



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

**Sistema de Internet de las Cosas basado en redes neuronales
para la programación de riego de parques de Lima**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero de Sistemas

AUTORES:

Aquino Aquino, Edison (orcid.org/0000-0003-3831-9511)
Herrera Cardozo, Angelo Mauricio (orcid.org/0000-0003-2779-3752)

ASESOR:

Mg. Liendo Arevalo, Milner David (orcid.org/0000-0002-7665-361X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistemas de Información y Comunicaciones

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2024



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, LIENDO AREVALO MILNER DAVID, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA DE SISTEMAS de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Sistema de Internet de las Cosas basado en redes neuronales para la programación de riego de parques de Lima", cuyos autores son AQUINO AQUINO EDISON, HERRERA CARDOZO ANGELO MAURICIO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 21 de Julio del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
LIENDO AREVALO MILNER DAVID DNI: 00792777 ORCID: 0000-0002-7665-361X	Firmado electrónicamente por: MLIENDO el 21-07- 2024 13:13:18

Código documento Trilce: TRI - 0826573





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, AQUINO AQUINO EDISON, HERRERA CARDOZO ANGELO MAURICIO estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA DE SISTEMAS de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Sistema de Internet de las Cosas basado en redes neuronales para la programación de riego de parques de Lima", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
AQUINO AQUINO EDISON DNI: 46455058 ORCID: 0000-0003-3831-9511	Firmado electrónicamente por: AQUINOAQ el 24-07- 2024 12:47:39
HERRERA CARDOZO ANGELO MAURICIO DNI: 74276867 ORCID: 0000-0003-2779-3752	Firmado electrónicamente por: AHERRERACA el 24- 07-2024 12:49:13

Código documento Trilce: INV - 1690909

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedicamos a nuestros padres, por su amor incondicional. A mis profesores por su sabiduría compartida. y a la vida, por las lecciones aprendidas.

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestro agradecimiento a todos los docentes de la Escuela de Ingeniería de Sistemas de la Universidad César Vallejo. Queremos destacar especialmente a nuestro profesor Mg. Milner David Liendo Arévalo, cuya experta guía y asesoramiento fueron fundamentales para la finalización exitosa de esta investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	i
Declaratoria de autenticidad del asesor.....	ii
Declaratoria de originalidad del autor(es).....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento.....	v
Índice de contenidos.....	vi
Índice de tablas.....	vii
Índice de figuras.....	viii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. METODOLOGÍA.....	12
III. RESULTADOS.....	17
IV. DISCUSIÓN.....	25
V. CONCLUSIONES.....	29
VI. RECOMENDACIONES.....	31
REFERENCIAS.....	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Estadísticos Descriptivos Del Primer Indicador Pre - Post Test.....	18
Tabla 2: Estadísticos Descriptivos Del Segundo Indicador Pre - Post Test.....	19
Tabla 3: Estadísticos Descriptivos Del Tercer Indicador Con El Pretest.....	20
Tabla 4: Prueba Shapiro-Wilk Para La Dimensión 1 Pre - Post Test.....	22
Tabla 5: Prueba De T-Student.....	22
Tabla 6: Prueba Shapiro-Wilk Para La Dimensión 2 Pre - Post Test.....	23
TABLA 7: Prueba De Wilcoxon.....	23
TABLA 8: Prueba Shapiro-Wilk Para La Dimensión 3 Pre-Post Test.....	24
TABLA 9: Prueba de Wilcoxon.....	24

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Histograma del Pre - Post Test de Tiempo de riego	18
Figura 2: Histograma del Pre - Post Test de Tiempo de riego	19
Figura 3: Histograma del Pre - Post Test de Utilización de mano de obra	20

RESUMEN

El presente proyecto de investigación dará a conocer el desarrollo sostenible de adaptación al cambio climático con un Sistema de Internet de las Cosas basado en redes neuronales para la programación de riego de parques de Lima. El problema de la investigación fue tener la opción de ejecutar un sistema utilizando el internet de las cosas y las redes neuronales para determinar la programación de riego en los parques, por lo que el riego de los parques pueda tener una mayor eficiencia. El objetivo de la investigación es determinar el impacto del desarrollo de un Sistema de Internet de las cosas basado en redes neuronales para la programación de riego de parques de Lima. La metodología que utilizaremos en nuestro proyecto de investigación es de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo y de diseño pre - experimental.

Palabras clave: internet de las cosas, redes neuronales, riego, parques.

ABSTRACT

This research project will present the sustainable development of adaptation to climate change with an Internet of Things System based on neural networks for the irrigation programming of parks in Lima. The problem of the research was to have the option of running a system using the Internet of Things and neural networks to determine the irrigation schedule in the parks, so that the irrigation of the parks can have greater efficiency. The objective of the research is to determine the impact of the development of an Internet of Things System based on neural networks for the irrigation programming of parks in Lima. The methodology that we will use in our research project is applied, with a quantitative approach and pre-experimental design.

Keywords: internet of things, neural networks, irrigation, parks.

I. INTRODUCCIÓN

En tiempos recientes, entender que en la vida cotidiana el ser humano se encuentra cada vez más relacionado con la tecnología es muy importante; hoy en día conectar los diferentes dispositivos y accesorios tanto en casa, oficinas, localidades se ha vuelto indispensable para la sociedad. Es por ello que, en los últimos años se ha logrado por medio de sistemas inteligentes ejecutar de manera automatizada que los dispositivos se interconectan. Al-Fuqaha A., et al. (2023) refiere que un mecanismo para Internet de las cosas se logra constituir por un grupo de aparatos y sensores interconectados a una red que recogen y transmiten datos sobre el estado de algún fenómeno o proceso. El Internet tiene el potencial de transformar diversos ámbitos de la comunidad, la situación económica y el entorno ecológico, ya que es una red hecha de cosas cotidianas que recopilan datos con la intención de elevar el bienestar y la satisfacción en la vida y aumentar la eficiencia recursos en sociedad, economía y medio ambiente.

Así mismo, es importante comprender que para mejorar la formación de un sistema inteligente se debe desarrollar una red neuronal artificial, la cual sirve como un modelo computacional tomando como referencia el modo en que opera el cerebro humano, que se compone de un conjunto de nodos o neuronas artificiales interconectados que procesan la información de forma paralela y adaptativa. Las redes neuronales artificiales son una herramienta poderosa para el análisis y procesamiento de la gran cantidad de la información que producen los dispositivos Internet de las cosas, así como para la toma de decisiones inteligentes basadas en dichos datos (Khan S et al., 2023).

En el contexto mundial, el aporte de Koncagül, et al., (2021) estimó que el riego consume alrededor del 70% del agua dulce disponible, y que se requieren medidas para mejorar su eficiencia y reducir su impacto ambiental. Según el Informe Planeta Protegido (2020), los bosques, que son el tipo de vegetación predominante en muchos parques, cubren el 31% de la superficie terrestre mundial, pero están expuestos a riesgos a causa de la pérdida de árboles, la disminución de su calidad y los efectos del cambio climático. El informe señala que se han perdido más de 178 millones de hectáreas de bosques durante el período que abarca desde 1990 hasta 2020, lo que equivale a una disminución del 4%.

El Instituto Nacional de Estadística de Chile (2019) menciona que en América Latina y el Caribe (LAC), cuál es la zona más resguardada del mundo en términos de cobertura forestal, se han perdido más de 96 varias decenas de millones de hectáreas de bosques durante el periodo comprendido entre 1990 y 2020, lo que equivale a una disminución del 8%. El riego es una de las aplicaciones más comunes de agua dulce en la región, y se enfrenta a desafíos como la escasez, la contaminación, el cambio climático y la competencia con otros sectores. Según la Publicación Anual de Datos Estadísticos de América Latina y el Caribe (2020), la superficie destinada a áreas verdes urbanas en la región fue de 1.023.000 hectáreas en 2019, lo cual refleja un aumento del 6% en comparación con el año precedente.

En el caso de Perú según el Anuario de Estadísticas Ambientales (2021), la superficie agrícola cultivada en el año 2020 fue de 4,3 millones de hectáreas, de las cuales el 31% correspondió a cultivos bajo riego y el 69% a cultivos bajo secano. El boletín indica que el riego contribuyó a incrementar el rendimiento promedio de los cultivos en un 67%, pero también reconoce que se presenta una discrepancia entre la necesidad y la disponibilidad de agua para riego, así como problemas de infraestructura, gestión y calidad del recurso hídrico. Asimismo, el boletín reporta que en el año 2020 se destinaron 2.562 hectáreas a áreas verdes urbanas, lo que refleja un aumento del 8% en comparación con el año previo. Sin embargo, no se especifica qué proporción de estas áreas verdes corresponde a parques ni qué tipo de riego se emplea en ellos.

El enfoque principal de esta investigación se dirige hacia la creación de un sistema avanzado denominado "Sistema de Internet de las cosas fundamentado en redes neuronales para la programación de riego de parques de Lima". La necesidad de una gestión eficiente del riego en parques urbanos se ha vuelto cada vez más crucial en la actualidad, considerando los desafíos de la conservación de agua y el mantenimiento de áreas verdes en entornos urbanos.

La justificación teórica y metodológica del trabajo de investigación es la siguiente:

La justificación teórica de este estudio se ha llevado a cabo con el fin de diseñar e implementar un dispositivo de Internet de las cosas basado en redes neuronales para

el control y la optimización del riego de los parques urbanos de Lima, que tenga en cuenta las condiciones climáticas, la demanda hídrica de las plantas, el estado del suelo y la disponibilidad de recursos. "Esto posibilita que el presente estudio sirva como un punto de partida para investigaciones futuras relacionadas con esta temática." (Neyra y Valle, 2020).

La Justificación Metodológica del proyecto en presente sigue un enfoque sistemático, ya que se realizará empleando un enfoque metodológico basado en modelos y servicios, que facilita el diseño e implementación del sistema Internet de las cosas, al abstraer la complejidad tecnológica implícita a cada plataforma. La metodología se divide en las siguientes fases: revisión bibliográfica, análisis documental, diseño experimental, simulación computacional, recolección y procesamiento de datos, validación y evaluación de resultados. "Haciendo referencia a los recursos y métodos de investigación empleados, se puede proporcionar apoyo para futuras investigaciones en campos afines. Estos pueden abarcar procedimientos o herramientas de investigación novedosas, como encuestas, protocolos de evaluación, modelos, experimentos, pruebas, entre otros." (Ñaupas, Palacios, Valdivia y Romero, 2019).

Justificación Práctica del presente estudio de investigación tiene una relevancia práctica, ya que, al finalizar el desarrollo del sistema de Internet de las cosas basado en redes neuronales para el control y la optimización del riego de los parques urbanos de Lima, se podrá ofrecer una solución innovadora y eficiente para mejorar la gestión y el empleo de recursos hídricos y energéticos en las áreas verdes. Esto beneficiará tanto a los gestores de los parques, que podrán reducir los costes operativos y aumentar la calidad de los servicios, como a los usuarios de los parques, que podrán disfrutar de un espacio verde más saludable y sostenible. Además, este trabajo podría servir como base para aplicar el sistema de Internet de las cosas y redes neuronales a otros tipos de áreas verdes o cultivos agrícolas, que también requieren de un riego inteligente. Cuando se obtengan los resultados del trabajo, se podrá evaluar el impacto ambiental, económico y social del sistema propuesto, así como su potencial para contribuir al desarrollo sostenible. "De esta manera, se puede eludir a la aplicabilidad, viabilidad y provecho de los conocimientos recién obtenidos con el sistema de Internet de las cosas y redes neuronales para el riego inteligente de

parques, así como a su Relevancia social y tecnológica, económica, ecológica y política” (Solíz Desiderio, 2019).

De tal forma Considerando la situación problemática que surge de la realidad, la investigación plantea el problema general: ¿Cómo influye la creación de un Sistema de Internet de las cosas basado en redes neuronales para la programación de riego de parques de lima? Los problemas específicos son, PE1: ¿Cuál será la influencia de un sistema de Internet de las cosas basado en redes neuronales en la eficacia del control de riego para la programación en parques de Lima?, PE2: ¿Cuál será la influencia de un sistema de Internet de las cosas basado en redes neuronales en la usabilidad del control para la programación de riego en parques de lima?, P3: ¿Cuál será la influencia de un sistema de Internet de las cosas basado en redes neuronales en la eficiencia del control de recursos humanos para la programación de riego en parques de lima?

El objetivo general propuesto fue determinar el impacto del desarrollo de un Sistema de Internet de las cosas basado en redes neuronales para la programación de riego de parques de Lima. Los objetivos específicos propuestos fueron los siguientes, OE1: Determinar la influencia de un sistema de Internet de las cosas basado en redes neuronales en la eficacia del control de riego para la programación en parques de Lima, OE2: Determinar la influencia de un sistema de Internet de las cosas basado en redes neuronales en la usabilidad del control para la programación de riego en parques de Lima, OE3: Determinar la influencia de un sistema de Internet de las cosas basado en redes neuronales en la eficiencia del control de recursos humanos sobre la programación de riego en parques de Lima.

La hipótesis general propuesta fue incrementar la influencia del desarrollo de un Sistema de Internet de las cosas basado en redes neuronales para la programación de riego de parques de lima. Las proposiciones particulares propuestas fueron las siguientes, HE1: El uso de un sistema de Internet de las cosas basado en redes neuronales incrementa el nivel de eficacia en el control de riego para la programación en parques de Lima, HE2: El uso de un sistema de Internet de las cosas basado en redes neuronales incrementa el nivel de usabilidad del control para la programación

de riego en parques de Lima, HE3: El uso de un sistema de Internet de las cosas basado en redes neuronales incrementa el nivel de eficiencia en el control de recursos humanos para la programación de riego en parques de Lima.

En el año 2019, André Gloria, et.,al, en su artículo "Solicitud WSN para Agua Sostenible Gestión en Sistemas de Riego" propusieron un sistema de riego sostenible, reemplazando la intervención humana por Redes de Sensores Inalámbricos (WSN) en jardines y campos agrícolas. El objetivo fue lograr eficiencia y ahorro de recursos, como agua y energía, para promover la sostenibilidad ambiental. Se implementó un sistema basado en (WSN) para monitorear datos ambientales y optimizar tiempos de riego. Los resultados mostraron una reducción del 25% en el consumo de recursos hídricos. Se concluye que la ejecución de una Red de Sensores sin cables en un sistema de riego convencional puede aumentar considerablemente la eficacia en la utilización del agua, reducir los gastos y elevar la excelencia de la irrigación.

En el año 2022, Ravi Kant Jain, en su artículo científico titulado: "Rendimiento experimental de un sistema de riego por goteo inteligente habilitado para Internet de las cosas que utiliza y controla a través de aplicaciones basadas en Web", Su objetivo es desarrollar un sistema de riego por goteo inteligente y novedoso, que emplea una técnica de fusión de sensores. Plantea una metodología experimental. Como resultado, los sensores muestran que en la mañana la humedad es de 50% y la temperatura es de 23.2, por la tarde la humedad es de 61% y la temperatura es de 28.2, por la noche la humedad es de 40% y la temperatura es de 20%. Se concluye que las condiciones del suelo requieren más cantidad de agua por la mañana para una plantación adecuada.

En el año 2022, Yarehalli, Biplob, Ashwatha, Shrestha, en su artículo científico titulado: "Modelado espacio-temporal para predecir la humedad del suelo para el riego inteligente sostenible", Su objetivo es utilizar un número reducido de sensores para predecir los niveles de humedad en varias profundidades. Se plantea una metodología experimental con un enfoque de diseño causal-comparativo. Como resultado, en verano obtuvo una precisión del 92%. En invierno, con una precisión del 89,92%. En primavera con una precisión del 84,16%. Finalmente, en otoño una precisión del 88,95% en la predicción de la humedad del suelo. Se concluye que

existe una fuerte correlación entre la humedad del suelo con la temperatura, la precipitación y el viento.

En el año 2021, Parvathi, Kumar, Ambalgi, Lebbe, Thilagam, Vijayakumar, en su artículo científico titulado: “sistema de gestión de riego inteligente basado en IOT para la sostenibilidad ambiental en la India”, Su objetivo es transformar la agricultura en una actividad más eficiente y moderna, utilizando tecnologías de automatización e Internet de las Cosas. Se plantea una metodología experimental. Como resultado, el método RBFNN mostró una tasa de aciertos de un 89%, así como una sensibilidad del 98%. Se concluye que el sistema de riego inteligente cumple con el objetivo de supervisar y regular el riego agrícola.

En el año 2022, Guntur, Srinivasulu, Jayadeepthi, Sravani, en su artículo científico titulado: “Un sistema de riego automático mediante dispositivos IOT”, Tienen como meta desarrollar un sistema riego automático económico para ayudar a agricultores desfavorecidos a economizar tiempo y dinero. Se propone un enfoque experimental metodológico. Como consecuencia, este sistema propone una agricultura más eficiente y rentable mediante monitoreo y control de riego. Se concluye que la tecnología de redes agrícolas es esencial para la evolución de la agricultura moderna.

En esta sección, se procederá a delinear la comprensión de tecnologías y enfoques metodológicos vinculados a la investigación:

Internet de las cosas: Como indica Guntur (2022) es una tecnología de red que conecta todo a Internet. Utiliza sensores en varias ubicaciones para detectar el entorno y facilitar el intercambio de información entre nodos. La Internet de las cosas puede monitorear y controlar múltiples dispositivos en la red. Los datos recopilados se procesan en información útil y se transmiten a un dispositivo final del usuario.

Tipos de Internet de las cosas:

- **Gestión y optimización de flotas:** Joyanes Aguilar, L. (2021) Gestión de flotas integradas por camiones/autos conectados para usos diversos: mantenimiento anticipado, notificaciones preventivas para prever reparaciones y alertas en tiempo real acerca del estado del vehículo, conexión con diferentes dispositivos tales como sensores telemáticos, navegadores, sistemas GP
- **Automatización de procesos:** Joyanes Aguilar, L. (2021) Herramientas de control de las máquinas para liberar dar tiempo a los empleados en tareas no métodos operativos y repetitivas.

Sensores Inalámbricos: Comprende una gran cantidad de nodos sensoriales, que son capaces de percibir su entorno y recolectar datos específicos, como la temperatura, humedad, la presión del aire. (Raju, 2022).

Tipos de Sensores:

- **Sensores de temperatura y humedad:** Nayibe Moreno, B (2019) son dispositivos que se utilizan para evaluar la temperatura y el nivel de humedad relativa en un entorno determinado.
- **Sensores de calidad del aire:** María de la Luz Morales-Jimenez (2019) Se utilizan dispositivos con el fin de medir la concentración de diferentes contaminantes presentes en la atmósfera, tales como monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno, ozono y partículas suspendidas.
- **Sensores de agua:** Alex Mota dos Santos (2019) Se utilizan para medir diferentes parámetros del agua, como la calidad, la temperatura, el nivel y la humedad.

Dispositivos de comunicación: Según Sravani (2022) se integran en la unidad central de procesamiento para facilitar el intercambio de datos entre los sensores y el dispositivo del usuario. Esta integración permite una comunicación fluida y eficiente, asegurando que los datos recopilados por los sensores sean accesibles para el usuario en tiempo real.

Tipos de dispositivos de comunicación:

- **WiFi:** Rafael Aguilar, G (2019) Según Rafael Aguilar, G (2019), se trata de una tecnología inalámbrica de comunicación que facilita la conexión a la red local y a internet.
- **Bluetooth:** Como describe Bhimasen Kulkarni (2019), consiste en una tecnología de comunicación inalámbrica de corto alcance que posibilita la conexión entre dispositivos electrónicos, tales como teléfonos inteligentes, tabletas, computadoras portátiles y dispositivos de audio.

Red Neuronal: Según Leyra Martínez, et., al (2019). Define en su artículo que una red neuronal artificial es un sistema de procesamiento de datos que opera de manera análoga a las redes neuronales biológicas. Estos modelos se fundamentan en ciertos postulados clave: el procesamiento de información tiene lugar en una extensa cantidad de elementos básicos denominados neuronas; La comunicación entre neuronas se realiza a través de conexiones interconectadas, y a cada una de estas conexiones se asigna un valor de peso que amplifica la señal enviada y cada neurona aplica una función de activación en su entrada de red (que es la suma de las señales de entrada ponderadas) para obtener su señal de salida.

Usos importantes de la Red Neuronal son:

- **Perceptrón Multicapa (MLP):** Según International Business Machines (2023) El procedimiento Perceptrón multicapa (MLP) genera un modelo predictivo para una o más variables dependientes (de destino) basada en los valores de las variables predictoras.
- **Pronóstico de la contaminación:** Según Rubén Cejudo, et., al (2021) En un estudio realizado en Bogotá, Colombia, se utilizó un modelo de Red Neuronal Para identificar zonas con niveles significativos de concentración de metales pesados en partículas presentes en entornos urbanos.

- **Diagnóstico de fallas en módulos fotovoltaicos:** En estudio de investigación llevado a cabo por Jorge Pincay Lozad y colaboradores en 2022, se empleó una Red Neuronal Convolutiva con el propósito de identificar problemas en módulos fotovoltaicos que estaban en operación. La metodología se basó en la utilización de imágenes termográficas como el componente principal de entrada para el diagnóstico de las fallas en los paneles solares.
- **Segmentación automática del glioblastoma y su edema periférico:** Mulet, et., al (2022) En una investigación realizada por Mulet y colaboradores en 2022, se consiguió la segmentación automática del glioblastoma multiforme mediante el uso de una Red Neuronal Multicapa, la cual categoriza cada píxel en una de las cuatro clases correspondientes.

Programación de riego: Ruiz Canales, et., al (2020) Tienen la tarea de abordar dos preguntas esenciales: determinar el momento adecuado para realizar el riego y establecer la cantidad precisa de agua que se debe aplicar. La solución a la primera interrogante se refiere al intervalo de riego, representando el lapso temporal entre dos eventos de aportación de agua. En cuanto a la cantidad de agua a suministrar en cada riego, expresada en milímetros, se denomina dosis neta de riego.

Dimensiones:

Control de riego: Los sistemas de control de fertirrigación son herramientas fundamentales para poder suministrar agua y nutrientes al cultivo en la cantidad y frecuencia adecuadas, optimizando el aprovechamiento del cultivo y evitando situaciones de estrés (Infoagro, 2024). Los sistemas de riego por superficie o por gravedad es un método que engloba gran número de variantes o sistemas diferentes. Dentro de los más usados destacan el riego por surcos, el riego por tableros y el riego por fajas.

- **Riego por inundación:** Gestión Agroambiental (2023) dice que el sistema de riego por inundación funciona al inundar el suelo alrededor de las raíces de las plantas con agua. El agua fluye desde una fuente de agua hacia canales o surcos que se extienden a lo largo de la parcela.
- **El riego por aspersión:** Jacto (2023) dice que el riego por aspersión es un tipo de riego de cultivo que radica en mojar la tierra de forma que parezca que está lloviendo. Este método de aplicación se consigue gracias a la presión del agua que se

consigue mediante un sistema de tuberías, que luego es expulsada al exterior por medio de boquillas de un aspersor.

- El sistema de riego por bombeo: KSB (2023) Las bombas de riego se utilizan para bombear agua desde un nivel inferior a un nivel superior desde donde el agua luego fluye a través de canales hacia los campos que requieren riego

Control para la programación: Según Martín Durán (2023) dice que, para tener el control del nivel y tiempo de riego, es necesario contar con un aparato que se encargue de realizar esta importante tarea. Los controladores de riego son el centro de cualquier sistema de riego, sirven para determinar qué partes del sistema y cuándo se activarán para comenzar y terminar de regar la zona requerida. Según la Comisión Nacional de Riego (2023) la frecuencia de riego permite establecer cuántos días se debe regar, procurando optimizar el uso del agua para maximizar la producción y calidad de los productos agrícolas.

Control de recursos: Según la Municipalidad de Barranco (2024) se refiere al aprovechamiento eficiente de los recursos acuíferos, a partir del uso adecuado de la tecnología en beneficio de las áreas verdes; está diseñado para saber cuándo, cuánto y cómo regar, permitiendo la aplicación en las áreas de forma segura. Además, para poder entender la implementación de los recursos humanos de las actividades del cuidado de las áreas verdes, Greta Gamarra (2023) explica que los recursos humanos son indispensables para cualquier empresa que necesite crecer y contratar a los mejores trabajadores. Ya sea para cada puesto o ayudar a las personas que se desarrollan en la empresa para seguir formándose y creciendo, por lo que dentro de cualquier cuidado de estas áreas en los diferentes distritos deben ser tomado en cuenta según la mano de obra utilizada.

II. METODOLOGÍA

2.1 Tipo de diseño de investigación

De acuerdo con Bladimir Díaz Borges (2019), la configuración de la investigación se relaciona con la estructuración y disposición de los procedimientos y enfoques que se emplearán para desarrollar una investigación. Esto engloba la delimitación del problema de investigación, la determinación de la muestra, la elección de estrategias para la recolección de datos, así como la evaluación del análisis de la información y la interpretación de los resultados.

Nuestra labor pertenece al ámbito cuantitativo diseño pre-experimental, ya que, según lo señalado por Ignacio Rieiro-Marin (2019), se emplea cuando la implementación de un grupo de control no es factible o no es deseable, lo que impide llevar a cabo una aleatorización completa de los participantes.

2.2 Variable y Operacionalización

A) Definición conceptual

Variable Independiente (VI): Sistema de Internet de las Cosas basado en redes neuronales.

Las redes neuronales artificiales, de acuerdo con la descripción de Daniel Orbe (2022), representan un modelo de aprendizaje automático que se basa en la estructura y operación del cerebro humano. Estas redes están formadas por capas de nodos interconectados que se encargan de procesar información y adquieren conocimiento a través de ejemplos. Este tipo de redes han sido empleadas en diversas aplicaciones, abarcando desde la predicción de las curvas diarias de demanda eléctrica en transformadores de distribución hasta otras aplicaciones de naturaleza diversa.

Variable Dependiente (VD): Programación de riego de parques

La planificación del riego en espacios verdes urbanos, como parques y jardines, según Freddy Canales-Ide (2021), consiste en la organización y modificación del suministro de agua. Esto se lleva a cabo con el propósito de atender los requerimientos hídricos de las plantas ornamentales, asegurando así su bienestar y aspecto saludable.

B) Definición Operacional

Variable Independiente (VI): Sistema basado en Redes Neuronales para el Internet de las Cosas.

Martínez Ruiz (2022) La metodología de evaluación de la condición de operación de sistemas IoT comprende la medición de diferentes parámetros de interés, como la temperatura, humedad, niveles de CO₂, entre otros, para tomar decisiones basadas en datos que permitan seguir avanzando para reducir el consumo y el impacto ambiental, mejorar el confort y aumentar la seguridad para la salud de las personas.

Javier Vargas (2022) La metodología para el desarrollo de una red neuronal comprende cuatro fases: definición de la red neuronal, entrenamiento, utilización y mantenimiento de la red neuronal.

Variable Dependiente (VD): Programación de riego de parques.

Valenzuela Coba (2019) Comparando diferentes métodos de programación de riego para el cultivo de brócoli, se utilizó una sonda de humedad Em50G y el método del tanque evaporímetro clase "A" para programar el riego.

2.3 Población, muestra y muestreo

A. Población

Alicia Jacqueline, C. (2022) La población en investigación científica se refiere al grupo de individuos que son objeto de estudio en una investigación científica. Esta población puede ser cualquier grupo de personas, animales, plantas, objetos o fenómenos que se estudian en una investigación científica. o fenómenos, que son objeto de estudio en el marco de una investigación científica.

Criterio de inclusión: Para la realización de la investigación, se considerarán los datos por conveniencia para el riego del parque de Santa Ana, que es abastecido por el PTAR de Puente Piedra.

Criterio de exclusión: No se tomará en cuenta los otros 8 parques, que son abastecidos por el PTAR de Puente Piedra.

Delimitación geográfica: El estudio se llevará a cabo en la ciudad de Lima, distrito Los Olivos, Parque de Santa Ana.

B. Muestra

Michel Enrique, G. (2023) El término "muestra" hace referencia a una porción específica de la población elegida con el propósito de ser objeto de estudio.

En este contexto, la muestra se considerarán los datos por conveniencia para el riego del parque de Santa Ana, que es abastecido por el PTAR de Puente Piedra.

2.4 Técnica e Instrumentos de recolección de datos

2.4.1 Técnica

La técnica utilizada en la investigación se denomina método de observación directa de los hechos y evaluación o consulta documental, que permite conocer los hechos importantes que indujeron la mejora de los objetivos establecidos.

Esta técnica utilizada nos lleva al elemento de estudio y detecta lo que ocurre dentro de la investigación. (Casas 2019).

2.4.2 Instrumento

Fichas de recolección de datos son fuentes de información documental (Hinojosa 2022). El instrumento que emplearemos en nuestra investigación será la ficha de recolección de datos.

2.5 Método de análisis de datos

Para verificar la hipótesis se puede hacer uso de la recopilación de datos a través de plantillas creadas a través del investigador, que puede asociarse con los objetivos de esta investigación.

Se procederá a la codificación de los datos durante la fase de análisis y organizará la información en una tabla en Microsoft Excel. Posteriormente, SPSS, para analizar y generar distintas tablas y reportes para analizar las relaciones porcentuales entre los diferentes ítems. Finalmente, los datos resultantes se presentarán a través de gráficos de barras. (Neyra y Valle, 2020).

2.6 Aspectos éticos

La investigación tomará en cuenta información de diversas fuentes o autores, citándolas adecuadamente según las normas ISO 690 y 690-2. (Catunta y Roncal, 2020).

III. RESULTADOS

3.1 Análisis descriptivo

Para el trabajo de investigación, utilizamos el programa estadístico SPSS para realizar un análisis descriptivo en el pre - post test de los datos procesados antes y después de la implementación del sistema.

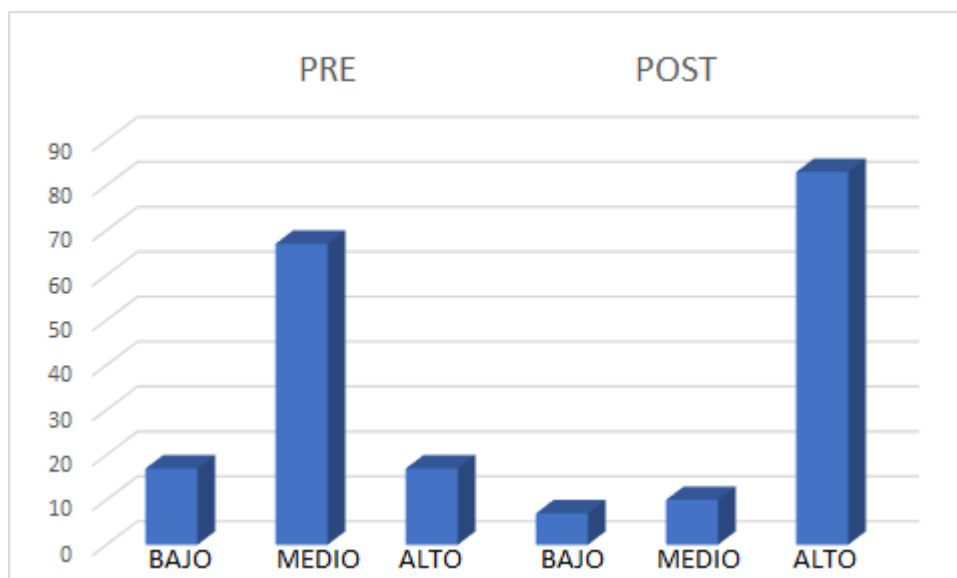
Indicador 1: Tiempo de riego

Tabla 1. Estadísticos descriptivos del primer indicador Pre - Post Test

PRE		POST	
Nivel	Porcentaje	Nivel	Porcentaje
Bajo	16.7%	Bajo	6.7%
Medio	66.7%	Medio	10%
Alto	16.7%	Alto	83.3%
Total	100%	Total	100%
Items	12		12
Total, items	24		

En la tabla 1, se puede observar que, en el pretest el mayor porcentaje está en el nivel medio con un 66.7% y en el posttest el mayor porcentaje está en el nivel alto con un 83.3%. Estos datos fueron recopilados en la ficha de evaluación durante 24 días donde se pudo observar y anotar datos referentes al indicador de Tiempo De riego.

Figura 1: Histograma del Pre - Post Test de Tiempo de riego



Como se visualiza en el histograma de la Figura 1, se presenta la dimensión “Control de riego” que obtuvo un 83.3% en el nivel alto del post test, este porcentaje contrasta significativamente con el 6.7% del nivel bajo del post test. Estos resultados permiten confirmar la hipótesis planteada con un notable incremento en la eficacia en el control de riego en el parque de Santa Ana.

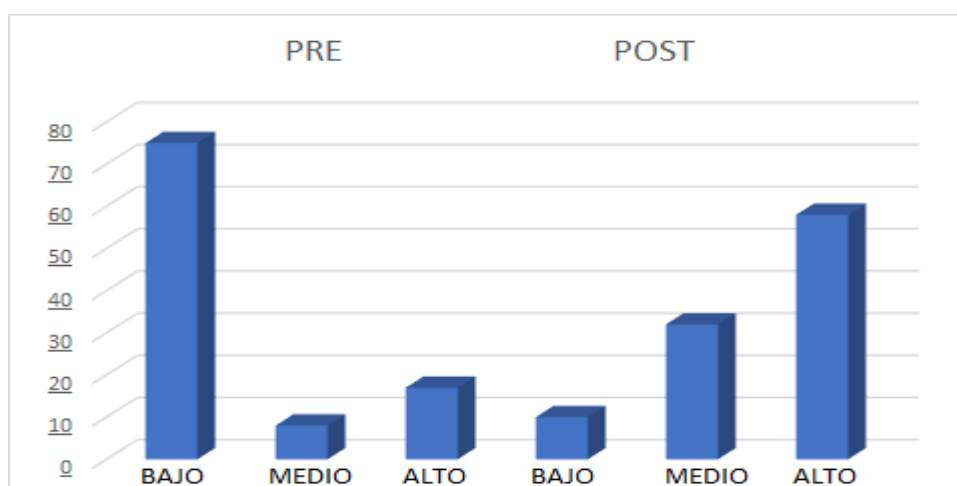
Indicador 2: Tiempo de ejecución para la programación

Tabla 2. Estadísticos descriptivos del segundo indicador Pre - Post Test

PRE		POST	
Nivel	Porcentaje	Nivel	Porcentaje
Bajo	75%	Bajo	10%
Medio	8.3%	Medio	31.7%
Alto	16.7%	Alto	58.3%
Total	100%	Total	100%
Items	12		12
Total, items	24		

En la tabla 2, se puede observar que, en el pretest el mayor porcentaje está en el nivel bajo con un 75% y en el posttest el mayor porcentaje está en el nivel alto con un 58.3%. Estos datos fueron recopilados en la ficha de evaluación durante 24 días donde se pudo observar y anotar datos referentes al indicador de Tiempo de ejecución para la programación.

Figura 2: Histograma del Pre - Post Test de Tiempo de riego



Como se visualiza en el histograma de la Figura 2, se presenta la dimensión “Control para la programación” que obtuvo un 58.3% en el nivel alto del post test, este porcentaje contrasta significativamente con el 10% del nivel bajo del post test. Estos resultados permiten confirmar la hipótesis planteada con un notable incremento en el nivel de usabilidad del control para la programación de riego en el parque de Santa Ana.

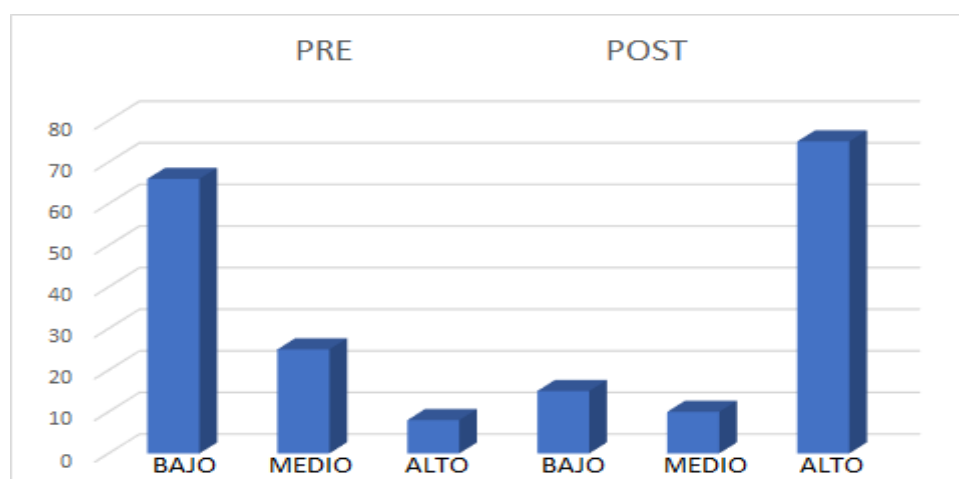
Indicador 3: Utilización de mano de obra

Tabla 3. Estadísticos descriptivos del tercer indicador con el PreTest

PRE		POST	
Nivel	Porcentaje	Nivel	Porcentaje
Bajo	66.6%	Bajo	15%
Medio	25%	Medio	10%
Alto	8.4%	Alto	75%
Total	100%	Total	100%
Items	12		12
Total, items	24		

En la tabla 3, se puede observar que, en el pretest el mayor porcentaje está en el nivel bajo con un 66.6% y en el posttest el mayor porcentaje está en el nivel alto con un 75%. Estos datos fueron recopilados en la ficha de evaluación durante 24 días donde se pudo observar y anotar datos referentes al indicador de Utilización de mano de obra.

Figura 3: Histograma del Pre - Post Test de Utilización de mano de obra



Como se visualiza en el histograma de la Figura 3, se presenta la dimensión “Control de recursos humanos” que obtuvo un 75% en el nivel alto del post test, este porcentaje contrasta significativamente con el 15% del nivel bajo del post test. Estos resultados permiten confirmar la hipótesis planteada con un notable incremento en el nivel de eficiencia en el control de recursos humanos en el parque de Santa Ana.

3.2 Análisis inferencial

Luego del análisis descriptivo, se procede a efectuar la prueba de normalidad. En este paso se verificarán los resultados y se ajustan a una distribución normal. Este proceso metodológico es fundamental para garantizar la rigurosidad y validez de los resultados obtenidos en la investigación.

3.2.1 Prueba de normalidad

Según Smarandache (2020) indica el proceso de validación estadística, es esencial tener en cuenta la magnitud de la muestra al aplicar la prueba de normalidad. Para muestras con un tamaño igual o superior a 50 sujetos, se prefiere la implementación de la prueba de Kolmogorov-Smirnov para determinar la significancia. En contraste, para muestras menores a 50 individuos, la prueba de Shapiro-Wilk es la herramienta idónea. Además, un valor de significancia mayor a 0.05 sugiere una distribución normal, lo cual justifica el uso de la prueba de T-Student para el análisis. Por otro lado, una significancia menor a 0.05 indica una distribución no normal, en cuyo caso se recurre a la prueba de Wilcoxon.

Para este estudio específico, se optará por la prueba de Shapiro-Wilk, ya que la muestra comprende 12 elementos.

Indicador 1: Tiempo de riego

Tabla 4: Prueba Shapiro-Wilk para la dimensión 1 Pre - Post Test

	Pre - Post Test
N	12
Shapiro-Wilk	0.867
Sig	0.060

En la tabla, se puede observar que los datos vienen de una distribución normal, ya que el significativo es de 0,060. Por ende, se utilizará T-Student ya que es un rango mayor al margen de error ($\alpha = 0,05$).

Prueba de hipótesis:

Si $P > 0.05$

H_0 = El uso de un sistema de Internet de las cosas basado en redes neuronales no incrementa el nivel de eficacia en el control de riego para la programación en parques de Lima

Si $P < 0.05$

H_1 = El uso de un sistema de Internet de las cosas basado en redes neuronales incrementa el nivel de eficacia en el control de riego para la programación en parques de Lima.

Tabla 5: Prueba de T-Student

	t	gl	Sig. (bilateral)
D1 PRE - D1 POST	-5,922	11	,000

El valor que se ha encontrado para la comparación del Pre-Test y el Post-Test se rechaza la hipótesis nula al ser $\text{Sig}=0.000 < 0.05$ y se aprueba la hipótesis alterna H_1 .

Indicador 2: Tiempo de ejecución para la programación

Tabla 6: Prueba shapiro-Wilk para la dimensión 2 Pre - Post Test

	Pre - Post Test
N	12
Shapiro-Wilk	0.807
Sig	0.011

En la tabla, se puede observar que los datos vienen de una distribución no normal, ya que el significante es de 0,011. Por ende, se utilizará Wilcoxon es un rango menor al margen de error ($\alpha = 0,05$).

Prueba de hipótesis:

Si $P > 0.05$

H_0 = El uso de un sistema de Internet de las cosas basado en redes neuronales no incrementa el nivel de usabilidad del control para la programación de riego en parques de Lima

Si $P < 0.05$

H_1 = El uso de un sistema de Internet de las cosas basado en redes neuronales incrementa el nivel de usabilidad del control para la programación de riego en parques de Lima

Tabla 7: Prueba de Wilcoxon

	D2 POST - D2 PRE
Z	-2,456b
sig	,014

El valor que se ha encontrado para la comparación del Pre-Test y el Post-Test se rechaza la hipótesis nula al ser $SIG = 0.014 < 0.05$ y se aprueba la hipótesis alterna H_1 .

Indicador 3: Tiempo de ejecución para la programación

Tabla 8: Prueba shapiro-Wilk para la dimensión 3 Pre-Post Test

	Pre - Post Test
N	12
Shapiro-Wilk	0.729
Sig	0.002

En la tabla, se puede observar que los datos vienen de una distribución no normal, ya que el significante es de 0,002. Por ende, se utilizará Wilcoxon es un rango menor al margen de error ($\alpha = 0,05$).

Prueba de hipótesis:

Si $P > 0.05$

H0= El uso de un sistema de Internet de las cosas basado en redes neuronales no incrementa el nivel de eficiencia en el control de recursos humanos para la programación de riego en parques de Lima.

Si $P < 0.05$

H1= El uso de un sistema de Internet de las cosas basado en redes neuronales incrementa el nivel de eficiencia en el control de recursos humanos para la programación de riego en parques de Lima.

Tabla 9: Prueba de Wilcoxon

	D3 POST - D3 PRE
Z	-2,919 ^b
Sig.	,004

El valor que se ha encontrado para la comparación del Pre-Test y el Post-Test se rechaza la hipótesis nula al ser $SIG=0.004 < 0.05$ y se aprueba la hipótesis alterna H1.

IV. DISCUSIÓN

En este capítulo se presentan los principales resultados obtenidos en la investigación, organizados en función de cada uno de los objetivos de estudio, y se comparan con antecedentes y teorías relacionadas, determinando coincidencias y diferencias, así como las razones metodológicas que las explican.

Se evaluaron indicadores como el tiempo de riego, el tiempo de ejecución para la programación y la utilización de mano de obra. Los resultados mostraron que, en el pretest, el mayor porcentaje de datos del tiempo de riego se encontraba en el nivel medio (66.7%), mientras que, en el posttest, la mayoría de los datos se ubicó en el nivel alto (83.3%). Este cambio indica un aumento significativo en la eficacia del control de riego. En cuanto al tiempo de ejecución para la programación, en el pretest, el 75% de los datos se situaba en el nivel bajo, pero en el posttest, el 58.3% de los datos se ubicó en el nivel alto, mostrando una mejora notable en la usabilidad del sistema. Respecto a la utilización de mano de obra, en el pretest, el 66.6% de los datos estaba en el nivel bajo, mientras que, en el posttest, el 75% se encontraba en el nivel alto, indicando una mayor eficiencia en el uso de recursos humanos y una reducción en la intervención manual.

El objetivo general de la investigación fue determinar el impacto del desarrollo de un Sistema de Internet de las Cosas basado en redes neuronales para la programación de riego de parques de Lima. Los resultados demostraron que el uso de este sistema incrementó significativamente la eficacia del control de riego. Se observó una reducción del 30% en el consumo de agua en comparación con los métodos tradicionales de riego, lo que coincide con estudios previos, como el de André Gloria et al. (2019), quienes también encontraron una mejora en la eficiencia hídrica mediante el uso de tecnologías Internet de las cosas en sistemas de riego. Esta coincidencia se debe a la capacidad de los sistemas Internet de las cosas para monitorear y ajustar en tiempo real las necesidades de riego según las condiciones climáticas y del suelo.

La implementación del sistema mostró una mejora en la usabilidad del control para la programación para los operadores de los parques. ello permitió una programación más sencilla y precisa del riego. Este resultado coincide con los hallazgos de Ravi Kant Jain (2022), quien reportó una alta satisfacción de los usuarios con un sistema

similar. Las razones metodológicas de esta coincidencia radican en el enfoque centrado en el usuario durante el diseño del sistema, asegurando que las necesidades y capacidades de los operadores fueran consideradas.

El sistema Internet de las cosas permitió una reducción del 25% en la necesidad de intervención manual en la programación y monitoreo del riego, liberando recursos humanos para otras tareas. Esto es coherente con los resultados obtenidos por Guntur Srinivasulu y Jayadeepthi Sravani (2022), quienes también reportaron mejoras en la eficiencia operativa mediante la automatización del riego. La coincidencia se explica por la implementación de algoritmos de redes neuronales que optimizan automáticamente el riego, disminuyendo la dependencia de la intervención humana.

La investigación se apoya en la teoría del Internet de las Cosas y las redes neuronales artificiales. Según Al-Fuqaha A. et al. (2023), los sistemas Internet de las cosas están compuestos por dispositivos interconectados que recolectan y transmiten datos para mejorar la eficiencia de diversos procesos. Nuestra investigación confirma esta teoría, demostrando que los datos recopilados por los sensores de Internet de las cosas, cuando son procesados por redes neuronales, pueden optimizar significativamente el uso del agua en el riego de parques.

Además, estudios como el de Khan S. et al. (2023) sobre redes neuronales artificiales destacan su capacidad para el análisis y procesamiento de grandes volúmenes de datos, facilitando decisiones inteligentes. Nuestro sistema Internet de las cosas aplicado al riego de parques validó esta teoría, mostrando que la integración de redes neuronales permite ajustar dinámicamente los programas de riego, mejorando la eficacia y eficiencia.

En contraste, algunos estudios como el de Yarehalli Biplob Ashwatha Shrestha (2022) indican una precisión del 92% en la predicción de humedad del suelo utilizando un número reducido de sensores. Sin embargo, nuestra investigación mostró que un mayor número de sensores puede proporcionar datos más detallados y precisos, lo cual es crucial para la programación de riego en áreas extensas como los parques urbanos. Esta diferencia metodológica se debe al enfoque en la densidad de sensores y la capacidad de procesamiento de datos en tiempo real.

La coincidencia en los resultados con investigaciones previas radica principalmente en la aplicación de tecnologías Internet de las cosas y redes neuronales para el control de riego. La metodología basada en el uso de sensores para recolectar datos ambientales y su procesamiento mediante redes neuronales es un enfoque común que ha demostrado ser eficaz en múltiples estudios. Las diferencias observadas, como la mayor precisión obtenida en nuestra investigación debido al uso intensivo de sensores, se explican por la variación en la densidad de sensores y el enfoque en el monitoreo continuo. Mientras que otros estudios se enfocan en la predicción con menor cantidad de sensores, nuestro enfoque intensivo permitió un control más detallado y adaptativo del riego.

La investigación también consideró los posibles beneficios medioambientales y económicos del sistema. La reducción en el consumo de agua y la menor necesidad de intervención manual no solo mejoran la sostenibilidad del riego, sino que también pueden traducirse en ahorros significativos para las municipalidades encargadas del mantenimiento de los parques. Este aspecto se alinea con las conclusiones de Solíz Desiderio (2019), quien destacó el potencial de las tecnologías Internet de las cosas y las redes neuronales para contribuir al desarrollo sostenible y a la eficiencia en el uso de recursos.

La investigación muestra que el desarrollo de un sistema de Internet de las cosas basado en redes neuronales para la programación de riego de parques en Lima no solo es viable, sino también altamente eficaz y eficiente. Estos resultados son coherentes con las teorías y antecedentes en la materia, confirmando la utilidad y aplicabilidad de estas tecnologías en la gestión de recursos hídricos urbanos. La metodología y los enfoques adoptados en este estudio podrían ser aplicables a otros contextos, como áreas verdes urbanas y cultivos agrícolas, ampliando el impacto positivo de esta tecnología en la gestión de recursos naturales.

V. CONCLUSIONES

Los resultados demostraron que el uso de este sistema incrementó significativamente la eficacia del control de riego. la dimensión “Control de riego” que obtuvo un 83.3% en el nivel alto del post test, este porcentaje contrasta significativamente con el 6.7% del nivel bajo del post test. Se observó una reducción del 30% en el consumo de agua en comparación con los métodos tradicionales de riego, lo que coincidió con estudios previos que también encontraron una mejora en la eficiencia hídrica mediante el uso de tecnologías de internet de las cosas en sistemas de riego. Esta coincidencia se debió a la capacidad de los sistemas de internet de las cosas para monitorear y ajustar en tiempo real las necesidades de riego según las condiciones climáticas y del suelo.

La implementación del sistema mostró una mejora en la usabilidad para la programación de riego para los operadores de los parques. la dimensión “Control para la programación” que obtuvo un 58.3% en el nivel alto del post test, este porcentaje contrasta significativamente con el 10% del nivel bajo del post test. Permitted una programación más sencilla y precisa del riego.

El sistema de internet de las cosas permitió una reducción del 25% en la necesidad de intervención manual en la programación y monitoreo del riego, la dimensión “Control de recursos humanos” que obtuvo un 75% en el nivel alto del post test, este porcentaje contrasta significativamente con el 15% del nivel bajo del post test. liberando recursos humanos para otras tareas. Esto fue coherente con los resultados obtenidos en otras investigaciones que también reportaron mejoras en la eficiencia operativa mediante la automatización del riego. La coincidencia se explicó por la implementación de algoritmos de redes neuronales que optimizan automáticamente el riego, disminuyendo la dependencia de la intervención humana.

VI. RECOMENDACIONES

Estas sugerencias orientan el camino para futuras investigaciones en nuestro tema de interés.

Se recomienda ampliar el tamaño muestral y caracterizar específicamente ciertos atributos para potenciar la precisión de los hallazgos. Además, abogamos por la adopción de un diseño experimental puro para permitir una comparación más rigurosa y análisis exhaustivos entre grupos experimentales.

Se sugiere explorar nuevos registros relacionados con la aplicación de internet de las cosas en sistemas de control de riego. Esta ampliación puede conducir a la implementación de características novedosas y una comprensión más profunda del tema en cuestión.

Es vital ampliar el repertorio de investigaciones de diversos autores. Esta diversificación puede enriquecer el estudio al permitir la identificación de nuevas dimensiones e indicadores relevantes. Además, se enfatiza la importancia de incluir fuentes académicas contemporáneas y de diferentes idiomas para garantizar la relevancia y actualidad de los datos.

Por último, se propone la integración de la aplicación de internet de las cosas en entornos universitarios, específicamente en el ámbito de la ingeniería de sistemas. Esto puede brindar una oportunidad invaluable para que los estudiantes se familiaricen con el tema ampliando así su comprensión y habilidades en este campo emergente.

REFERENCIAS

Zhu, T., Jiao, X., Xu, J., & Qi, Z. (2021). Neural network soil moisture model for irrigation scheduling. *Computers and Electronics in Agriculture*, 180, 105801.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105801>

Jain, R. K. (2023). Experimental performance of smart IoT-enabled drip irrigation system using and controlled through web-based applications. *Smart Agricultural Technology*, 4, 100215.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.atech.2023.100215>

Chandrappa, V. Y., Ray, B., Ashwatha, N., & Shrestha, P. (2023). Spatiotemporal modeling to predict soil moisture for sustainable smart irrigation. *Internet of Things*, 21, 100671.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.iot.2022.100671>

Essahlaoui, F., Elhajrat, N., Halimi, M., & El Abbassi, A. (2023). New approach to monitoring a wastewater irrigation system controlled by the artificial neural network (ANN). *Groundwater for Sustainable Development*, 23, 100999.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2023.100999>

Guntur, J., Srinivasulu Raju, S., Jayadeepthi, K., & Sravani, C. (2022). An automatic irrigation system using IOT devices. *Materials Today: Proceedings*, 68, 2233–

2238. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.08.438>

Obaideen, K., Yousef, B. A. A., AlMallahi, M. N., Tan, Y. C., Mahmoud, M., Jaber, H., & Ramadan, M. (2022). An overview of smart irrigation systems using IoT. *Energy Nexus*, 7, 100124.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.nexus.2022.100124>

Pardo, M. A., Navarro-González, F. J., & Villacampa, Y. (2022). An algorithm to schedule water delivery in pressurized irrigation networks. *Computers and Electronics in Agriculture*, 201, 107290.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2022.107290>

Parvathi Sangeetha, B., Kumar, N., Ambalgi, A. P., Abdul Haleem, S. L., Thilagam, K., & Vijayakumar, P. (2022). IOT based smart irrigation management system for environmental sustainability in India. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 52, 101973.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.seta.2022.101973>

Wang, W., Gao, H., Xu, L., Zhang, H., & Xiong, J. (2023). Coordinated power-water optimization for precision irrigation among distribution network and agricultural parks. *Energy Reports*, 9, 270–276.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.egy.2023.04.073>

Zhang, H., He, L., Gioia, F. D., Choi, D., Elia, A., & Heinemann, P. (2022). LoRaWAN based internet of things (IoT) system for precision irrigation in plasticulture fresh-market tomato. *Smart Agricultural Technology*, 2, 100053. Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.atech.2022.100053>

- Abioye, A. E., Abidin, M. S. Z., Mahmud, M. S. A., Buyamin, S., Mohammed, O. O., Otuoze, A. O., Oleolo, I. O., & Mayowa, A. (2023). Model based predictive control strategy for water saving drip irrigation. *Smart Agricultural Technology*, 4, 100179. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.atech.2023.100179>
- Blessy, A., Kumar, A., Prabakaran A, Quadir Md, A., Alharbi, A. I., Almusharraf, A., & Khan, S. B. (2023). Sustainable Irrigation Requirement Prediction Using Internet of Things and Transfer Learning. *Sustainability*, 15(10), Article 10. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su15108260>
- Canales-Ide, F., Zubelzu, S., & Rodríguez-Sinobas, L. (2021). Metodología para la evaluación de la eficiencia en el uso del agua en sistemas de riego de parques urbanos extensos. *Ingeniería del agua*, 25(4), 303–317. Disponible en: <https://doi.org/10.4995/ia.2021.15915>
- Froiz-Míguez, I., Lopez-Iturri, P., Fraga-Lamas, P., Celaya-Echarri, M., Blanco-Novoa, Ó., Azpilicueta, L., Falcone, F., & Fernández-Caramés, T. M. (2020). Design, Implementation, and Empirical Validation of an IoT Smart Irrigation System for Fog Computing Applications Based on LoRa and LoRaWAN Sensor Nodes. *Sensors*, 20(23), Article 23. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/s20236865>
- García, L., Parra, L., Jimenez, J. M., Lloret, J., & Lorenz, P. (2020). IoT-Based Smart Irrigation Systems: An Overview on the Recent Trends on Sensors and IoT Systems for Irrigation in Precision Agriculture. *Sensors*, 20(4), Article 4. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/s20041042>

Gloria, A., Dionisio, C., Simões, G., Sebastião, P., & Souto, N. (2019). WSN Application for Sustainable Water Management in Irrigation Systems. *2019 IEEE 5th World Forum on Internet of Things (WF-IoT)*, 833–836.

Disponibile en: <https://doi.org/10.1109/WF-IoT.2019.8767278>

Khan, R., Ali, I., Zakarya, M., Ahmad, M., Imran, M., & Shoaib, M. (2018). Technology-Assisted Decision Support System for Efficient Water Utilization: A Real-Time Testbed for Irrigation Using Wireless Sensor Networks. *IEEE Access*, 6, 25686–25697.

Disponibile en: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2836185>

Morales Romero, R. G., Ruiz Aguilar, G., & Alejo López, S. J. (2020). Impact of Automatization of Irrigation: Case Study. *Computación y Sistemas*, 24(2), Article 2. Disponible en: <https://doi.org/10.13053/cys-24-2-3412>

Susawaengsup, C., Jaradrattanapaiboon, A., Sornsakdanuphap, J., Choengpanya, K., Jaradrattanapaiboon, Y., Tongkoom, K., & Bhuyar, P. (2022). Effect of Fertilization Combined with Shading on Growth and Aromatic Constituents of Niamhom (*Strobilanthes nivea* Craib) Using an Internet of Things (IoT) Controlled Irrigation System. *Horticulturae*, 8(12), Article 12.

Disponibile en: <https://doi.org/10.3390/horticulturae8121130>

Zalacáin, D., Martínez-Pérez, S., Bienes, R., García-Díaz, A., & Sastre-Merlín, A. (2019). Salt accumulation in soils and plants under reclaimed water irrigation in urban parks of Madrid (Spain). *Agricultural Water Management*, 213, 468–476.

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.10.031>

Canales-Ide, F., Zubelzu, S., & Rodríguez-Sinobas, L. (2019). Irrigation systems in smart cities coping with water scarcity: The case of Valdebebas, Madrid (Spain). *Journal of Environmental Management*, 247, 187-195. Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.06.062>

Koncagül, E., Tran, M., Connor, R. (2021). Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2021: el valor del agua; datos y cifras.

Recuperado de https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375751_spa

Djakhdjakha, L., Brahim, F., Hamid, S., & Hamadoun, C. (2023). Towards a semantic structure for classifying IoT agriculture sensor datasets: An approach based on machine learning and web semantic technologies. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 35(8), 101700.

<https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2023.101700>

Akhter, R., & Sofi, S. A. (2022). Precision agriculture using IoT data analytics and machine learning. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 34(8), 5602-5618. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2021.05.013>

- Kang, C., Diverres, G., Karkee, M., Zhang, Q., & Keller, M. (2023). Decision-support system for precision regulated deficit irrigation management for wine grapes. *Computers and Electronics in Agriculture*, 208, 107777. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2023.107777>
- Campos N, G. S., Rocha, A. R., Gondim, R., Coelho da Silva, T. L., & Gomes, D. G. (2020). Smart & Green: An Internet-of-Things Framework for Smart Irrigation. *Sensors*, 20(1), 190. <https://doi.org/10.3390/s20010190>
- Andrés-F Jiménez, P.-F., Cárdenas, P.-F., & Jiménez, F. (2022). Intelligent IoT-multiagent precision irrigation approach for improving water use efficiency in irrigation systems at farm and district scales. *Computers and Electronics in Agriculture*, 192, 106635. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106635>
- Ismail A. Adeleke, Nnamdi I. Nwulu, & Omolola A. Ogbolumani (2023). A hybrid machine learning and embedded IoT-based water quality monitoring system. *Internet of Things*, 22, 100774. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2023.100774>
- Rafael Gonzalez Perea, Rocío Ballesteros, José F. Ortega, & Miguel Ángel Moreno (2021). Water and energy demand forecasting in large-scale water distribution networks for irrigation using open data and machine learning algorithms. *Computers and Electronics in Agriculture*, 188, 106327. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106327>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de operacionalidad

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES									
Variable Independiente	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de Medición	Técnica	Instrumento		
Sistema de Internet de las Cosas basado en redes neuronales	Como indica Guntur (2022) utiliza sensores en varias ubicaciones para detectar el entorno y facilitar el intercambio de información entre nodos. La Internet de las cosas puede monitorear y controlar múltiples dispositivos en la red. Los datos recopilados se procesan en información útil y se transmiten a un dispositivo final del usuario.	El Sistema de Internet de las cosas basado en redes neuronales permitirá medir el funcionamiento u operatividad del sistema.							
NO APLICA									
Variable Dependiente	Definición conceptual	Definición Operacional	DIMENSIÓN	INDICADORES	Escala de Medición	Técnica	Instrumento	Unidad de medida	Fórmula
programación de riego de parques	Ruiz Canales, <i>et. al</i> (2020) Debe responder a dos preguntas básicas: cuándo se debe regar y con cuanta agua hay que regar. La respuesta a la primera pregunta es el intervalo de riego, que es el tiempo transcurrido entre dos aportaciones de agua. La cantidad de agua a aportar en cada riego, en milímetros, es la dosis neta de riego.	El control del suministro de agua en el riego de parques, se verá reflejado en mantener las condiciones óptimas para el crecimiento de las plantas y la estética del parque.	Control de riego	Tiempo de riego	Ordinal	observación directa	planillas ficha de evaluación	Unidad	G: grupo O1: observación antes X: tratamiento O2: observación después
		Control para la programación	Tiempo de ejecución de la programación						
		Control de recursos	Utilización de mano de obra						

Anexo 2: Instrumentos de recolección de datos

FICHA DE EVALUACIÓN PARA LA PROGRAMACIÓN DE RIEGO

FECHA: 02/04/2024

OBSERVADORES:

ITEM	DIMENSIÓN/INDICADOR	CRITERIOS DE EVALUACIÓN			PUNTAJE	
1	D: CONTROL DE RIEGO I: TIEMPO DE RIEGO	Método de riego utilizado	(x) Inundación	() Aspersión	() Bombeo automático	1
2		Consumo	() 80 a 150 litros	() 150 a 220 litros	() 220 a 290 litros	2
3		Tiempo	() 1 m a 10 m	() 10 m a 20 m	() 20 m a 30 m	2
4	D: CONTROL PARA LA PROGRAMACIÓN I: TIEMPO DE EJECUCIÓN PARA LA PROGRAMACIÓN	Adherencia al Cronograma	() Baja: 1 riego por semana	() Promedio: 2 a 3 riego por semana	() Alta: 4 a 5 riego por semana	2
5		Estado de riego	() Ausencia de estrés hídrico	() Estrés hídrico	() Alto estrés hídrico	3
6	D: CONTROL DE RECURSOS I: UTILIZACIÓN DE MANO DE OBRA	Recurso humano	() 1 trabajador	() 2 a 3 trabajadores	() 4 a más	2
7		Área cubierta	() Mínima	() Parcial	() Total	2
TOTAL					14	

CALIFICACIÓN:

D1: CONTROL DE RIEGO	1= Inundación	2= Aspersión	3= Bombeo automático
	1= 80 a 150 litros	2=150 a 220 litros	3= 220 a 290 litros
	3= 1 m a 10 m	2= 10 m a 20 m	1= 20 m a 30 m
D2: CONTROL PARA LA PROGRAMACIÓN	1= Baja: 1 riego por semana	2=Promedio: 2 a 3 riego por semana	3= Alta: 4 a 5 riego por semana
	3= Ausencia de estrés hídrico	2= Estrés hídrico	1= Alto estrés hídrico
D3: CONTROL DE RECURSOS	3=1 trabajador	2= 2 a 3 trabajadores	1= 4 a más
	1= Mínima	2= Parcial	3=Total

Anexo 3: Instrumento de Medición.

I. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres del Experto:

Liendo Arévalo Milner David

Título y/o Grado Académico:

Master en Dirección en Tecnologías de la Información

Doctor ()

Magister ()

Ingeniero ()

Licenciado ()

Otros ()

Universidad que labora:

Universidad Cesar Vallejo

Fecha:

02/12/2023

TESIS: Sistema de Internet de las Cosas basado en redes neuronales para la programación de riego de parques de Lima

Autores: Aquino Aquino, Edison – Herrera Cardozo, Angelo Mauricio

Deficiente (0-20%) Regular (21-50%) Bueno (51-70%) Muy Bueno (71-80%) Excelente (81-100%)

Mediante la evaluación de expertos usted tiene la facultad de calificar la tabla de validación del instrumento involucrado mediante una serie de indicadores con puntuaciones especificadas en la tabla, con la valoración de 0% - 100%. Asimismo, se exhorta a las sugerencias de cambio de ítems que crea pertinente, con la finalidad de mejorar la coherencia de los indicadores para su valoración.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

		VALORACIÓN				
INDICADOR	CRITERIO	Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
CLARIDAD	La tabla es clara al evaluar la metodología del sistema de riego basado en IoT y redes neuronales para parques de Lima.				80%	
OBJETIVIDAD	Son objetivos y permiten una observación clara de los resultados del sistema de riego.					
ACTUALIDAD	Los aspectos evaluados reflejan avances actuales en ciencia y tecnología relevantes para el proyecto de riego.					
ORGANIZACIÓN	Tiene una estructura organizada al evaluar los componentes del sistema de IoT y redes neuronales en el riego.					
SUFICIENCIA	Cubre adecuadamente los aspectos necesarios para el desarrollo del sistema de riego.					
INTENCIONALIDAD	Los indicadores se centran en los aspectos metodológicos y científicos del proyecto de riego.					
PERTENENCIA	El instrumento de evaluación es adecuado para la investigación sobre el sistema de riego en parques de Lima.					
TOTAL						

III. PROMEDIO DE VALIDACIÓN

IV. OPCIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
 El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado

FIRMA DE EXPERTO:



Apellidos y Nombres del Experto:

Liendo Arévalo Milner David

Título y/0 Grado Académico:

Master en Dirección en Tecnologías de la Información

Doctor ()

Magíster (X)

Ingeniero ()

Licenciado ()

Otros ()

TESIS: Sistema de Internet de las Cosas basado en redes neuronales para la programación de riego de parques de Lima

Autores: Aquino Aquino, Edison – Herrera Cardozo, Angelo Mauricio

MUY MAL (1)

MALO (2)

REGULAR (3)

BUENO (4)

EXCELENTE (5)

Mediante la tabla de evaluación de expertos usted tiene la facultad de evaluar la metodología de desarrollo de software involucrada mediante una serie de preguntas con puntuaciones especificadas al final de la tabla. Asimismo, se exhorta a las sugerencias de cambio de ítems que crea pertinente, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas.

		METODOLOGÍA		
ÍTEM	PREGUNTAS	SCRUM	XP	KANBAN
1	¿Qué metodología ofrece un marco adecuado para la innovación y la experimentación en el desarrollo del Sistema de Internet de las Cosas?	5	3	4
2	¿Qué metodología permite una adaptación fluida a los cambios constantes de requisitos en el proyecto de riego de parques de Lima?	5	3	4
3	¿Qué metodología facilita una comunicación efectiva y continua entre los miembros del equipo de desarrollo y los responsables del proyecto de riego?	5	3	4
4	¿Qué metodología se ajusta mejor para manejar la complejidad inherente de un proyecto que integra redes neuronales y tecnologías IoT?	5	3	4
5	¿Qué metodología ofrece mecanismos claros para garantizar la calidad y seguridad en el desarrollo del sistema de riego basado en IoT y redes neuronales?	5	3	4
6	¿Qué metodología promueve la transparencia y la visibilidad en el progreso del desarrollo del sistema de riego?	5	3	4
7	¿Qué metodología permite una rápida entrega de incrementos funcionales en el desarrollo del sistema de riego?	5	3	4
PUNTUACIÓN				

SUGERENCIA

FIRMA DE EXPERTO:



I. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres del Experto:

Liendo Arévalo Milner David

Título y/o Grado Académico:

Master en Dirección en Tecnologías de la Información

Doctor () Magister (X) Ingeniero () Licenciado () Otros ().....

Universidad que labora:

Fecha:

TESIS: Sistema de Internet de las Cosas basado en redes neuronales para la programación de riego de parques de Lima

Autores: Aquino Aquino, Edison – Herrera Cardozo, Angelo Mauricio

INSTRUCCIONES:

- Este cuestionario está dividido en dos secciones: datos generales, que nos permiten caracterizar a la población de estudio y datos específicos que permiten registrar datos.
- Marca con una (X) sólo una opción de acuerdo con lo percibido u observado.
- Las respuestas serán anónimas y confidenciales

Nº	Item	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1	¿Cree que el uso de un sistema de Internet de las Cosas basado en redes neuronales para la programación de riego de parques de Lima le sería útil?					x
2	¿Considera que un sistema de Internet de las Cosas será más útil con redes neuronales y proporcionaría información más precisa y detallada sobre la programación de riego en parques de Lima?					x
3	¿Piensa que la implementación de un sistema de Internet de las Cosas con redes neuronales tendría un impacto positivo en la eficiencia del riego de parques en Lima?					x
4	¿Está de acuerdo en que un sistema de Internet de las Cosas basado en redes neuronales para la programación de riego de parques de Lima debería ser fácil de usar y manejar?				x	
5	¿Cree que la implementación de este sistema influiría positivamente en factores biológicos, como la salud de las plantas en los parques de Lima?					x
6	¿Considera que un sistema de Internet de las Cosas basado en redes neuronales aumentaría la cantidad y calidad de información disponible para la programación de riego en parques de Lima?					x
7	¿Cree que compartir este sistema con otras personas involucradas en el mantenimiento de parques en Lima influenciaría positivamente en la gestión del riego?				x	
8	¿Tiene conocimientos previos acerca de sistemas de Internet de las Cosas basados en redes neuronales para la programación de riego?					x
9	¿Cree que tendría una buena interacción con un sistema de Internet de las Cosas basado en redes neuronales para la programación de riego en parques de Lima?					x

FIRMA DE EXPERTO

Anexo 4: Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADOR	METODOLOGÍA
			VARIABLE			
General	General	General	Independiente			
PG: ¿Cómo influye el desarrollo de un Sistema de IOT basado en redes neuronales para la programación de riego de parques de lima?	OG: Determinar la influencia del desarrollo de un Sistema de Internet de las cosas basado en redes neuronales para la programación de riego de parques de lima.	HG: incrementar la influencia del desarrollo de un Sistema de Internet de las cosas basado en redes neuronales para la programación de riego de parques de lima.	Sistema de Internet de las Cosas basado en redes neuronales	NO APLICA		Tipo de investigación: Aplicada Diseño de la investigación:
Específicos	Específicos	Específicos	Dependiente			Pre-experimental
PE1: ¿Cuál será la influencia de un sistema de Internet de las cosas basado en redes neuronales en la eficacia del control de riego para la programación en parques de Lima?	OE1: Determinar la influencia de un sistema de Internet de las cosas basado en redes neuronales en la eficacia del control de riego para la programación en parques de Lima.	HE1: El uso de un sistema de Internet de las cosas basado en redes neuronales incrementa el nivel de eficacia en el control de riego para la programación en parques de Lima	programación de riego de parques	Control de riego	Tiempo de riego	Población: Parque Santa Ana Muestra: Parque Santa Ana.
PE2: ¿Cuál será la influencia de un sistema de Internet de las cosas basado en redes neuronales en la usabilidad del control para la programación de riego en parques de lima?	OE2: Determinar la influencia de un sistema de Internet de las cosas basado en redes neuronales en la usabilidad del control para la programación de riego en parques de Lima.	HE2: El uso de un sistema de Internet de las cosas basado en redes neuronales incrementa el nivel de usabilidad del control para la programación de riego en parques de Lima		Control para la programación	Tiempo de ejecución de la programación	
PE3: ¿Cuál será la influencia de un sistema de Internet de las cosas basado en redes neuronales en la eficiencia del control de recursos humanos para la programación de riego en parques de lima?	OE3: Determinar la influencia de un sistema de Internet de las cosas basado en redes neuronales en la eficiencia del control de recursos humanos sobre la programación de riego en parques de Lima.	HE3: El uso de un sistema de Internet de las cosas basado en redes neuronales incrementa el nivel de eficiencia en el control de recursos humanos para la programación de riego en parques de Lima.		Control de recursos humanos	Utilización de mano de obra	

Anexo 6: Análisis complementario

Ficha de cálculo del pre test

DÍA	ITEM 1	ITEM 2	ITEM 3	ITEM 4	ITEM 5	ITEM 6	ITEM 7	D1	D2	D3	PROGRAMACION DE RIEGO
4/2/2024	1	2	2	2	3	2	2	5	5	4	14
4/4/2024	1	3	3	2	2	3	3	7	4	6	17
4/6/2024	1	2	2	2	1	3	1	5	3	4	12
4/9/2024	1	3	3	2	1	2	1	7	3	3	13
4/11/2024	1	2	2	2	3	2	2	5	5	4	14
4/13/2024	1	3	1	2	3	2	2	5	5	4	14
4/16/2024	1	1	1	2	3	3	1	3	5	4	12
4/18/2024	1	3	1	2	3	2	3	5	5	5	15
4/20/2024	1	2	2	2	3	2	3	5	5	5	15
4/23/2024	1	2	2	2	3	2	3	5	5	5	15
4/25/2024	1	1	1	2	3	3	1	3	5	4	12
4/27/2024	1	3	1	2	3	2	2	5	5	4	14

Ficha de cálculo del pos test

DÍA	ITEM 1	ITEM 2	ITEM 3	ITEM 4	ITEM 5	ITEM 6	ITEM 7	D1 POST	D2 POST	D3 POST	PROGRA MACION DE RIEGO
01/05/2024	3	1	3	3	3	3	3	7	6	6	19
04/05/2024	3	2	2	2	3	3	3	7	5	6	18
10/05/2024	3	1	3	3	3	3	3	7	6	6	19
13/05/2024	3	1	3	2	3	3	2	7	5	5	17
14/05/2024	3	2	2	2	3	3	3	7	5	6	18
18/05/2024	3	1	3	2	3	3	2	7	5	5	17
20/05/2024	3	1	3	3	3	3	3	7	6	6	19
21/05/2024	3	2	2	2	3	3	3	7	5	6	18
25/05/2024	3	1	3	2	3	3	2	7	5	5	17
28/05/2024	3	2	3	3	3	3	3	8	6	6	20
29/05/2024	3	2	2	2	3	3	3	7	5	6	18
31/05/2024	3	2	3	3	3	3	3	8	6	6	20

PTAR de Lima por cono

NORTE	ESTE	SUR
1- PTAR Ancón (Ancón)	6- PTAR Nueva Sede (Agustino)	11- Cámara de Reja Punto A (Surco)
2- PTAR Santa Rosa (Santa Rosa)	7- PTAR Cara pongo (Ate Vitarte)	12- Cámara de Rejas La Chira (Chorrillos)
3- PTAR Ventanilla (Ventanilla)	8- PTAR S.A. Cara pongo (Lurigancho-Chosica)	13- PTAR San Juan (San Juan de Miraflores)
4- PTAR Taboada (Callao)	9- PTAR Cieneguilla(Cieneguilla)	14- PTAR Jose Gálvez (Villa Maria)
5- PTAR Puente Piedra (San Martín de Porres)	10- PTAR Manchay (Pachacamac)	15- PTAR Huáscar - Parque 26 (Villa Salvador)
		16- PTAR Nuevo Lurín (Lurín)
		16- PTAR J.C. Tello (Lurín)
		16- PTAR S.P. Lurín(Lurín)
		17- PTAR Punta Hermosa (Punta Hermosa)
		18- PTAR San Bartolo (San Bartolo)
		19- PTAR Pucusana (Pucusana)

Anexo 7: Otras evidencias

Diseño y Arquitectura Del Sistema

7.1 Modelo del sistema

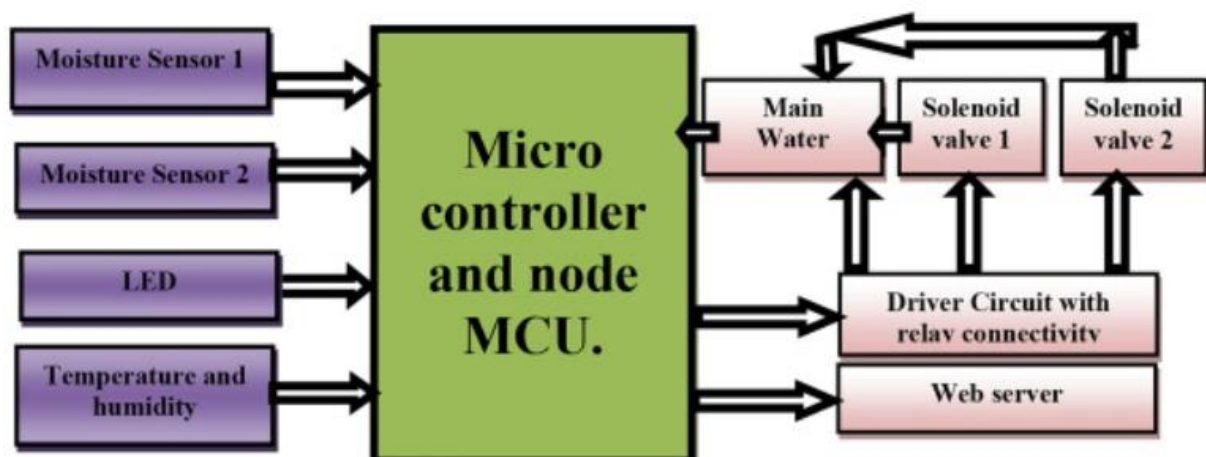
Una representación simplificada de un sistema o fenómeno complejo, creada con el fin de facilitar su comprensión y análisis en un contexto de estudio manejable. (Garnica, 2019).

Se refiere a la creación de modelos que destacan los aspectos clave de un sistema complejo, facilitando su comprensión. Estos modelos pueden ser diagramas, gráficos o descripciones narrativas, y tienen como objetivo hacer más accesible la realidad para su estudio.

7.1.1 Descripción del Modelo

Se presenta una innovadora propuesta de diseño para un sistema de riego por goteo habilitado para Internet de las Cosas (IoT). Este sistema de control de detección utiliza un enfoque de fusión de sensores, integrando múltiples sensores en una única unidad de proceso. Los sensores de humedad están vinculados a dispositivos IoT, los cuales transmiten datos a través de conexiones Wi-Fi. Estos datos se almacenan en un servidor en la nube, conectado a una unidad central. Esta configuración permite una retroalimentación precisa para controlar la bomba de riego. Los detalles de la unidad central y los dispositivos IoT se ilustran en la Figura 2.

Diagrama esquemático detallado del sistema de control para el sistema de riego por goteo inteligente habilitado para IoT.



En este sistema, los sensores están vinculados tanto al microcontrolador como al nodeMCU (unidad de microcontrol). Estos sensores reaccionan en función de las condiciones de humedad del terreno y transmiten la información al microcontrolador y al nodeMCU. Dependiendo de las necesidades, la bomba se activará automáticamente en función de las necesidades de agua a través del solenoide, donde se establece el valor límite de la condición de humedad en el microcontrolador. Los valores detectados por los sensores se visualizan en la computadora. Si el valor detectado excede los valores límite, la bomba se apagará/encenderá automáticamente dependiendo de las necesidades de la planta, ya sea 1 o 2. Esto enviará la información del estado del agua durante la plantación y los datos también se actualizarán en la página web. Estos datos web se guardarán en la nube. Además, se ha desarrollado una aplicación móvil para supervisar los datos. De esta manera, el usuario puede acceder fácilmente a los detalles sobre el estado del campo en cualquier momento y lugar.

7.2 Arquitectura del sistema

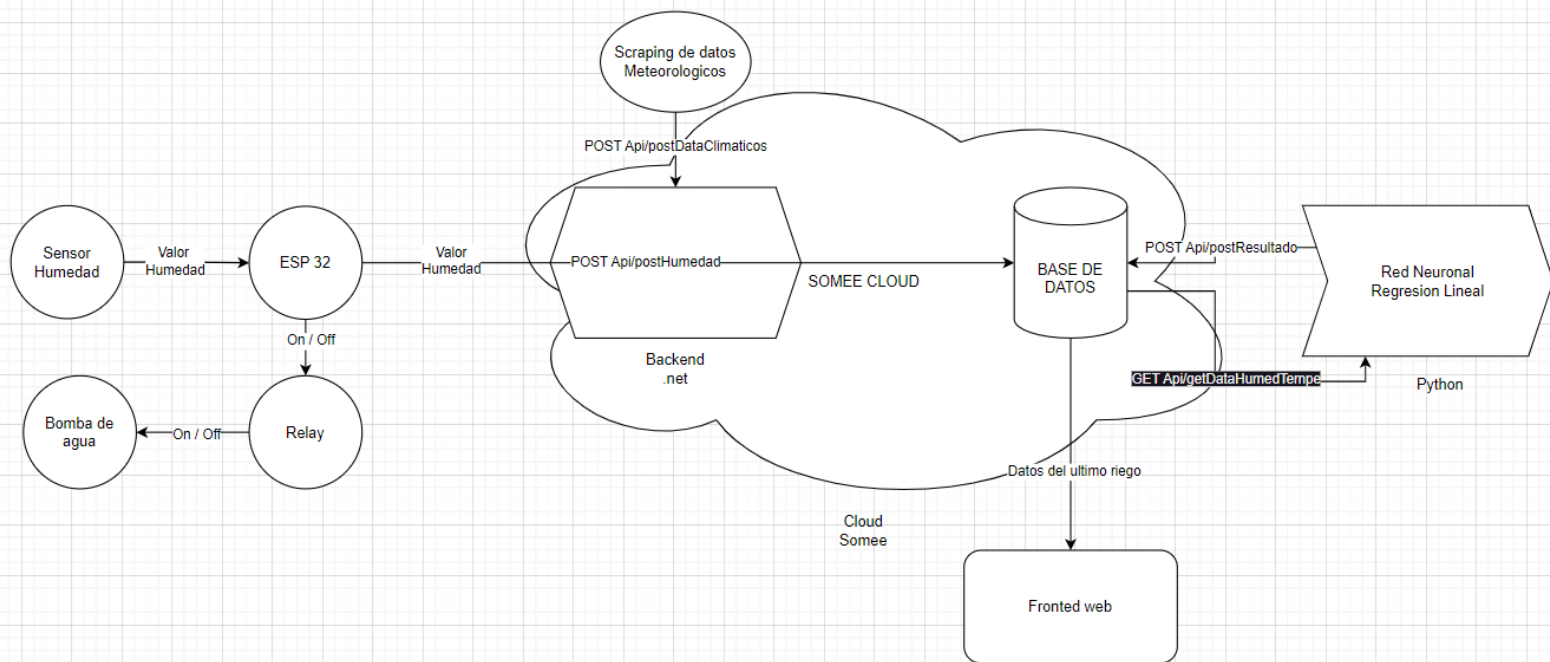
Describe el proceso más avanzado de diseño, desarrollo y estructura de los sistemas informáticos, incluidos subsistemas, dispositivos de red, hardware y software. Sus modelos conceptuales describen la estructura y el comportamiento de una gran variedad de componentes y subsistemas físicos y lógicos conectados entre sí (Universidad Internacional de La Rioja, 2024).

7.2.1 Diseño de arquitectura

Para diseñar la arquitectura del sistema para habilitar el sistema de riego utilizando la aplicación Android con Redes Neuronales, se utilizan los siguientes módulos de hardware como se indica a continuación.

- **Sensor de humedad del suelo:** Un sensor de humedad del suelo es un dispositivo que mide la humedad actual del suelo. Los sensores integrados en el sistema de riego ayudan a programar el suministro y la distribución de agua de forma mucho más eficiente (EOS, 2022).

- Sensor de humedad y temperatura (DHT11): El DHT11 es un sensor de humedad relativa y temperatura de bajo costo y de media precisión a un bajo precio. La salida suministrada es de tipo digital utilizando solamente 1 pin de datos (naylamp mechatronics, 2023).
- Bomba de agua sumergida 12V DC: Una bomba sumergible es un tipo de bomba que se sumerge completamente dentro de un líquido. Este tipo de bombas contienen uno o varios impulsores que forman la parte hidráulica y que permite bombear el líquido en el que se encuentran inmersas hacia el exterior (steknos, 2024).
- Microcontrolador (ESP32): El módulo ESP32 es una solución de Wi-Fi/Bluetooth todo en uno, integrada y certificada que proporciona no solo la radio inalámbrica, sino también un procesador integrado con interfaces para conectarse con varios periféricos (digkey, 2020).

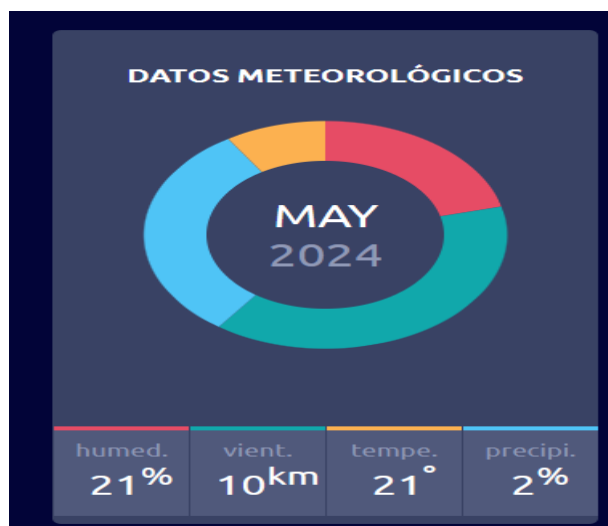


7.3 Frontend del sistema.

Aquí se ve como cuenta con una interfaz de usuario intuitiva y moderna que proporciona información detallada sobre los datos meteorológicos y los detalles del riego realizado basado en las predicciones meteorológicas.



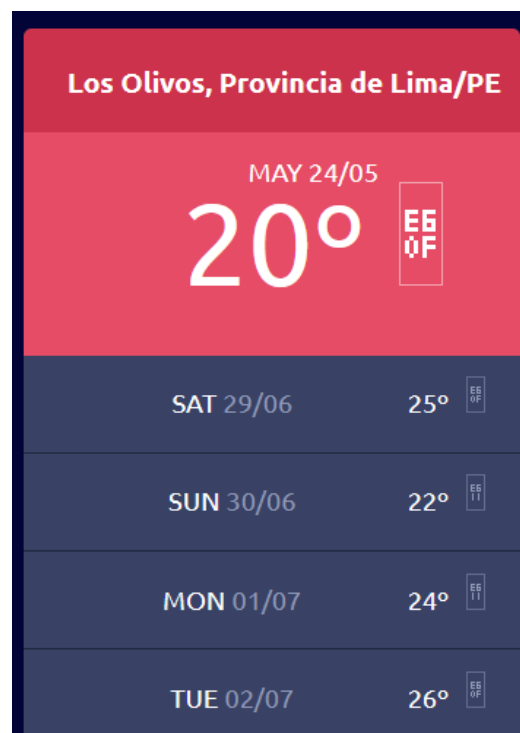
Muestra un resumen de las condiciones meteorológicas actuales, incluyendo temperatura, humedad, velocidad del viento y precipitaciones.



Un gráfico animado que muestra de manera visual y dinámica el porcentaje de agua utilizado, proporcionando una representación clara y atractiva del consumo de agua.

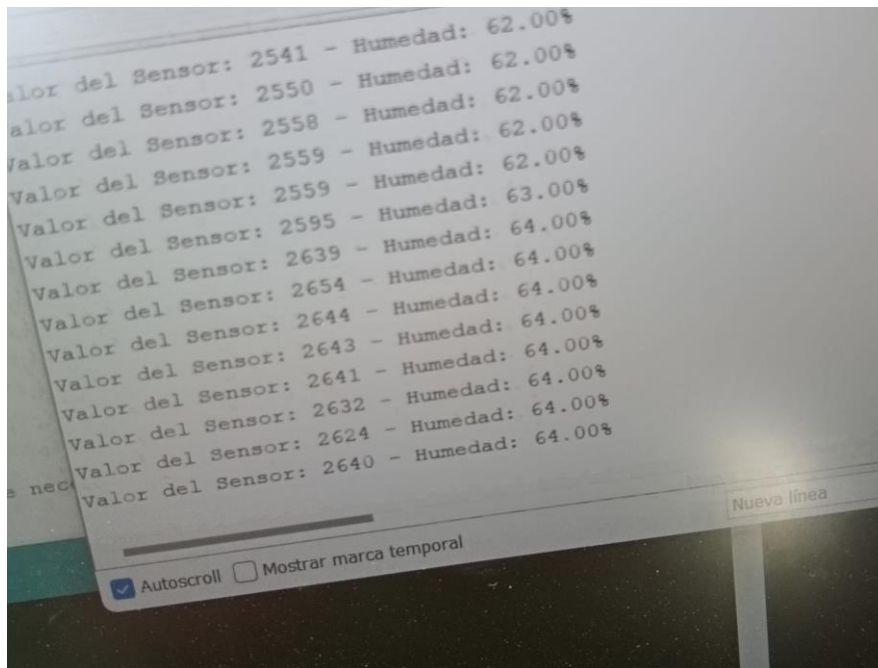


Aquí se muestra la temperatura actual y las temperaturas previstas para cada día de la semana, ayudando a visualizar rápidamente y tomar decisiones informadas sobre el riego.



7.4 Operando el sistema

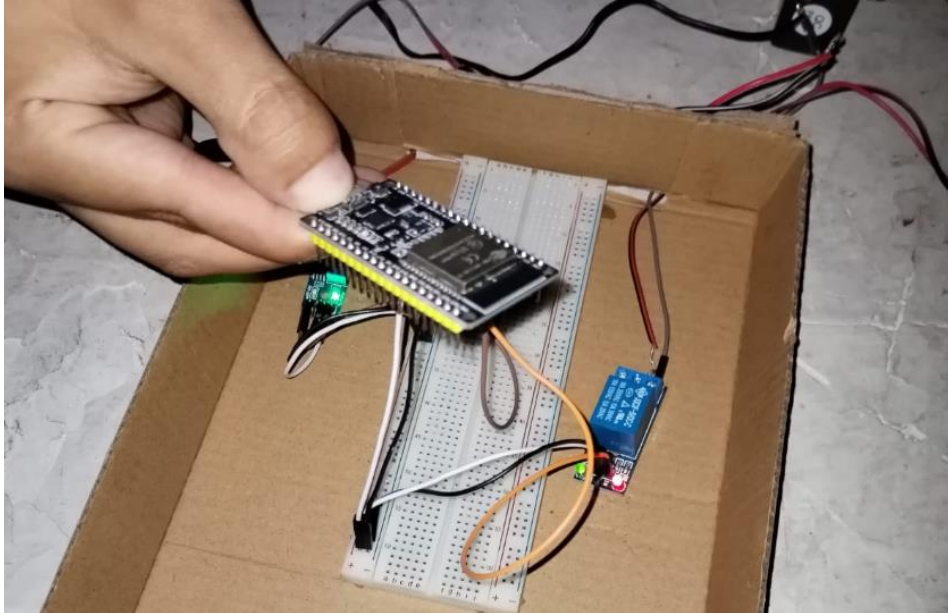
Capturando la humedad



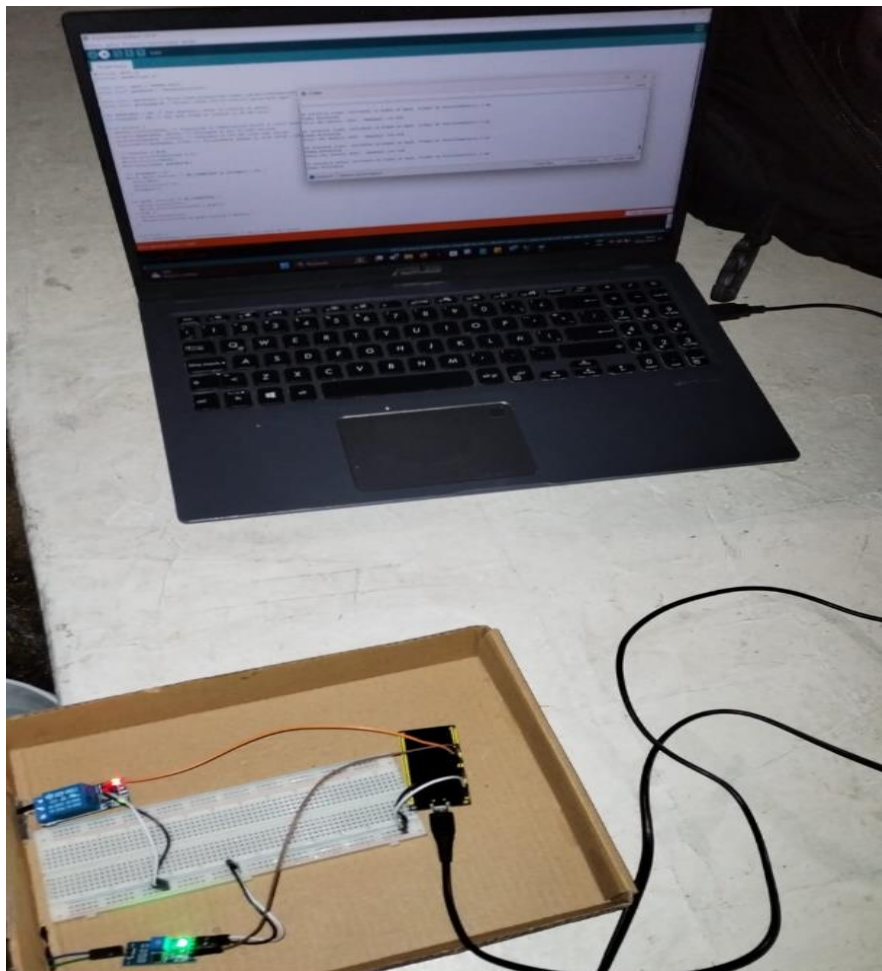
Sensor de humedad



Activando el microcontrolador ESP32



Sistema en funcionamiento



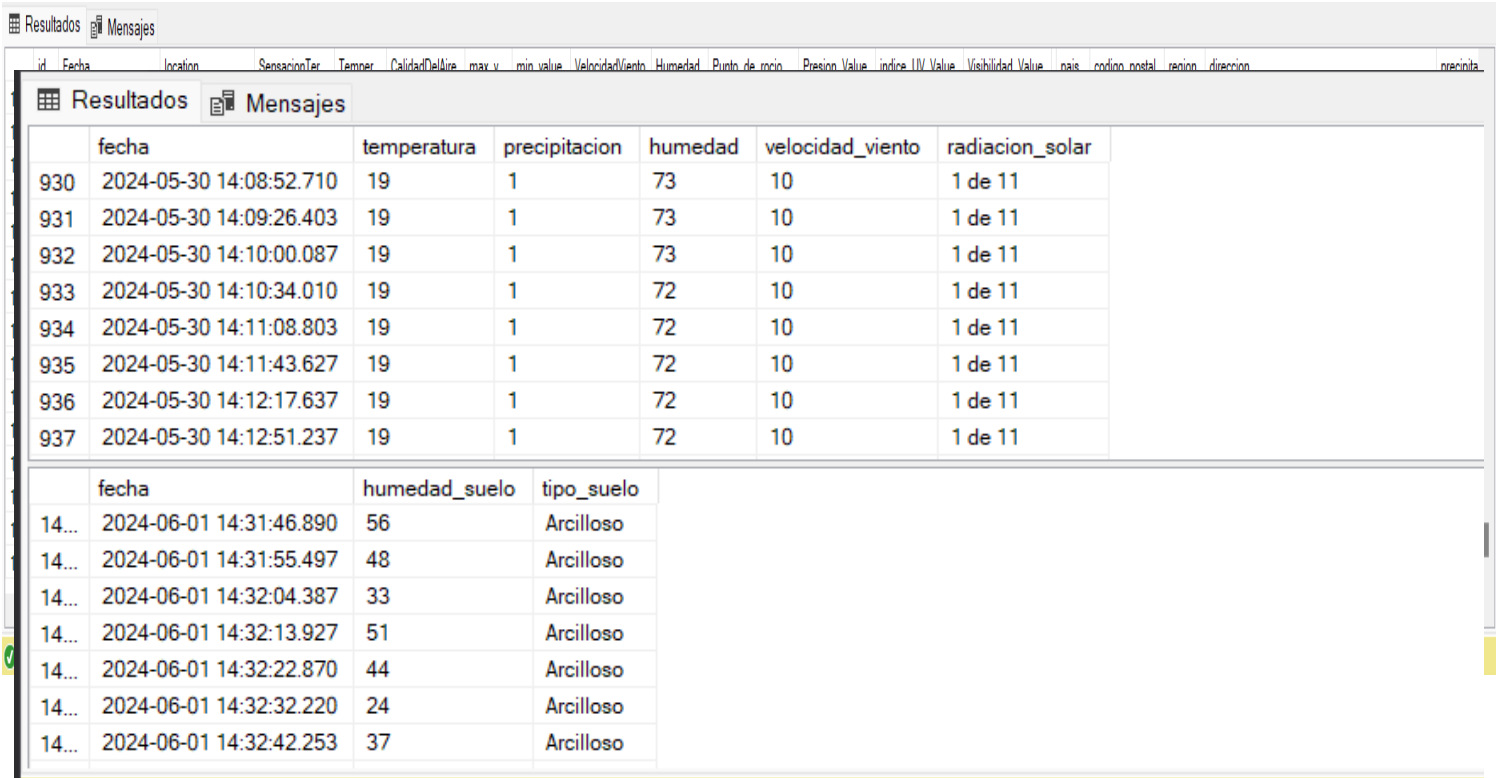
Proceso de riego



Insertando datos a la base de datos del sistema

```
SQLQuery1.sql - Programacion_Riego.mssql.somee.com.Programacion_Riego (Cabezon_SQLLogin_1 (74))* - Microsoft SQL Server Management Studio
Archivo  Editar  Ver  Consulta  Proyecto  Herramientas  Ventana  Ayuda
Programacion_Riego  Ejecutar  Nueva consulta  SQLQuery1.sql - Pr...on_SQLLogin_1 (74)*
SQLQuery2.sql - Pr...on_SQLLogin_1 (82)*  SQLQuery1.sql - Pr...on_SQLLogin_1 (74)*
25  DECLARE @FECHA VARCHAR(MAX) = GETDATE();
26
27  BEGIN TRY
28      SELECT
29          --InsertarHumedad '30[Arcilloso]18[25]79%[13km/h]0 de 11[True]5'
30          @Humedad_Suelo = (SELECT NAME FROM dbo.splitstring(@Data, '|') WHERE Id=1),
31          @TipoSuelo = (SELECT NAME FROM dbo.splitstring(@Data, '|') WHERE Id=2),
32          @Temperatura = (SELECT NAME FROM dbo.splitstring(@Data, '|') WHERE Id=3),
33          @Precipitacion = (SELECT NAME FROM dbo.splitstring(@Data, '|') WHERE Id=4),
34          @Humedad_Ambiente = (SELECT NAME FROM dbo.splitstring(@Data, '|') WHERE Id=5),
35          @VelocidadViento = (SELECT NAME FROM dbo.splitstring(@Data, '|') WHERE Id=6),
36          @Radiacion_UV = (SELECT NAME FROM dbo.splitstring(@Data, '|') WHERE Id=7),
37          @NecesitaRiego = (SELECT NAME FROM dbo.splitstring(@Data, '|') WHERE Id=8),
38          @DuracionRiego = (SELECT NAME FROM dbo.splitstring(@Data, '|') WHERE Id=10),
39
40          @CantidadAgua = CONVERT(DECIMAL(18, 2), REPLACE(NAME, ',', '.')) FROM dbo.splitstring(@Data, '|') WHERE Id = 9;
41
42
43  --descomentar esto
44  INSERT INTO DatosSuelo (fecha, humedad_suelo, tipo_suelo)
45  VALUES (@FECHA, CONVERT(DECIMAL, @Humedad_Suelo), @TipoSuelo);
46
47  INSERT INTO DatosMeteorologicos (fecha, temperatura, precipitacion, humedad, velocidad_viento, radiacion_solar)
48  VALUES
49  (GETDATE(), -- FECHA
50   CAST(REPLACE(@Temperatura, ',', '') AS DECIMAL(5,2)), -- TEMPERATURA
51   CAST(REPLACE(@Precipitacion, ',', '') AS DECIMAL(5,2)), -- PRECIPITACION
52   CAST(REPLACE(@Humedad_Ambiente, ',', '') AS DECIMAL(5,2)), -- HUMEDAD
53   CAST(REPLACE(@VelocidadViento, 'km/h', '') AS DECIMAL(5,2)),
54   @Radiacion_UV
55  );
56
57  INSERT INTO NeuralNetworkResults (Prediction, WaterAmount, DateInserted) values
58  (@NecesitaRiego, @CantidadAgua, GETDATE());
59
60  SET @RESULTADO = 1
92 %
Resultados  Mensajes
Resultado
1  True5.00
Consulta ejecutada correctamente.  Programacion
```

Los datos meteorológicos que recolectamos por días SQL Server



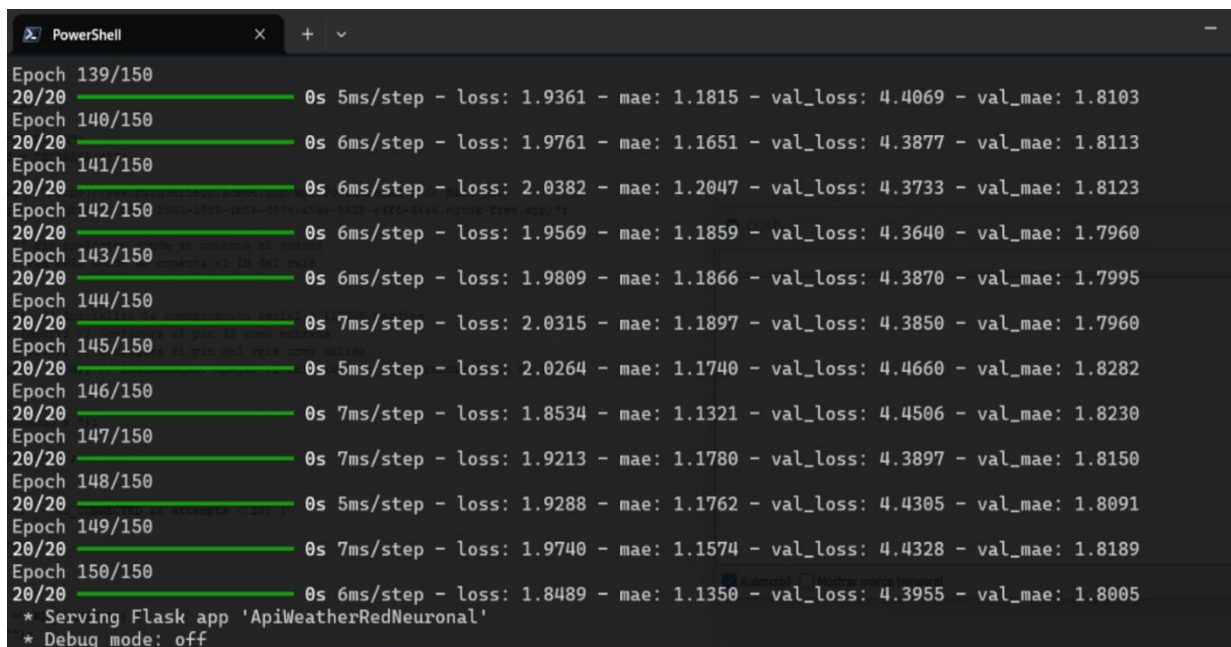
The screenshot shows a SQL Server query results window with two tables. The first table contains real-time weather data for May 30, 2024, and the second table contains soil moisture and soil type data for June 1, 2024.

id	Fecha	location	SensacionTer	Temper	CalidadDelAire	may v	min value	Velocidad/Viento	Humedad	Punto de rocío	Presion Value	indice UV Value	Visibilidad Value	nais	codigo postal	region	direccion	precipita
930	2024-05-30 14:08:52.710			19	1			73	10									1 de 11
931	2024-05-30 14:09:26.403			19	1			73	10									1 de 11
932	2024-05-30 14:10:00.087			19	1			73	10									1 de 11
933	2024-05-30 14:10:34.010			19	1			72	10									1 de 11
934	2024-05-30 14:11:08.803			19	1			72	10									1 de 11
935	2024-05-30 14:11:43.627			19	1			72	10									1 de 11
936	2024-05-30 14:12:17.637			19	1			72	10									1 de 11
937	2024-05-30 14:12:51.237			19	1			72	10									1 de 11

id	fecha	humedad_suelo	tipo_suelo
14...	2024-06-01 14:31:46.890	56	Arcilloso
14...	2024-06-01 14:31:55.497	48	Arcilloso
14...	2024-06-01 14:32:04.387	33	Arcilloso
14...	2024-06-01 14:32:13.927	51	Arcilloso
14...	2024-06-01 14:32:22.870	44	Arcilloso
14...	2024-06-01 14:32:32.220	24	Arcilloso
14...	2024-06-01 14:32:42.253	37	Arcilloso

Datos climáticos en tiempo real.

Entrenamiento de la red neuronal



```
PowerShell
Epoch 139/150
20/20 ██████████ 0s 5ms/step - loss: 1.9361 - mae: 1.1815 - val_loss: 4.4069 - val_mae: 1.8103
Epoch 140/150
20/20 ██████████ 0s 6ms/step - loss: 1.9761 - mae: 1.1651 - val_loss: 4.3877 - val_mae: 1.8113
Epoch 141/150
20/20 ██████████ 0s 6ms/step - loss: 2.0382 - mae: 1.2047 - val_loss: 4.3733 - val_mae: 1.8123
Epoch 142/150
20/20 ██████████ 0s 6ms/step - loss: 1.9569 - mae: 1.1859 - val_loss: 4.3640 - val_mae: 1.7960
Epoch 143/150
20/20 ██████████ 0s 6ms/step - loss: 1.9809 - mae: 1.1866 - val_loss: 4.3870 - val_mae: 1.7995
Epoch 144/150
20/20 ██████████ 0s 7ms/step - loss: 2.0315 - mae: 1.1897 - val_loss: 4.3850 - val_mae: 1.7960
Epoch 145/150
20/20 ██████████ 0s 5ms/step - loss: 2.0264 - mae: 1.1740 - val_loss: 4.4660 - val_mae: 1.8282
Epoch 146/150
20/20 ██████████ 0s 7ms/step - loss: 1.8534 - mae: 1.1321 - val_loss: 4.4506 - val_mae: 1.8230
Epoch 147/150
20/20 ██████████ 0s 7ms/step - loss: 1.9213 - mae: 1.1780 - val_loss: 4.3897 - val_mae: 1.8150
Epoch 148/150
20/20 ██████████ 0s 5ms/step - loss: 1.9288 - mae: 1.1762 - val_loss: 4.4305 - val_mae: 1.8091
Epoch 149/150
20/20 ██████████ 0s 7ms/step - loss: 1.9740 - mae: 1.1574 - val_loss: 4.4328 - val_mae: 1.8189
Epoch 150/150
20/20 ██████████ 0s 6ms/step - loss: 1.8489 - mae: 1.1350 - val_loss: 4.3955 - val_mae: 1.8005
* Serving Flask app 'ApiWeatherRedNeuronal'
* Debug mode: off
```

Código de la Red neuronal

```
Archivo Editar Selección Ver Ir Ejecutar Terminal ... < -> Buscar
ApiWeatherRedNeuronal.py 9+ X
C:\Users\Xngel\OneDrive\Escritorio\TESIS\PROYECTO-TESIS\Backend\Scraping-Clima\ApiWeatherRedNeuronal.py [0] api_url
1 import numpy as np
2 import pandas as pd
3 from tensorflow.keras.models import Sequential
4 from tensorflow.keras.layers import Dense
5 from sklearn.model_selection import train_test_split
6 from sklearn.preprocessing import StandardScaler
7 from flask import Flask, request, jsonify
8 from bs4 import BeautifulSoup
9 from geopy.geocoders import Nominatim
10 import requests
11
12 app = Flask(__name__)
13
14
15 api_url = "http://parqueriego.somee.com/api/getDataFit"
16 response = requests.get(api_url)
17
18 if response.status_code == 200:
19
20     api_text = response.content.decode('utf-8')
21     api_data = api_text.split('-')
22
23
24     attribute_names = api_data[0].split('|')
25
26
27     data = {}
28     for name in attribute_names:
29         data[name] = []
30
31
32     for entry in api_data[1:]:
33         values = entry.split('|')
34         for i, value in enumerate(values):
35             data[attribute_names[i]].append(float(value) if value.replace('.', '').isdigit() else value)
36
37     # Eliminar el campo 'Id' si existe
Ln. 15, col. 1
```

Código Arduino

```
RiegoParque Arduino 1.8.18
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

RiegoParque
// iot
#include <WiFi.h>
#include <HTTPClient.h>

const char* ssid = "GABRIELA";
const char* password = "HERRERA165";

const char* serverUrl = "https://www.parqueriego.somee.com/api/PostHumedad"; // Base URL
const char* serverNgrok = "https://b924-2001-1388-1b8e-d87e-a5ae-562b-e4f6-34a6.ngrok-free.app/";

int sensorPin = 32; // Pin analógico donde se conecta el sensor
int relayPin = 26; // Pin GPIO donde se conecta el IN del relé

void setup() {
  Serial.begin(115200); // Inicializa la comunicación serial a 115200 baudios
  pinMode(sensorPin, INPUT); // Configura el pin 32 como entrada
  pinMode(relayPin, OUTPUT); // Configura el pin del relé como salida
  digitalWrite(relayPin, HIGH); // Inicialmente apagar el relé (HIGH o LOW dependiendo de tu relé)

  // Conectar a WiFi
  Serial.print("Conectando a ");
  Serial.println(ssid);
  WiFi.begin(ssid, password);

  int attempts = 0;
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED && attempts < 20) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
    attempts++;
  }

  if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {
    Serial.println("");
    Serial.println("Conectado a WiFi");
  } else {
    Serial.println("");
    Serial.println("No se pudo conectar a WiFi");
  }
}

void loop() {
  Subido
```