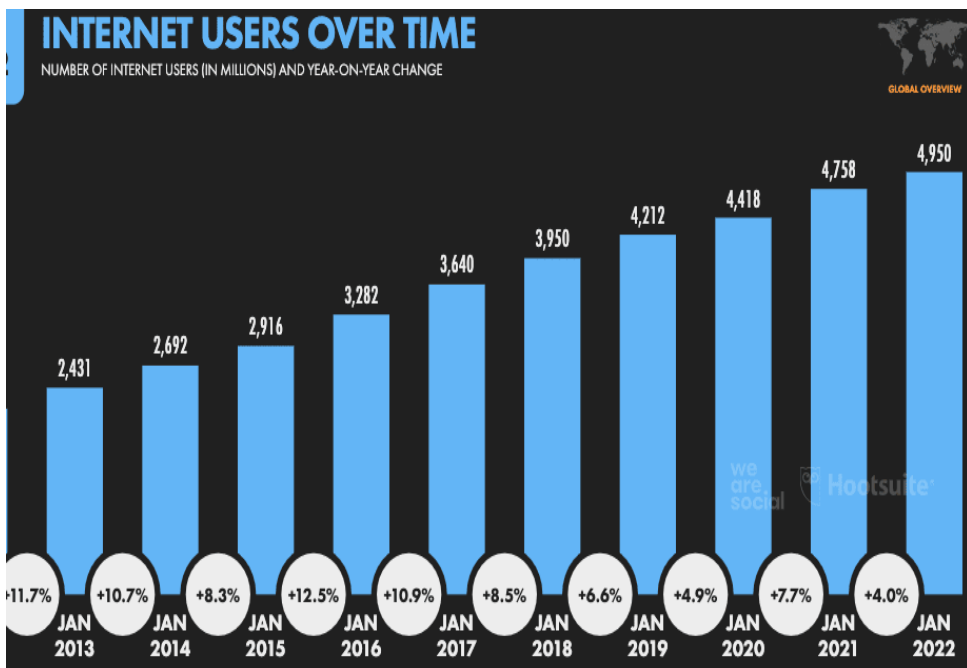


Figura 9: Usuarios y dispositivos conectados a la red

Fuente: <https://marketing4ecommerce.mx/usuarios-de-internet-mundo/>

Referencia de Protocolos de Comunicación

MQTT

Gracias a este software, podemos usar complementos de hardware mínimos (de bajas prestaciones) para obtener datos de manera eficiente. Esta capacidad del protocolo nos permite trabajar con mayor rendimiento, mejor hardware y mejoras de encriptación de datos como seguridad de todo el proceso. Muy recomendable en proyectos con toma de datos de sensores y creación de aplicaciones.

AMQP

Este protocolo permite a los dispositivos desarrollar comunicación entre varias aplicaciones con diferentes topologías y habilita la comunicación por suscripción.

Múltiples compañías usan este protocolo por la forma en la que trabaja.

Uso destacado para el desarrollo de comercio y permite configuraciones como limitar la información por bloqueo. Buen desempeño en finanzas y encriptación y reconocimiento por SASL.

OPC UA

En español, Arquitectura Unificada de Comunicaciones de Plataforma Abierta. Protocolo open source con enfoque a la automatización industrial. Permite el intercambio de datos entre máquinas y sistemas.

La versión original, solo funcionaba en Windows. Ahora es multiplataforma y permite el desarrollo de dispositivos inteligentes. Trabaja bases de datos, mantenimiento predictivo y más.

Cuando dentro de una empresa existen islas aisladas, aquí entra a tallar el OPC UA, ya que permite conectarlas y analizar sus datos.

Útil para reducción de costos, minimización de errores y aceleración de todo tipo de procesos en tiempo real.

También integra datos de un sistema de visión, como la de producción en ERP. Permite el acceso a tablas de datos permitiendo su utilidad.

CoAP

Este es un protocolo de capa 7 desarrollado para equipos de red. Permite el reconocimiento de hyper text tranfer protocol o HTTP.

Permite recrear una interfaz web de fácil entendimiento, pero esta propenso a pequeños fallos de paquetes de datos al usar UDP.

XMPP

Es reconocido como protocolo de mensajería instantánea, con su primera versión desarrollada a finales de los años 90. Otro open source con nombre primario Jabber.

Si se desea enviar mensajes a otros es una buena opción, ya que aparte del envío rápido no proporciona encriptación de datos y conversaciones anónimas fuera de lo común.

Con gran estabilidad, fácil de aplicar y uso continuo en software moderno. Es muy parecido a lo que conocemos como correo electrónico, pero con diferentes recursos extra.

DDS

Este protocolo se reconoce por trabajar usando pair to pair para comunicarse. Nos permite reducir el retardo o técnicamente conocido como latencia.

Es escalable, seguro y facilita su entendimiento.

Su desarrollo se enfoca en el trabajo en tiempo real, como el monitoreo de redes empresariales, sistemas eléctricos, tráfico aéreo y puede ser usado por cualquier profesional ya que es un estándar abierto y es base para otros open source como GVA, NGVA, AutoSAR y otros más.

HTTP

Este protocolo permite la comunicación efectiva entre clientes o usuarios web con servidores. Descrita en el RFC 1945, da solución a las necesidades de un gran sistema como lo es la red mundial.

Trabaja con operaciones de solicitudes por los usuarios y respuesta en una conexión. Respuestas con datos similares con resultados y estado de la operación.

UBIDOTS

Desarrollado para el manejo de datos en proyectos IoT. Este procesa una gran cantidad de datos de la mano con un gran número de sensores implementados y por toda la data obtenida de los mismos. Enfocado en producción, facilita la creación de prototipos.

Si un sensor vinculado al Ubidots cambia su valor, entonces el software lo registra y crea un punto. Ubidots guarda esta información y las relaciona a variables sincronizando marcas de tiempo.

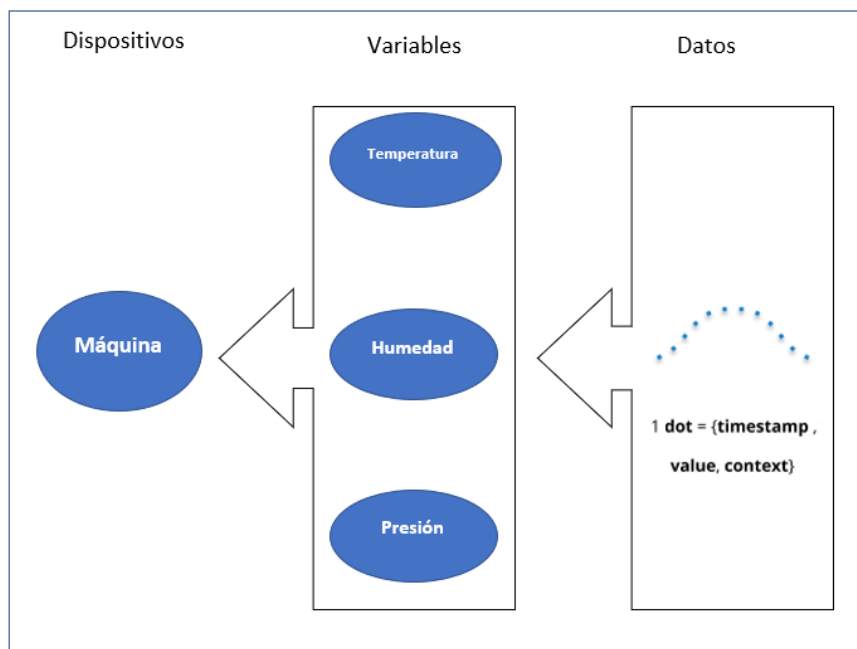


Figura 10. Clasificación de tipos de datos de manera jerárquica

Fuente Propia

Cada punto contiene estos ítems:

Tabla 1: Imagen para describir los tipos de datos en la plataforma de Ubidots

Ítem	Descripción	Obligatorio
Value	Floating point numeric value of up to 16 digits.	YES
Times-tamp	UNIX-like time format, in milliseconds. If specified, Ubidots will assign the value.	NO
Context	A collection of key-value pairs, mostly used to store latitude and longitude in GPS coordinates.	YES

Fuente: <https://ubidots.com/>

Series de tiempo

Se puede representarme de manera gráfica una serie de tiempo en la plataforma de Ubidots.

Protocolo de comunicación

La plataforma de Ubidots tiene como prioridad el tipo de protocolo usado sin importarle el tipo de hardware que se utilice. Protocolos como son el MQTT, HTTP, TCP, etc.

Protocolo TCP/UDP

Es uno de los más usados para la comunicación y transmisión de datos, reconocido como un estándar global.

Tiene compatibilidad con dispositivos variados, y sus beneficios está relacionado con el envío rápido de paquetes e información utilizando HTTP. Este protocolo utiliza un método muy interesante de confirmación, que garantiza que todos los paquetes que se quieren transmitir lleguen al destino de forma íntegra.

El protocolo UDP, de diferencia un poco de TCP. Este protocolo envía los paquetes de información más rápido, pero no garantiza que todos los datos lleguen al destino. Este protocolo se usa en transmisiones en vivo, por ejemplo, donde importa más que los datos lleguen rápido, pero con la posibilidad de tener algún ruido de imagen por no haber llegado la totalidad de los datos por alguna colisión o pérdida en el camino al destino.

Autenticación TCP

Usamos el puerto 9012 con Ubidots para la comunicación TCP/UDP.

Tabla 2: Cuentas en plataforma de Ubidots

Ubidots Account	URL
Educational	things.ubidots.com
Industrial	industrial.api.ubidots.com

Fuente: <https://ubidots.com/>

Como requisito para usar broker TCP o UDP, necesitas un token. Así que lo consigues en API Credentials.

Enviar datos

Para que la plataforma pueda procesar la información, ésta genera una estructura. Esta puede personalizarse contactando a Ubidots.

En esta estructura encontrarás campos como User-agent, token, device label, post, global-timestamp, etc.

Descripción de los campos:

Device-Label

Este campo permite dar datos de valores. En su ausencia, estos se crean en el software.

User-agent

Para reconocer una aplicación específica hacemos uso de este campo, su tipo de versión, etc.

Global-timestamp

Si se pone una variable que no tenga una marca de tiempo se utilizará esta misma para poder guardar los valores a ingresar. Será en una escala de tiempo de milisegundos.

Device-name

Si no se pone, el nombre del equipo será usado como 'device label'. Este parámetro es muy factible de poder usar cuando uno tiene un device label en su device MAC, y se desea mostrar un tipo de nombre más fácil al usuario final.

Ejemplo: calle 96- zona de supervisión, modulo 1.

Variable-label

Es la etiqueta de la variable donde se va a guardar el punto. Pero si esta no ha sido creada, entonces la plataforma de 'ubidots' originará una. Por Ejemplo: altitud, humedad del terreno.

Value

Se permite colocar el punto para poder establecer los números con un 'floating point' Ejemplo: 3.0008, 1

Valor de Contexto

Este es un dato alfanumérico estructural basado en datos anteriores. 5.2, 63,9, "Delta", "Beta".

Pérdida de propagación en comunicaciones Wireless

Cuando se tiene un modelo de propagación a pequeña escala, observamos detalles particulares como son fluctuaciones en las señales entre cambios de espacio muy reducidos y de cortos periodos.

Descripción de propagación sin pérdidas

Damos uso a este modelo cuando no existen obstáculos que obstruyan la trayectoria de transmisor/receptor.

Siendo más precisos, este modelo se aplica en espacio libre sin ningún elemento a excepción del equipo que transmite y en receptor, ya que, si existiera cualquier elemento extra en el trayecto, crearía rutas alternativas de reflejo.

Ecuación de Potencia de Recepción

$$P_R = \frac{P_T * G_T * G_R \lambda^2}{(4\pi)^2 * d^2}$$

Ecuación 01

En la ecuación tenemos variables como P_T (w), P_R (w), G_T (db), G_R (db), λ (nm), d (m). Estas corresponden a Potencia de transmisión, potencia de recepción, amplificación de Tx, aumento de recepción de antena Rx, distancia abarcada por la onda, longitud desde Tx a Rx respectivamente.

Esquema de propagación de dos rayos

Hacemos uso del trayecto directo entre Tx/Rx, después usamos el trayecto que se forma al reflejarse la onda al tocar tierra. Se debe tomar en consideración una plataforma plana.

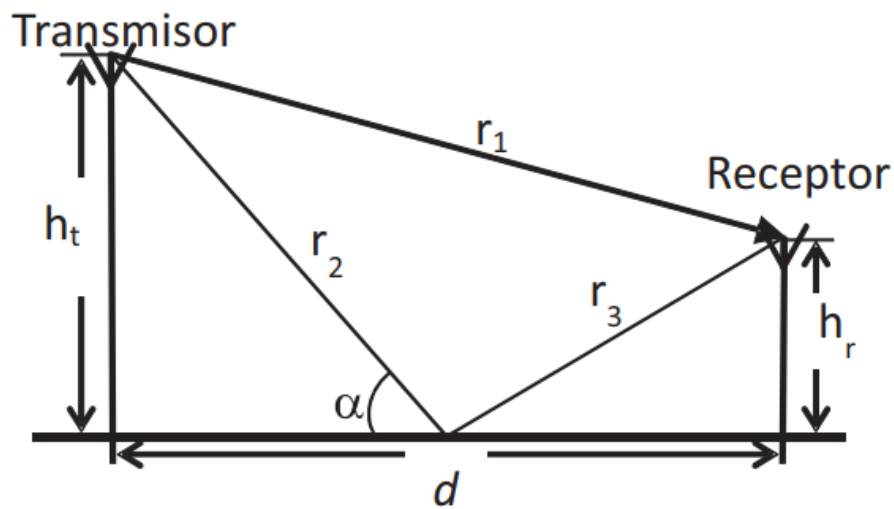


Figura 11. Modelo de dos rayos

Fuente: Jairo Beltrán, José Fermín y María Hernández, Comparación de los modelos de propagación electromagnética implementados en la telefonía móvil, pág. 308.

$$P_R = P_T * G_T * G_R * \frac{h_t^2 * h_r^2}{d^2}$$

Ecuación 02

$$PL = 40 \log(d) - 10(\log(G_t) + \log(G_r) + 2\log(h_t) + 2\log(h_r))$$

Ecuación 03

Modelo de pérdida de ruta

Si hacemos la combinación de resultados y mediciones de campo, podremos observar que la señal tiende a una reducción logarítmica cuando la distancia entre Tx/Rx es mayor. Definida en la siguiente ecuación: Modelo de pérdida de ruta

Si hacemos la combinación de resultados y mediciones de campo, podremos observar que la señal tiende a una reducción logarítmica cuando la distancia entre Tx/Rx es mayor. Definida en la siguiente ecuación:

$$PL(prom) = PL(d_0) + 10n * \log\left(\frac{d}{d_0}\right)$$

Ecuación 04

En esta ecuación tenemos variables como PL(prom), n, PL(d0), donde cada una significa la depreciación de información en el trayecto, promedio de depreciación, extravío de datos y distancia referida respectivamente. Se debe tomar en cuenta que, al incrementar la frecuencia, n aumenta, pero decae cuando aumenta la altura de antena.

Log shadowing normal

Ya tenemos entendido que los modelos que son deterministas son el de dos rayos y el log distance. También sabemos que, al analizar las pérdidas en la trayectoria, éstas serán en el apartado simétrico y radial.

Se debe tomar en cuenta existirán pérdidas de acuerdo al ambiente, esto será reflejado de manera aleatoria.

Si hacemos un análisis de potencia en transmisión, no tendremos un valor esperado en relación con la distancia logarítmica, y para evitarlo, entremos que adicionar una estructura estadística. Ya tenemos entendido que los modelos que son deterministas son el de dos rayos y el log distance.

También sabemos que, al analizar las pérdidas en la trayectoria, éstas serán en el apartado simétrico y radial.

Se debe tomar en cuenta existirán pérdidas de acuerdo al ambiente, esto será reflejado de manera aleatoria.

Si hacemos un análisis de potencia en transmisión, no tendremos un valor esperado en relación con la distancia logarítmica, y para evitarlo, entremos que adicionar una estructura estadística.

$$PL(d) = PL(d_0) + 10n * \log\left(\frac{d}{d_0}\right) + X_\sigma$$

Ecuación 05

χ_σ se presenta como una variable aleatoria distribuida gaussiana.

Descripción de prototipo

Para dar uso a nuestro prototipo, es requisito haber instalado mangueras, reservorio de agua, y tuberías. Esto con el fin de realizar la distribución de riego.

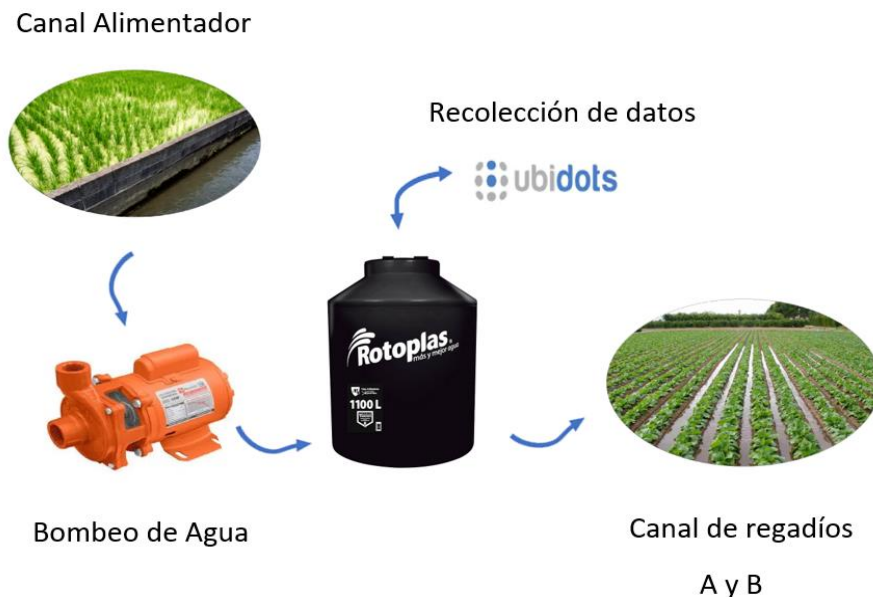


Figura 12. Ciclo del riego del sistema

Fuente Propia

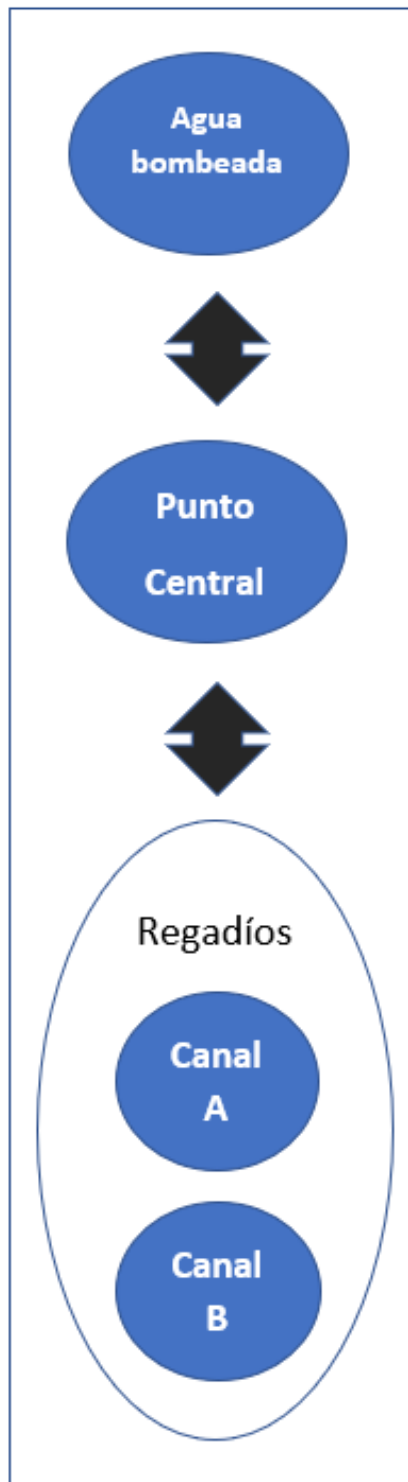


Figura 13. Etapas de diseño.

Fuente Propia

Etapa de bombeo de agua

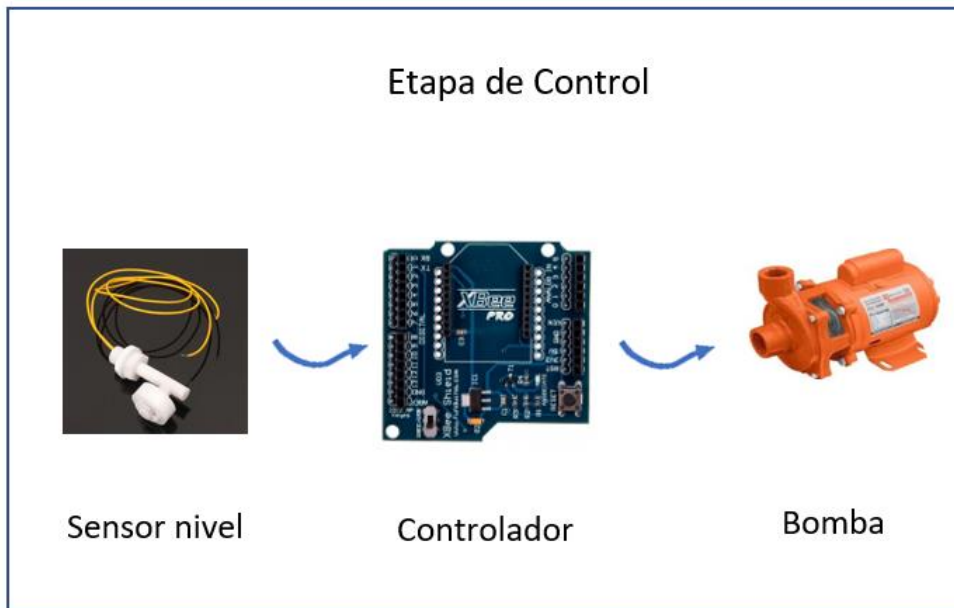


Figura 14. Etapa de control de bombeo.

Fuente Propia

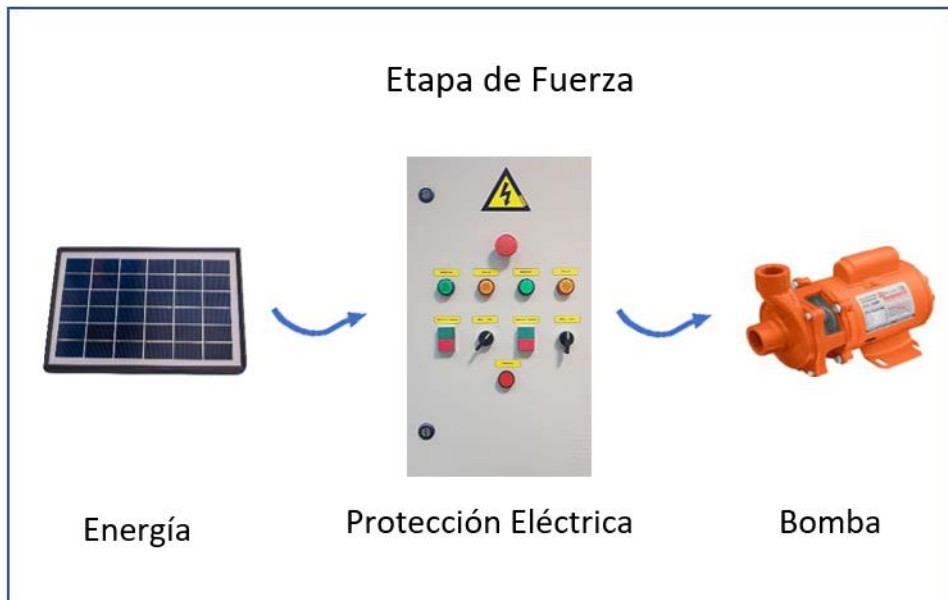


Figura 15. Etapa de fuerza de bombeo.

Fuente Propia

Diagrama de captación y transmisión de datos

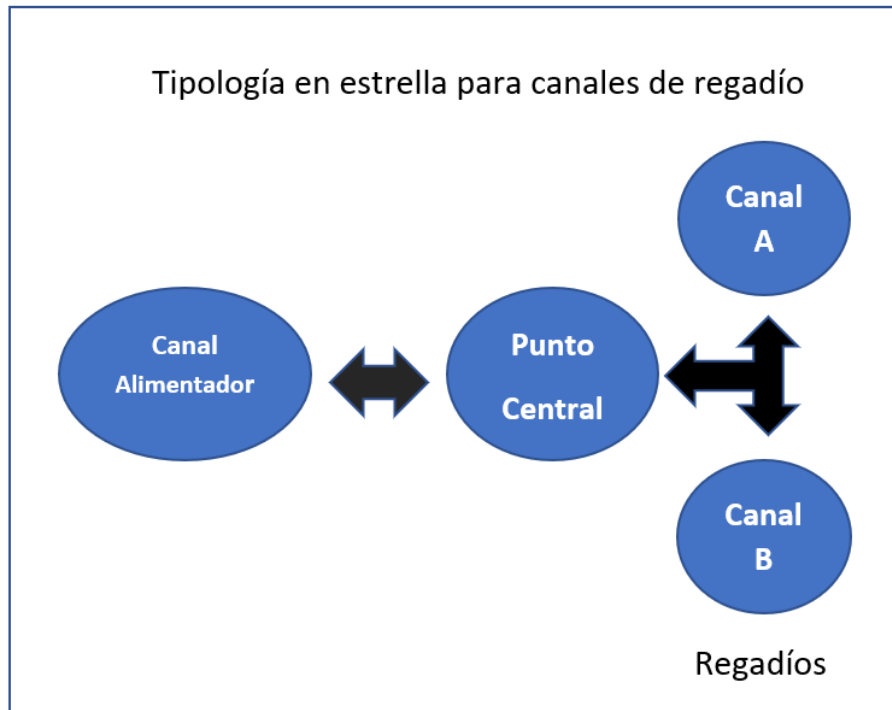


Figura 16. Topología

Fuente Propia.



Figura 17. Enlace a Internet.

Fuente Propia.

Etapa de distribución y riego



Figura 18. Distribución de agua en regadíos.

Fuente Propia.

2.3. Teorías relacionadas con el tema

VARIABLE INDEPENDIENTE: INTERNET DE LAS COSAS (IoT)

Según (Ramasamy & Kadry, 2021), el Internet de las Cosas (IoT) se refiere a la etapa evolutiva de Internet, que conduce a la creación de una infraestructura global para la comunicación entre humanos y máquinas. Esto cambiará aspectos fundamentales de nuestras vidas, desde la atención médica hasta la manufactura, y desde la agricultura hasta la minería.

Según (Radouan Ait Mouha, 2021) IoT es la integración de las cosas con el mundo de Internet, agregando hardware y/o software para poder comunicarse entre sí y participar efectivamente en todos los aspectos de la vida diaria, permitiendo así nuevas formas de comunicación entre las personas y las cosas.

Según (Radwan Ait Moha, 2021) IoT es la integración de las cosas con el mundo de Internet, agregando hardware y/o software para poder comunicarse entre sí y participar de manera efectiva en todos los aspectos de la vida diaria posibilitando nuevas formas de comunicación entre las personas y las cosas.

Por lo expuesto por los autores, en el presente trabajo de investigación se verificará como el IoT realiza la recolección de información de las zonas de riego y como esto mejora la toma de decisión de los agricultores.

DIMENSIONES

D1: Monitoreo de suelo

Según (D E U N A Agricultura, 2014). “El monitoreo de las propiedades edáficas representa una herramienta imprescindible para prevenir y/o controlar procesos de degradación de los suelos, con impactos tanto sobre la productividad (...) de los cultivos como así también sobre el ambiente”

De lo expuesto por el autor, la dimensión monitoreo del suelo en nuestro trabajo de investigación permitirá realizar el seguimiento y análisis de los datos para ayudar a tomar mejores decisiones en la programación del riego, tales como el determinar la cantidad de agua a aplicar y cuándo aplicarla.

I1: Temperatura

I2: Humedad del suelo

VARIABLE DEPENDIENTE: ESTRÉS HIDRICO

Según (Valverde Otárola & Arias, 2020) “El estrés hídrico es una respuesta fisiológica de las plantas a la disminución del agua disponible en el ambiente, lo que incide en un desequilibrio entre la transpiración y la absorción de agua”.

Según (Wang, Hubacek, Shan, Gerbens-Leenes, & Liu, 2021) El estrés hídrico ocurre cuando la demanda de agua excede la cantidad disponible durante un período determinado o cuando la mala calidad restringe su uso.

Por lo expuesto, en el presente trabajo de investigación el estrés hídrico se produce en las plantas en respuesta a un ambiente escaso en agua, en donde la tasa de transpiración excede a la toma de agua.

DIMENSIONES

D1: GESTIÓN DEL AGUA

Según (Silva Rodriguez de San Miguel, 2014) “La gestión del agua se define como un modo de interacción social de diversos actores, para lo cual se emplean diferentes métodos, recursos y estrategias en torno a actividades de uso y distribución de agua”

Lo expuesto por el autor, la dimensión gestión del agua en nuestro trabajo de investigación permitirá confirmar si el riego de las plantas ha sido realizado en la cantidad y frecuencia adecuada.

I1: Tiempo de riego

I2: Cantidad de agua utilizada

2.4. Definición de Términos básicos

Sistema de riego por goteo: Es un sistema que dirige el agua directamente hacia las proximidades de las raíces de las plantas, de manera que se disminuye el desperdicio innecesario de agua,

Internet of Thing: Es una red de objetos físicos vehículos, máquinas, electrodomésticos y utiliza sensores y APIs para conectarse e intercambiar datos por internet.

Red de sensores inalámbricos: Son dispositivos de bajo coste y consumo (nodos) que son capaces de obtener información de su entorno, procesarla localmente, y comunicarla a través de enlaces inalámbricos hasta un nodo central de coordinación.

Message Queue Telemetry Transport: Es un protocolo de red abierto, ligero, de publicación y suscripción estándar OASIS e ISO que transporta mensajes entre dispositivos.

Application Programming Interface: Es un conjunto de definiciones y protocolos que permiten que sus productos y servicios se comuniquen con otros, sin necesidad de saber cómo están implementados.

Protocolo de Control de Transmisión: Es un protocolo que se encarga de crear conexiones entre sí para que se cree un flujo de datos.

Monitoreo remoto: Consisten en una unidad de transmisión inalámbrica y un equipo asociado, del cual se obtienen datos como son humedad, temperatura u otros parámetros.

Protocolo de Control de Transmisión: Es un protocolo que se encarga de crear conexiones entre sí para que se cree un flujo de datos.

Protocolo de comunicación IoT: Los protocolos de comunicación IoT son métodos de comunicación que protegen los datos intercambiados entre dispositivos conectados y garantizan una protección óptima.

III. HIPOTESIS

3.1. Hipótesis

3.1.2. Hipótesis General

H.G. El desarrollo de un prototipo usando el internet de las cosas y un sistema autónomo de riego por goteo permite la reducción del estrés hídrico de las zonas agrícolas, Perú 2022.

H0. El desarrollo de un prototipo usando el internet de las cosas y un sistema autónomo de riego por goteo no permite la reducción del estrés hídrico de las zonas agrícolas, Perú 2022.

3.1.3. Hipótesis Específica

H.E.1 La determinación de la selección y dimensionamiento de las diferentes características eléctricas, electrónicas que requiere el sistema de bombeo permite la reducción del estrés hídrico de las zonas agrícolas, Perú 2022.

H.E.2 Realizar la evaluación del costo de implementación del prototipo comparando precios permite la reducción del estrés hídrico de las zonas agrícolas, Perú 2022.

H.E.3 la selección de una plataforma de internet de las cosas para integrar el sistema de riego autónomo permite la reducción del estrés hídrico de las zonas agrícolas, Perú 2022.

3.2. Definición Conceptual de Variables

Variable 1: INTERNET DE LAS COSAS (IoT)

El Internet de las Cosas se compone principalmente de nodos de sensores inteligentes que gracias a su alta calidad y precisión permiten optimizar el monitoreo de todas las variables físicas que sean necesarias para la toma de decisiones.

Variable 2: ESTRÉS HIDRICO

El estrés hídrico es la situación que se produce cuando la demanda de agua supera la cantidad de la que se dispone.

3.2.1. Operacionalización de Variables

Tabla 3: Operacionalización de las Variables

Variable	Tipo de Variable	Operacionalización	Dimensiones	Indicadores
Estrés hídrico	Variable Dependiente	Se analiza la variación y la optimización del tiempo y el ahorro de agua en el regado de las zonas agrícolas y se realiza una comparación del antes y después.	Gestión del agua	Duración de regado Frecuencia del regado Cantidad de agua
IoT	Variable Independiente	Se monitorea de manera remota los parámetros que están relacionados a las condiciones físicas del suelo.	Monitoreo del suelo	Temperatura Humedad del suelo

IV. DISEÑO METODOLOGICO

4.1. Tipo y diseño de Investigación

TIPO DE INVESTIGACION: Investigación Aplicada

Según (Lozada, 2014) “al realizar una investigación aplicada el resultado de la investigación debe generar nuevo conocimiento y el resultado debe ser llevado al campo real para su uso.”

El presente trabajo de investigación es del tipo aplicado, pues se implementa una solución práctica utilizando los conocimientos producidos por las investigaciones básicas con aplicación directa a reducir el estrés hídrico en las zonas agrícolas.

DISEÑO DE INVESTIGACION: Experimental

Según **(Hernández et al., 2014)** “una investigación es tipo experimental es cuando se llega a manipular intencional una acción para analizar sus posibles resultados. Es decir, se busca que la variable independiente influya en la variable dependiente de manera favorable”.

El presente trabajo de investigación tiene un diseño experimental, pues se puede manipular la variable independiente y esto cambiara el resultado. Además, no existen factores externos que influyan directamente en el grupo experimental.

NIVEL DE INVESTIGACION: Explicativa

Según **(Arias, 2016)** “La investigación explicativa se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto. En este sentido, los estudios explicativos pueden ocuparse tanto de la determinación de las causas (investigación post facto), como de los efectos (investigación experimental), mediante la prueba de la hipótesis. Sus resultados y conclusiones constituyen el nivel más profundo de conocimientos”.

El nivel de la investigación es explicativo, pues se trata de identificar las causas que provocan el estrés hídrico y como las distintas plataformas de IoT pueden intervenir para reducirlo, mediante el monitoreo remoto, con el fin de tener efectos positivos sobre el uso del agua.

4.2. Método de Investigación

Según **(Tamayo, 2017)** menciono que “La metodología utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente, y confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente el uso de estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población.”

El trabajo de investigación utilizara un método de investigación hipotético - deductivo por que utilizara la recolección de datos con base en la medición numérica y el análisis estadístico sobre los fenómenos físicos en las plataformas de IoT, ira de un conocimiento general a uno específico para establecer patrones en el sistema de regado los cuales pueden ser analizados estadísticamente para verificar, aprobar o rechazar las relaciones entre las variables definidas operacionalmente, comprobando el resultado de mis hipótesis.

4.3. Población y muestra

Población

Según **(Quesada, 1988)** mencionó que “se nombrara población a cualquier grupo finito o infinito de individuos o elementos variados, perfectamente identificables sin ambigüedad”.

Según **(Hernández, Fernández y Baptista, 2014)** “Una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones”.

De lo expuesto, se tomó como población muestra a las zonas agrícolas que usan sistema de riego por goteo.

Muestra

Según **(Hernández, 2014)** menciona que “la muestra es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse y delimitarse de antemano con precisión, además de que debe ser representativo de la población”

(Castro, 2003) expresa que "si la población es menor a cincuenta (50) individuos, la población es igual a la muestra”.

De lo expuesto, la muestra a considerar es las zonas agrícolas con sistema de riego por goteo y con alto estrés hídrico.

Muestreo

Según **(Bernal, 2010)** menciona que “El método de muestreo es utilizado para estimar el tamaño de una muestra depende del tipo de investigación que desea realizarse y, por tanto, de las hipótesis y del diseño de investigación que se hayan definido para desarrollar el estudio.”

Según **(Bernal, 2010)** menciona que “La muestra es un subgrupo de elementos de una población selectos para participar en un estudio, de igual forma se puede decir que la muestra es la selección de una población que la puede representar, esto debido a la imposibilidad de conocer los gustos y las necesidades de todos, de esta forma es posible conocer a proporción las respuestas a las cuestiones planteadas.”

El tipo de muestreo empleado es el muestreo no probabilístico por conveniencia, pues se ha seleccionado la zona agrícola con alto estrés hídrico, en base al conocimiento y criterio del investigador.

La **Fórmula** para calcular el tamaño de mi muestra es la siguiente:

$$n = \frac{N \times Z_a^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_a^2 \times p \times q}$$

Ecuación 06

Donde

N = tamaño de la población (N =

100) Z = nivel de confianza

(Z=95%)

P = probabilidad de éxito, o proporción esperada

(p=50%) Q = probabilidad de fracaso (q=50%)

D = precisión (error máximo admisible en términos de proporción) (d=5%)

$$n = \frac{100 \times 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5}{0.05^2(100 - 1) + 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5} = 79.509$$

Ecuación 07

El tamaño de mi muestra será de 79 personas.

4.4. Lugar de Estudio

El presente estudio se realizará en las zonas agrícolas con alto estrés hídrico.

4.5. Técnicas e Instrumentos para la Recolección de la Información, Validez y Confiabilidad

4.5.1. Técnicas

Según (Arias, 2006) “las técnicas de investigación son las distintas maneras, formas o procedimientos utilizados por el investigador para recopilar u obtener los datos o la información.”

4.5.1.1. Encuesta

Para **(Trespalcios, Vázquez y Bello, 2015)** “las encuestas son técnicas de investigación descriptiva que precisan identificar a priori las preguntas a realizar, las personas seleccionadas en una muestra representativa de la población, especificar las respuestas y determinar el método empleado para recoger la información que se vaya obteniendo.”

4.5.2. Instrumentación

Según **(Sabino, 1996)** expone que “un instrumento de recolección de datos es, en principio, cualquier recurso de que pueda valerse el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos la información ().”

El instrumento que se utilizará para la presente investigación será el cuestionario.

4.5.3. Encuesta

Según **(Sampieri, 2003)** “el método utilizado para la realización de una investigación es la encuesta, la cual consiste en un conjunto de preguntas a una o más variable respecto a una o más variables a medir.”

❖ Cuestionario Virtual

El instrumento de Recolección de datos es necesario que sea aprobado en base al cumplimiento de criterios específicos para que estos puedan ser utilizados.

4.5.4. Validez

Según **(Rusque M., 2003)** “la validez representa la posibilidad de que un método de investigación sea capaz de responder a las interrogantes formuladas. La validez designa la capacidad de obtener los mismos resultados de diferentes situaciones.

La validez no se refiere directamente a los datos, sino a las técnicas de instrumentos de medida y observación, es decir, al grado en que las respuestas son independientes de las circunstancias accidentales de la investigación.”

La validez de un instrumento en nuestro trabajo de investigación realmente mide las variables que están en la matriz de operacionalización y que tiene que ser evaluado por un jurado de expertos.

4.5.5. Confiabilidad

Para **(Martín, 2008)** un instrumento de medición es del todo confiable si conseguimos exactamente el mismo resultado cuando repetimos la medición varias veces en condiciones equivalentes. Cuando más varíen los resultados, menos confiable es el instrumento de medición.

La confiabilidad de los instrumentos, que serán aplicados en la presente investigación titulada: “INTERNET DE LAS COSAS (IoT) EN UN SISTEMA AUTÓNOMO DE RIEGO POR GOTEO Y EL ESTRÉS HIDRICO EN LAS ZONAS AGRÍCOLAS, PERÚ 2022” deberán ser desarrollados utilizando el alfa de cronbach y la r de Pearson como señal de conformidad respecto a los datos que hemos tomado y obtenido.

4.6. Análisis y procesamiento de Datos

4.6.1. Método de Análisis de Datos

“El análisis de datos consiste en la realización de las operaciones a las que el investigador someterá los datos con la finalidad de alcanzar los objetivos del estudio. Todas estas operaciones no pueden definirse de antemano de manera rígida.

La recolección de datos y ciertos análisis preliminares pueden revelar problemas y dificultades que desactualizarán la planificación inicial del análisis de los datos. Sin embargo, es importante planificar los principales aspectos del plan de análisis en función de la verificación de cada una de las hipótesis formuladas ya que estas definiciones condicionarán a su vez la fase de recolección de datos." Según **(Kinneer y Taylor, 2002)**.

Según **(Arias, 2004)**, "en este punto se describen las distintas operaciones a las que serán sometidos los datos que se obtengan."

Inferencial: Estima parámetros (generaliza a la población) y prueba hipótesis. Comprende análisis paramétricos que comprende el coeficiente de correlación de Pearson, regresión lineal, prueba T, contraste de la diferencia de proporciones, análisis de varianza y análisis de covarianza. También el análisis no paramétrico que comprende el coeficiente de correlación de Spearman y Kendall, coeficiente de tabulación cuadrada, coeficiente de correlación no lineal y coeficientes de correlación en los que las variables tienen distintos niveles de medición, finalmente el análisis multivariado.

Descriptiva: Tablas o gráficos como tabla de frecuencia, grafico de barras, grafico de tortas, histogramas, diagrama de Pareto, diagrama circular, diagrama de caja; o Medidas de resumen como medidas de dispersión, medidas de posición central, medidas de posición no central, media armónica, varianza, desviación típica, asimetría, curtosis, frecuencias, etc.

Según lo expuesto por el autor, para el presente trabajo de investigación se va utilizar principalmente la herramienta de Microsoft Excel y el programa estadístico SPSS.

4.7. Aspectos Éticos

El trabajo de investigación titulado: "INTERNET DE LAS COSAS (IoT) EN UN SISTEMA AUTÓNOMO DE RIEGO POR GOTEO Y EL ESTRÉS HIDRICO EN LAS ZONAS AGRÍCOLAS, PERÚ 2022" ha tenido las siguientes consideraciones.

Académico: El contenido de la información es solo con fines académicos.

Objetivo: Los datos de esta investigación son analizados con criterios técnicos e imparcial.

Confiable: Porque la información proporcionada de la empresa Rennan SAC pertenece a su área de atención al cliente donde se manifiesta el interés de las personas sobre los proyectos de riego. La empresa se reserva el derecho a la propiedad intelectual.

Veracidad: Porque los resultados obtenidos no serán manipulados o alterados.

Originalidad: Según las Normativas de la Universidad Nacional del Callao, se citarán las fuentes bibliográficas a fin de evitar el plagio.

V. RESULTADOS

Consumo eléctrico del módulo de riego

El XBee s2c, así como el Arduino en su modelo nano forman la parte modular del regadío:

$$P = I \times V$$

$$P N^{\circ}1 = 5 \times 100 \times 10^{-3}$$

$$P N^{\circ}1 = 0.5W$$

Ecuación 08

Potencia del solenoide en modo de operación activo.

$$P N^{\circ}2 = 10 \times 0.5 = 5W$$

Ecuación 09

Potencia total en estado de riego.

$$P N^{\circ}3 = P1 + P2$$

$$P N^{\circ}3 = 0.5 + 6$$

$$P N^{\circ}3 = 6.50W$$

Ecuación 10

Potencia total en estado de no riego.

$$P N^{\circ}1 = 0.5W$$

Potencia de bombeo a conectar con el software Ubidots.

Las placas procesadoras Arduino y NodeMcu y también el controlador XBee s2c suman una potencia total de:

$$P N^{\circ}4 = Pot. Arduino + Pot. node + Pot. Xbee$$

$$P N^{\circ}4 = 5(100 + 80 + 45)10^{-3}$$

$$P N^{\circ}4 = 5 \times 225 \times 10^{-3}$$

$$P N^{\circ}4 = 1.125W$$

Ecuación 11

El total de potencia necesaria es 1.125W.

Potencia de la parte de control de bombeo:

El Potencia de Arduino y XBee s2c:

$$P N^{\circ}5 = Pot. Arduino tipo nano + Pot. Xbee$$

$$P N^{\circ}5 = 5(15 + 45) \times 10^{-3}$$

$$P N^{\circ}5 = 5 \times 60 \times 10^{-3}$$

$$P N^{\circ}5 = 0.30W$$

Ecuación 12

Potencia del relé en estado operativo (bomba ON).

$$P N^{\circ}6 = 12 \times 66.7 \times 10^{-3}$$

$$P N^{\circ}6 = 0.800W$$

Ecuación 13

Potencia total relé en estado operativo (bomba ON).

$$P N^{\circ 7} = P N^{\circ 5} + P N^{\circ 6}$$

$$P N^{\circ 7} = 0.30 + 0.80$$

$$P N^{\circ 7} = 1.10W$$

Ecuación 14

Potencia total relé en estado inoperativo (bomba OFF).

$$P N^{\circ 5} = 0.30W$$

Toma de valores en el sector 1

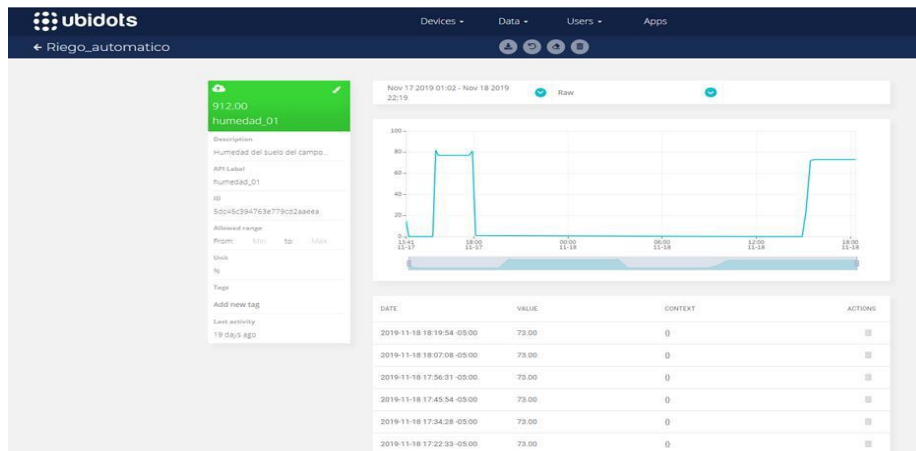
la primera área dispone de unos 15 árboles frutales regados a la vez.

El sensor de humedad se coloca en la primera planta a una profundidad de 20 cm, y este sensor

indicará cuando se riega la planta 1. El nivel de humedad debe estar en un nivel constante de 40%. El dispositivo instalado es un sensor Im393 de bajo precio.

Los resultados obtenidos se han almacenado en la base de datos de Ubidots.

Para obtener los valores de medición, se descarga un archivo en



ubidots.

imagen 19. Recopilación de valores en el sector 1

Fuente: www.ubidots.com

Todos los valores obtenidos el 10 de marzo del sector 1.

Tabla N° 4 : Sondeo de las mediciones en el Area 1 realizadas el 10 de marzo del 2022

Humedecimiento en el Área 1			
Fecha	Hora	Diferencia	Valor
10/03/2022	10:10:14		0
10/03/2022	10:25:10	00:14:56	0
10/03/2022	10:45:28	00:20:18	0
10/03/2022	11:10:02	00:24:34	0
10/03/2022	11:20:03	00:10:01	0
10/03/2022	11:35:02	00:14:59	0
10/03/2022	12:10:07	00:35:05	0
10/03/2022	12:36:01	00:25:54	0
10/03/2022	12:40:09	00:04:08	0
10/03/2022	13:08:02	00:27:53	0
10/03/2022	13:30:02	00:22:00	84.3
10/03/2022	13:42:07	00:12:05	86.7
10/03/2022	14:06:02	00:23:55	90.2
10/03/2022	14:15:04	00:09:02	90.3
10/03/2022	14:18:08	00:03:04	88.7
10/03/2022	14:35:25	00:17:17	88.7
10/03/2022	15:20:47	00:45:22	88.7
10/03/2022	15:30:02	00:09:15	88.8
10/03/2022	15:40:32	00:10:30	88.7
10/03/2022	16:10:12	00:29:40	88.7
10/03/2022	16:28:21	00:18:09	88.4
10/03/2022	16:39:30	00:11:09	88.4
10/03/2022	16:43:15	00:03:45	88.4

Fuente: www.ubidots.com

Tabla N°5 Resumen de los resultados obtenidos el día 10/03/2022

Caudal promedio	L/min	4.15
Consumo del agua promedio	L	400.43
Consumo del Agua por planta	L	30.45

Según la tabla N°4 , el sistema empieza a esparcir el agua por acción del solenoide 1, llegado las 13:30h se ha superado el limite(40%) desactivándose el sistema de regado.

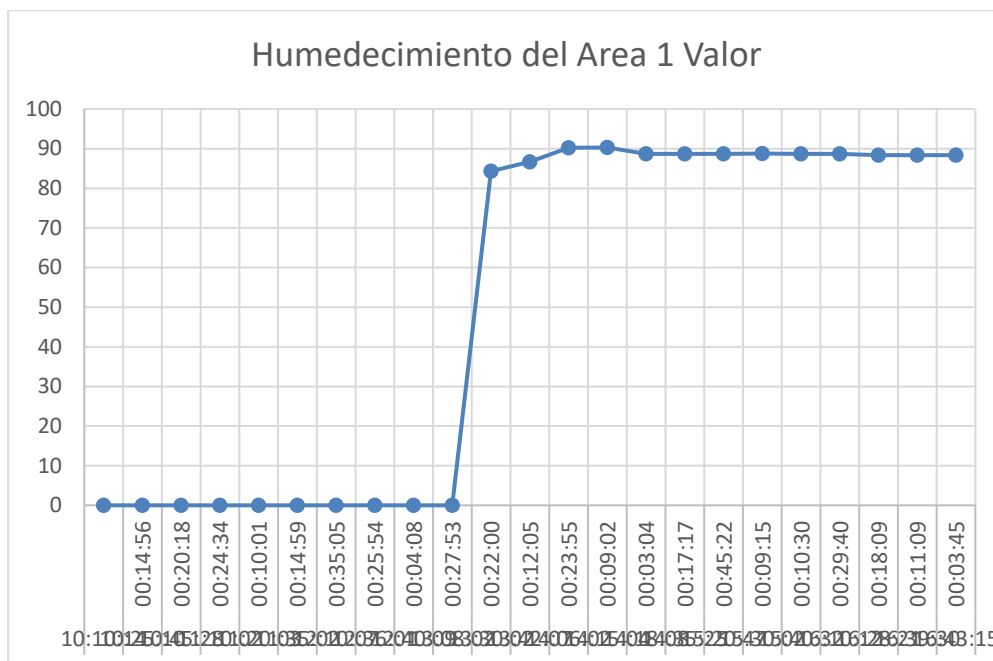


Figura 20 . Grafica Humedecimiento del Área 1 con marcadores de tiempo.

Fuente: www.ubidots.com

Valores obtenidos del sondeo en el Area 1 de riego, del día 10 de marzo del 2022

Tabla N°6: Sondeo de las mediciones en el Area 2 realizadas el 11 de marzo del 2022.

HUMEDECIMIENTO DEL ÁREA 2			
Fecha	Hora	Diferencia	Valor
11/03/2022	13:00:03		0
11/03/2022	13:15:45	00:15:42	0
11/03/2022	13:30:28	00:14:43	0
11/03/2022	13:45:20	00:14:52	0
11/03/2022	14:10:20	00:25:00	0
11/03/2022	14:28:15	00:17:55	0
11/03/2022	14:37:26	00:09:11	0
11/03/2022	15:14:45	00:37:19	0
11/03/2022	15:40:01	00:25:16	0
11/03/2022	15:54:09	00:14:08	0
11/03/2022	16:08:02	00:13:53	0
11/03/2022	16:30:02	00:22:00	90.1
11/03/2022	16:42:07	00:12:05	85.7
11/03/2022	17:10:02	00:27:55	89.3
11/03/2022	17:25:04	00:15:02	90.3
11/03/2022	17:30:08	00:05:04	87.2
11/03/2022	17:40:25	00:10:17	87.4
11/03/2022	18:02:47	00:22:22	87.5
11/03/2022	18:12:03	00:09:16	87.8
11/03/2022	18:22:42	00:10:39	87.5

11/03/2022	18:40:32	00:17:50	87.5
11/03/2022	19:10:10	00:29:38	87.5
11/03/2022	19:32:34	00:22:24	87.5
11/03/2022	19:42:36	00:10:02	87.6
11/03/2022	19:54:40	00:12:04	87.4

Fuente: www.ubidots.com

Tabla N°7 Resumen de los resultados obtenidos el día 11/03/2022

Caudal promedio	L/min	3.97
Consumo del agua promedio	L	389.35
Consumo del Agua por planta	L	27.62

Según la tabla N°6 a las 13:00h el sistema empieza a esparcir el agua por acción del solenoide 1, llegado las 16:30h se ha superado el límite (40%) desactivándose el sistema de riego.

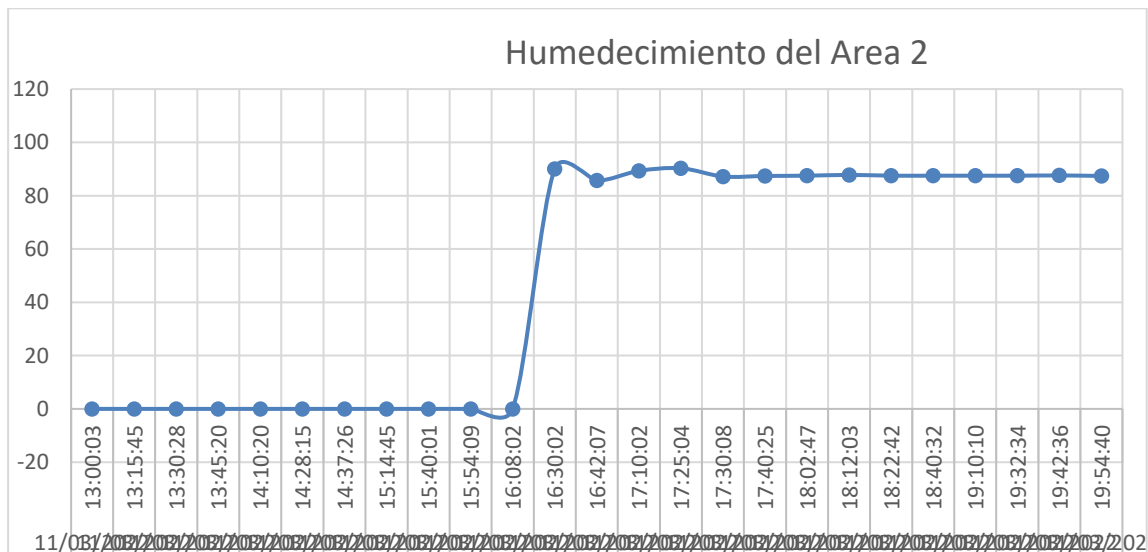


Figura 21. Grafica Humedecimiento del Área 2 con marcadores de tiempo.

Fuente: www.ubidots.com

El Perímetro de riego 2 incluye alrededor de 20 árboles frutales regados a la vez.

El sensor de humedad se coloca en la primera planta a una profundidad

de 15 cm, y este sensor indicará cuando se riega la planta 1. La humedad debe estar por encima del 40%. El sensor instalado en las 2 áreas es un sensor económico de buena calidad.

Se obtienen datos de las mediciones en la plataforma virtual de Ubidots, en donde es factible hacer la descarga de datos en formato XLSX(Excel).

Los cálculos de las mediciones en pérdidas por la dispersión en la red de sensores.

La corroboración de los datos obtenidos en los modelos de propagación de Log normal shadowing y log distance, en donde calcularemos los valores de sigma y de n óptima es el siguiente:

$$n_{opt} = \frac{d^{-2} \varepsilon(n)}{dn} = 0$$

Ecuación 15

Ecuación de sigma es:

$$\sigma = \sqrt{\varepsilon^2(n_{opt})[db]}$$

Ecuación 16

Tomando medidas entre distancias diferentes, escogiendo en d0, Para nuestro caso d0=1m

Tabla N°8 : Sondeo de la potencia de transmisión entre distancias.

Valores obtenidos de la potencia de transmisión en campo		
Distancia	Potencia Medida (Dbm)	Coefficientes (n)
1	-31.0	0.0
2	-36.0	-3.0
3	-38.9	-4.8
4	-41.0	-6.0
5	-42.6	-7.0
6	-43.9	-7.8
7	-45.0	-8.5
8	-46.0	-9.0

9	-46.8	-9.5
10	-47.6	-10.0
20	-52.6	-13.0
30	-55.5	-14.8
40	-57.6	-16.0
50	-59.2	-17.0

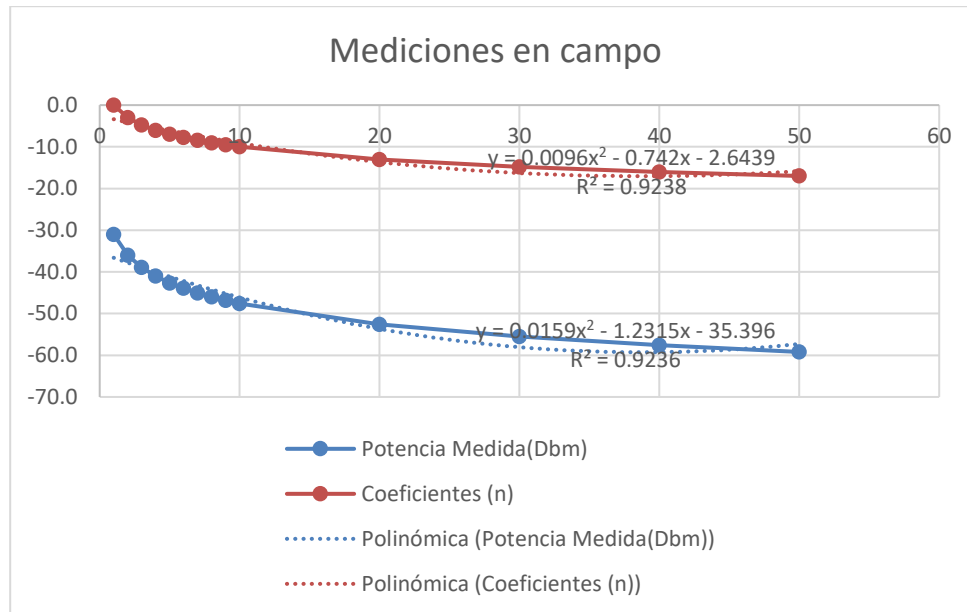


Figura 22 .
 Mediciones en campo de la potencia media y los coeficientes
 Fuente: datos obtenidos de Ubidots

Calculamos los coeficientes n:

$$PL(avg) = PL(d0) - 10n \log\left(\frac{d}{d_n}\right)$$

Ecuación 17

Para $d=1$, $d0=1$

$$PL(avg) = -31 - 10n \log\left(\frac{1}{1}\right)$$

Ecuación 18
 $PL(avg) = -31$

Para $d=2$, $d_0=1$

$$PL(avg) = -31 - 10n \log\left(\frac{2}{1}\right)$$
$$PL(avg) = -31 - 3.0n$$

Ecuación 19

Para $d=3$, $d_0=1$

$$PL(avg) = -31 - 10n \log\left(\frac{3}{1}\right)$$
$$PL(avg) = -31 - 4.8n$$

Ecuación 20

Para $d=4$, $d_0=1$

$$PL(avg) = -31 - 10n \log\left(\frac{4}{1}\right)$$
$$PL(avg) = -31 - 6.0n$$

Ecuación 21

Para $d=5$, $d_0=1$

$$PL(avg) = -31 - 10n \log\left(\frac{5}{1}\right)$$
$$PL(avg) = -31 - 7.0n$$

Ecuación 22

Para $d=6$, $d_0=1$

$$PL(avg) = -31 - 10n \log\left(\frac{6}{1}\right)$$
$$PL(avg) = -31 - 7.8n$$

Ecuación 23

Para $d=7$, $d_0=1$

$$PL(avg) = -31 - 10n \log\left(\frac{7}{1}\right)$$
$$PL(avg) = -31 - 8.5n$$

Ecuación 24

Para $d=8$, $d_0=1$

$$PL(avg) = -31 - 10n \log\left(\frac{8}{1}\right)$$
$$PL(avg) = -31 - 9.0n$$

Ecuación 25

Para $d=9$, $d_0=1$

$$PL(avg) = -31 - 10n \log\left(\frac{9}{1}\right)$$
$$PL(avg) = -31 - 9.5n$$

Ecuación 26

Para $d=10$, $d_0=1$

$$PL(avg) = -31 - 10n \log\left(\frac{10}{1}\right)$$
$$PL(avg) = -31 - 10.0n$$

Ecuación 27

Para $d=20$, $d_0=1$

$$PL(avg) = -31 - 10n \log\left(\frac{20}{1}\right)$$
$$PL(avg) = -31 - 13n$$

Ecuación 28

Para $d=30$, $d_0=1$

$$PL(avg) = -31 - 10n \log\left(\frac{30}{1}\right)$$
$$PL(avg) = -31 - 14.8n$$

Ecuación 29

Para $d=40$, $d_0=1$

$$PL(avg) = -31 - 10n \log\left(\frac{40}{1}\right)$$
$$PL(avg) = -31 - 16.0n$$

Ecuación 30

Para $d=50$, $d_0=1$

$$PL(avg) = -31 - 10n \log\left(\frac{50}{1}\right)$$

$$PL(avg) = -31 - 17.0n$$

Ecuación 31

Error cuadrático:

$$\begin{aligned} \varepsilon^2(n) = & (-31 - (0))^2 + (-36 - 3.0n)^2 + (-38.9 - (-31 - 4.8n))^2 \\ & + (-41.0 - (-31 - 6.0n))^2 + (-42.6 - (-31 - 7.0n))^2 \\ & + (-43.9 - (-31 - 7.8n))^2 + (-45.0 - (-31 - 8.5n))^2 \\ & + (-46.0 - (-31 - 9.0n))^2 + (-46.8 - (-31 - 9.5n))^2 \\ & + (-47.6 - (-31 - 10.0n))^2 + (-52.6 - (-31 - 13.0n))^2 \\ & + (-55.5 - (-31 - 14.8n))^2 + (-57.6 - (-31 - 16.0n))^2 \\ & + (-59.2 - (-31 - 17.0n))^2 \\ \varepsilon^2(n) = & 8468.2 - 3598n + 1391.42n^2 \end{aligned}$$

$$d\varepsilon^{-2}(n) = 2782n - 3598 = 0$$

Ecuación 32

$$n = 1.2$$

Ecuación de sigma es:

$$\sigma = \sqrt{\varepsilon^2(n_{opt}[db])}$$

$$\sigma = \sqrt{1391.42n^2 - 3598n + 8468.2}$$

Ecuacion 33

$$\sigma = \sqrt{1391.42(1.2)^2 - 3598(1.2) + 8468.2}$$

$$\sigma = 80.4$$

Ecuacion 34

$$n_{opt} = \frac{d^{-2}\varepsilon(n)}{dn} = 0$$

$$n_{opt} = 1.2$$

Tabla N° 9: Valores obtenidos de los cálculos Log distance.

Log Distance				
n	PL(d0) (dbm)	d0(m)	d(m)	PL(log Distance) (dbm)
1.2	-31	1	1	-31
1.2	-31	1	2	-34.6
1.2	-31	1	3	-36.76
1.2	-31	1	4	-38.2
1.2	-31	1	5	-39.4
1.2	-31	1	6	-40.36
1.2	-31	1	7	-41.2
1.2	-31	1	8	-41.8
1.2	-31	1	9	-42.4
1.2	-31	1	10	-43
1.2	-31	1	20	-46.6
1.2	-31	1	30	-48.76
1.2	-31	1	40	-50.2
1.2	-31	1	50	-51.4

Fuente propia.

Tabla N° 10: Corroboración de datos en el modelo de propagación de Log normal Shadowing.

d0	D	PL(log distance)	σ	Log normal Shadowing (+)	Log normal Shadowing (-)
1	1	-31	-80.4	-111.4	49.4
1	2	-34.6	-80.4	-115	45.8
1	3	-36.76	-80.4	-117.16	43.64
1	4	-38.2	-80.4	-118.6	42.2
1	5	-39.4	-80.4	-119.8	41
1	6	-40.36	-80.4	-120.76	40.04
1	7	-41.2	-80.4	-121.6	39.2
1	8	-41.8	-80.4	-122.2	38.6
1	9	-42.4	-80.4	-122.8	38
1	10	-43	-80.4	-123.4	37.4
1	20	-46.6	-80.4	-127	33.8
1	30	-48.76	-80.4	-129.16	31.64
1	40	-50.2	-80.4	-130.6	30.2
1	50	-51.4	-80.4	-131.8	29

Fuente propia.

VI. CONCLUSIONES

1. Se concluye que el sistema de riego propuesto es una solución adecuada para las zonas agrícolas que son afectadas con escasez de agua.
2. Dada las distancias del terreno y las muestras tomadas de humedad se determina que es factible implementar el sistema de riego tanto para el canal A y el canal B.
3. El sistema se puede adaptar según la demanda de agua que requiera una zona agrícola específica, dado que el accionamiento del bombeo de agua depende del seteo de humedad con que se configure los sensores, a un mayor valor de seteo de humedad se bombeará el agua con mayor frecuencia y viceversa.
4. Nuestro sistema autónomo podría abarcar áreas mayores enfocadas en producción masiva agrícola al utilizar nuevos equipos para amplificar su potencia efectiva en trabajo paralelo con tecnología IoT que nos provee flexibilidad.
5. Al contar con administración remota podemos monitorear las zonas agrícolas desde cualquier ubicación en la que nos encontremos, incluso modificar parámetros en modo on-line si la situación lo requiera, ampliando nuestro control sobre el sistema riego.

VII RECOMENDACIONES

1. Analógicamente al uso de la plataforma Ubidots, se puede implementar la supervisión ante cualquier falla o alarma del sistema en general (motores, sensores, etc.) mediante mensajería en tiempo real para dispositivos móviles, adaptando el Eclipse Mosquito para plataforma Android.
2. En base a las lecturas tomadas en el transcurso de los meses se debería planificar de manera semestral o anual la optimización del sistema de riego planteado.
3. Al plantear un sistema más optimizado de riego se debe establecer las cantidades de sensores y motores que hagan el diseño más eficiente en base a la experiencia en campo.
4. Se recomienda tomar en cuenta los parámetros climáticos dependiendo de la temporada del año. La web del SENAMHI permite descarga de datos meteorológicos pro zonas en el territorio nacional.
5. Se recomienda también realizar un plan de mantenimiento de los equipos, con un mayor enfoque en los motores.
6. Se debe verificar periódicamente la actualización del software de los equipos electrónicos en uso para disponer de mejoras de funcionamiento y compatibilidad, con el fin de poder agregar a futuro equipos más potentes y que sean compatibles con la actualización utilizada en él momento y lograr dichas mejoras de rendimiento.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Acero Catacora, C. C., & Lanchipa Valencia, E. (2021). Implementación De Un Sistema De Internet Implementation of an Internet of Things System To Optimise Water Management in Agriculture in the, 3.
2. Boluda Segura, J. (2017). Aplicación de las tecnologías IoT en un sistema de riego en parcela.
3. D E U N A Agricultura, S. (2014). Definiciones e importancia de la calidad del suelo en el marco de una agricultura sustentable.
4. Girolimetto, D. T. (2013). Evaluación Del Estrés Hídrico Y De Los Factores Que Lo Afectan Usando Información Teledetectada, 1–121.
5. Inga Morocho, R. W., & Pozo Ñamagua, E. R. (2019). “*DISEÑO, DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN OPERADOR WSN EN LA NUBE.*” Universidad Politécnica Salesiana.
6. Lal Rajora, G. (2020). Title: Development of a Wireless Sensor Network for agricultural monitoring for internet of things (IoT).
7. Landa Vega, D. C., & Oquelis Guerrero, A. A. (2020). Desarrollo de un controlador agrícola para Agricultura de Precisión con LoRaWAN para banano y mango orgánico Álvaro Antonio Oquelis Guerrero, 88.
8. Laverde Mena, J. A., & Laverde Mena, C. G. (1375). Internet de la cosas aplicado en la agricultura ecuatoriana: Una propuesta para sistemas de riego, 1–14.
9. López López, R., Arteaga Ramírez, R., Vázquez Peña, M., López Cruz, I., & Sánchez Cohen, I. (2009). Índice De Estrés Hídrico Como Un Indicador Del Momento De Riego En Cultivos Agrícolas. *Agricultura Técnica En México*, 35(1), 97–111.
10. Lucas Quispe, R. M. (2018). Efecto del estrés hídrico debido a la demanda de agua poblacional en la Intercuenca Huertas, de la Unidad Hidrográfica alto Huallaga 2019. *Interciencia*, 1(1), 1–187. Retrieved from

http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/6050/Tesis_57389.pdf?sequence=1&isAllowed=y%0Ahttp://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/10302%0Ahttp://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/414/1/T026_70261078_T.pdf

11. Mora Magallanes, H. V., & Rosas Pari, J. L. (2019). DISEÑO, DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE SENSORES INALÁMBRICOS (WSN) PARA EL CONTROL, MONITOREO Y TOMA DE DECISIONES APLICADO EN LA AGRICULTURA DE PRECISIÓN BASADO EN INTERNET DE LAS COSAS (IoT). – CASO DE ESTUDIO CULTIVO DE FRIJOL, 198.
12. ONU, N. (2013). El mundo deberá producir 70% más alimentos para 2050, prevé estudio de la ONU | Noticias ONU. Retrieved January 19, 2022, from <https://news.un.org/es/story/2013/12/1288891>
13. Ortiz Cáceres, J. L. (2021). Desarrollo De Un Prototipo De Un Sistema De Riegoautomatizado Para El Procesamiento, Monitoreo Yan Álisis De Datos Utilizando Lógica Difusa En Tiemporeal E Iot Para Optimizar El Uso De Agua Aplicada En Elcultivo.
14. Radouan Ait Mouha, R. A. (2021). Internet of Things (IoT). *Journal of Data Analysis and Information Processing*, 09(02), 77–101. <https://doi.org/10.4236/jdaip.2021.92006>
15. Ramasamy, L. K., & Kadry, S. (2021). Internet of things (IoT). *Blockchain in the Industrial Internet of Things*, (May). <https://doi.org/10.1088/978-0-7503-3663-5ch1>
16. Sebastián Cantalejo, M. (2020). Desarrollo de la Agricultura de Precisión.
17. Silva Rodriguez de San Miguel, J. A. (2014). La gestión del agua a través de sus modelos Administrativos Área de investigación: Entorno de las Organizaciones. *XIX Congreso Internacional de Contaduría Administración e Informática*, (October 2014), 17. Retrieved from

<http://congreso.investiga.fca.unam.mx/docs/xix/docs/10.06.pdf>

18. Telefónica. (2021). Smart Agro Perú: Una alianza de Telefónica, FAO y Brasil, contribuyendo para “+Algodón,” undefined-31.
19. Tovar Soto, J. P., Solórzano Suárez, J. D. los S., Badillo Rodríguez, A., & Rodríguez Cainaba, G. O. (2019). Internet de las cosas aplicado a la agricultura: estado actual. *Lámpsakos*, (22), 86–105. <https://doi.org/10.21501/21454086.3253>
20. Valverde Otárola, J. C., & Arias, D. (2020). Efectos del estrés hídrico en crecimiento y desarrollo fisiológico de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp. *Colombia Forestal*, 23(1), 20–34. <https://doi.org/10.14483/2256201x.14786>
21. Wang, D., Hubacek, K., Shan, Y., Gerbens-Leenes, W., & Liu, J. (2021). A review of water stress and water footprint accounting. *Water (Switzerland)*, 13(2), 1–15. <https://doi.org/10.3390/w13020201>

VIII.ANEXOS

Matriz de Consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	TECNICAS E INSTRUMENTACIÓN	METODOLOGIAS
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	TECNICAS	TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACION
Perú se encuentra entre los 30 países que enfrentan el estrés hídrico y la escasez más severos a nivel mundial. Siendo la agricultura el principal usuario de agua en nuestra sociedad, utilizando el 80% de los retiros totales para irrigar un área de 128'521,560 ha., solo en la región costa se encuentra un 11.6%, el cual tiene una mayor probabilidad de sufrir sequias.	O.G.1 Desarrollar un prototipo usando el internet de las cosas en un sistema autónomo de riego por goteo que permita la reducción del estrés hídrico en las zonas agrícolas, Perú 2022.	H.G.1 El desarrollo de un prototipo usando el internet de las cosas y un sistema autónomo de riego por goteo permite la reducción del estrés hídrico de las zonas agrícolas, Perú 2022.	IOT Dimensiones e Indicadores D1: D1: monitoreo suelo I1: Temperatura I2: Humedad Suelo	Encuesta: Según lo expuesto por el autor, la encuesta para el presente trabajo de investigación es una técnica que consiste en obtener información de las personas encuestadas mediante el uso de cuestionarios diseñados en forma previa para la obtención de información específica.	Para el presente trabajo de investigación: TIPO DE INVESTIGACION aplicada DISEÑO DE LA INVESTIGACION Experimental NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN Explicativa
PROBLEMA GENERAL Y ESPECIFICO	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICOS	VARIABLE DEPENDIENTE	INSTRUMENTO	POBLACION Y MUESTRA
P.G.1 ¿De qué manera el internet de las cosas en un sistema autónomo de riego por goteo permitirá la reducción del estrés hídrico en las zonas agrícolas, Perú 2022? P.E.1 ¿De qué manera la selección dimensionamiento de las diferentes propiedades , electromecánicas que requiere el sistema autónomo de bombeo permitirá la reducción del estrés hídrico de las zonas agrícolas del Perú 2022? P.E.2 ¿De qué manera la evaluación del costo de implementación del prototipo comparando precios permitirá la reducción del estrés hídrico en las zonas agrícolas, Perú 2022? P.E.3 ¿Como la selección de un entorno de trabajo de IOT nos permitirá integrar un sistema de riego autónomo para reducir del estrés hídrico en las zonas agrícolas del Perú 2022?	O.E.1 Determinar la selección y bombeo para reducir el estrés hídrico de las zonas del Perú 2022 O.E.2 Realizar la evaluación del costo de implementación del prototipo comparando precios para reducir el estrés hídrico en las zonas agrícolas. O.E.3 Escoger un entorno de trabajo de IOT para incorporar un sistema de riego autónomo que tenga como objetivo reducir el estrés hídrico de las zonas agrícolas del Perú 2022.	H.E.1 La determinación de la selección y dimensiones de las diferentes propiedades, electromecánicas que necesita el sistema de bombeo, permite la reducción del estrés hídrico de las zonas agrícolas del Perú. H.E.2 Realizar la evaluación del costo de implementación del prototipo o comparando precios permite la reducción. H.E.3 La elección de una plataforma de IOT para integrar la reducción del estrés hídrico de las zonas agrícolas del Perú 2022.	Estrés hídrico Dimensiones e indicadores D1: D1: gestión del agua I1: duración del regado I2:frecuencia de regado I3: cantidad de agua	El cuestionario para el presente trabajo de investigación servirá de herramienta de investigación que consiste en una serie de preguntas y otras indicaciones con el propósito de obtener información de los consultados.	Población De lo expuesto, la población es de tipo finita para el presente trabajo de investigación se identifica como el número total de 100 consultas online en servicio de atención al cliente de la empresa RENNAN S.A.C. en cada una de las prepruebas de los 30 días. Muestra De lo expuesto anteriormente, la muestra para el presente trabajo de investigación en los periodos de pre prueba y post-prueba referidas a la intención de compra de los clientes es de Media Poblacional (n): tamaño de la muestra de 79 personas n = 79.509