



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Sistema IoT para el control medio ambiental de la ciudad  
de Puno, 2023**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero de Sistemas

**AUTOR:**

Choque Zuñiga, Edmer ([orcid.org/0000-0001-5388-8160](https://orcid.org/0000-0001-5388-8160))

**ASESOR:**

Dr. Agreda Gamboa, Everson David ([orcid.org/0000-0003-1252-9692](https://orcid.org/0000-0003-1252-9692))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Sistemas de Información y Comunicaciones

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA - PERÚ

2023

## **Dedicatoria**

*A Dios por ser mi guía espiritual en todo instante.*

*A mis Padres Marcelo Choque y Fortunata Zuñiga, por su infinito amor y apoyo incondicional que me brindaron a lo largo de toda mi formación profesional.*

*A mi novia Grety Nayda Pacosonco que siempre estuvo en todo momento brindándome de su apoyo y dándome ese aliento de siempre poder triunfar.*

*A mis compañeros y amigos quienes sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento, alegrías y tristezas.*

Edmer Choque

## **Agradecimiento**

*A las instituciones oficiales de la ciudad de Puno por el apoyo brindado con la información medio ambiental necesaria para la realización de este proyecto.*

*A la Universidad César Vallejo por su apoyo en la consecución de una meta muy importante para mí desarrollo profesional, a mis docentes que me guiaron y me impartieron de sus conocimientos.*

Edmer Choque

## Índice de contenidos

	Pág.
Dedicatoria .....	i
Agradecimiento.....	ii
Índice de contenidos .....	iii
Índice de tablas .....	iv
Índice de figuras .....	v
Resumen.....	vi
Abstract .....	vii
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
<b>III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>13</b>
3.1 Tipo y diseño de investigación .....	13
3.2 Variables y operacionalización .....	13
3.3 Población, muestra y muestreo .....	14
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	15
3.5 Procedimientos.....	15
3.6 Método de análisis de datos.....	16
3.7 Aspectos éticos .....	17
<b>IV. RESULTADOS .....</b>	<b>18</b>
<b>V. DISCUSIÓN .....</b>	<b>33</b>
<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>35</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>36</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>37</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>41</b>

## Índice de tablas

	Pág.
<b>Tabla 1.</b> Antes y después.....	18
<b>Tabla 2.</b> Tiempo promedio de medición de la temperatura.....	19
<b>Tabla 3.</b> Hipótesis tiempo de medición de la temperatura .....	20
<b>Tabla 4.</b> <i>Prueba de U de Mann Whitney, tiempo de medición de temperatura en grados centígrados (°C).</i> .....	20
<b>Tabla 5.</b> <i>Prueba Z, tiempo de medición de temperatura en grados centígrados (°C).</i> .....	20
<b>Tabla 6.</b> Prueba de normalidad tiempo de medición de la humedad relativa en porcentaje (%). .....	23
<b>Tabla 7:</b> Hipótesis tiempo de medición de la humedad relativa en (%) .....	24
<b>Tabla 8:</b> <i>Prueba de U de Mann Whitney, tiempo de medición de temperatura en gradoscentígrados (°C).</i> .....	24
<b>Tabla 9:</b> Prueba Z, tiempo de medición de la humedad relativa (%). .....	25
<b>Tabla 10:</b> <i>Prueba de normalidad del indicador - Cantidad de muestras de control de temperatura</i> .....	27
<b>Tabla 11:</b> <i>Hipótesis sobre la cantidad de muestras de control de temperatura. ..</i>	27
<b>Tabla 12:</b> <i>Estadísticas del grupo correspondientes a la cantidad de muestras de control de temperatura</i> .....	28
<b>Tabla 13:</b> <i>Prueba de muestras independientes, numero de muestras de control de temperatura</i> .....	28
<b>Tabla 14:</b> <i>Prueba de normalidad del indicador - Cantidad de muestras de control de temperatura.</i> .....	30
<b>Tabla 15:</b> Hipótesis Cantidad de muestras de control de humedad.....	31
<b>Tabla 16:</b> <i>Estadísticos de grupo, Cantidad de muestras de control de la humedad relativa</i> .....	31
<b>Tabla 17:</b> <i>Prueba de muestras independientes, Cantidad de muestras de la humedad relativa</i> .....	32

## Índice de figuras

	Pág.
Figura 1. Tiempo promedio en segundos de la medición de la temperatura.....	18
<i>Figura 2.</i> Antes y después de la implementación - tiempo de medición de la humedad relativa.....	22
Figura 3: La cantidad de muestras de control de temperatura se tomaron antes y después de transcurrir una hora.....	26
Figura 4: Antes y después cantidad de muestras de humedad relativa en el lapso de 1 hora.....	29

## Resumen

La investigación tuvo como objetivo mejorar el control medio ambiental de la ciudad de Puno en el año 2023 mediante la implementación de un sistema IoT. El tipo de investigación fue aplicada y de diseño preexperimental. Se utilizaron tres indicadores: Tiempo promedio de medición de la temperatura; Tiempo de medición de la humedad relativa; Cantidad de muestras de temperatura; Cantidad de muestras de humedad, utilizando una muestra poblacional de 120 registros diarios. La implementación del software fue bajo la metodología RUP. Como resultado se tuvo que, para el primer indicador hubo una reducción del 98.32%; para el segundo indicador hubo un incremento del 97.83%; para el tercer indicador hubo un incremento del 1000% y; para el cuarto indicador hubo otro incremento del 1000%. Como conclusión general se tuvo que, el sistema IoT logra mejorar significativamente el control medio ambiental en la ciudad de Puno.

*Palabras clave: Sistema IoT, proceso de control, medio ambiente, ciudad.*

## Abstract

The objective of the research was to improve the environmental control of the city of Puno in the year 2023 through the implementation of an IoT system. The type of research was applied and pre-experimental design. Three indicators were used: average temperature measurement time; relative humidity measurement time; number of temperature samples; number of humidity samples, using a population sample of 120 daily records. The software was implemented under the RUP methodology. As a result, for the first indicator there was a reduction of 98.32%; for the second indicator there was an increase of 97.83%; for the third indicator there was an increase of 1000%; and for the fourth indicator there was another increase of 1000%. As a general conclusion, the IoT system significantly improves environmental control in the city of Puno.

*Keywords: IoT system, control process, environment, city.*

## I. INTRODUCCIÓN

En el **contexto internacional**, según Ordinola (2022) afirma que, el entorno que nos rodea es intrincado y sufre continuos cambios a distintos ritmos. El clima es una de las muchas cosas que notamos cambiar de un día para otro. Las estrategias de control en tiempo real tienen el potencial de hacer que la recogida de datos sea más eficiente y menos costosa con el tiempo. También pueden, hasta cierto punto, eliminar la necesidad de tomar muestras, recogerlas, manipularlas y transportarlas a un laboratorio, tanto si éste se encuentra en el lugar como si no. La contaminación del medio ambiente, sobre todo en forma de partículas diminutas y rayos ultravioleta (UV), es otra cuestión importante para la salud de la población de todo el planeta. La comunidad científica de las naciones contemporáneas, tanto desarrolladas como en vías de desarrollo, se enfrenta a un importante desafío en forma de un importante problema de detección y regulación de contaminantes en el medio ambiente. Este reto está presente en todos los países modernos.

En el **contexto nacional**, según Ramos (2023), el estudio de variabilidad de datos de PM10, PM2.5, CO, NO2 y SO2 fueron anotados en puntos de observación en los puestos de monitoreo del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) ubicadas en el Centro, Este, Norte y Sur de Lima, contrastando estos datos con la normativa establecida por la Norma de Calidad del Aire Ambiental (ECA aire) y la normativa de referencia de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Esta investigación estratégica no experimental se realizó con el fin de analizar el efecto de las festividades de fin de año en la contaminación atmosférica del área metropolitana de Lima durante el período comprendido entre 2013 y 2021. La curiosidad por evaluar el efecto sirvió de impulso para llevar a cabo la investigación. Los resultados revelan que durante las vacaciones de invierno se observaron los niveles más altos de concentración de partículas contaminantes, especialmente en los años 2016 y 2017. Además, se observó que las estaciones ubicadas en el Centro de Lima tuvieron el menor impacto en la calidad del aire durante dicho período vacacional.

Este fue el caso particularmente en 2016 y 2017. En lo que respecta a la tendencia de PM10 y PM2.5, en el transcurso de una hora, los mayores valores se registraron entre la medianoche y las tres o cuatro de la mañana del día siguiente. Estas horas corresponden al comienzo de la mañana. Los valores del aire de la

Agencia de Protección Ambiental (EPA) y los valores guía de la OMS para la concentración promedio diaria de CO, SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub> no fueron incumplidos en ninguno de los lugares ubicados en Lima Centro, Este, Sur o Norte durante todo el período de tiempo que estuvo bajo investigación. Ninguno de estos criterios se cumplió de ninguna manera. En resumen, se ha recomendado realizar tareas de concientización con el fin de educar a la población sobre los peligros relacionados con el uso de fuegos artificiales durante las festividades. Estos riesgos engloban los perjuicios medioambientales y la contaminación generada como consecuencia de esta actividad, además de los peligros para la salud pública.

Asimismo, Maceda y Aguilar (2021) sostuvieron que, la meta del proyecto planteado consistía en desarrollar un sistema en línea que pueda identificar y prever potenciales afectaciones en la pureza del aire y agua en poblaciones cercanas a una mina en Perú. El sistema se basará en la normativa nacional peruana diseñada para determinar la calidad de los componentes medioambientales. La solución que se ha ofrecido pretende mejorar el proceso de "Vigilancia y Control Ambiental", Comenzando con la estrategia para recolectar información y continuando con la elección de tecnologías apropiadas que permitan obtener los datos necesarios. La idea se basa en los procedimientos ya existentes para controlar la calidad del aire y el agua. Estos procedimientos ofrecen información sobre las propiedades fisicoquímicas de los componentes medioambientales en su forma inalterada.

En el **contexto local**, según Rojas (2022), la ciudad de Puno enfrenta un problema ambiental relacionado con la contaminación acústica, causado principalmente por el aumento de la cantidad de automóviles en la región. Ante ello, resulta relevante conocer cómo las entidades de fiscalización ambiental locales abordan y supervisan la problemática de la contaminación acústica.

Según los datos proporcionados por el Banco Central de Reserva del Perú - BCRP (2022), según la información del Censo de Población y Vivienda de 2017, en el departamento de Puno, se observa una ligera predominancia de la zona urbana, donde es el 53,8% del total, en tanto la zona rural constituye el 46,2%. En contraste, se ha registrado un incremento notable de la zona urbana comparando a la zona rural, con una tasa de crecimiento medio anual del 2,9% entre 1940 y 2017. En contrapartida, la población rural ha experimentado un aumento marginal del 0,2% y, de hecho, ha disminuido en un 1,6% entre los años 2007 y 2017. Este fenómeno

se atribuye principalmente al proceso rápido de urbanizar, sobretodo en cada ciudad importante de la zona, como Azángaro, San Miguel, Juliaca y Puno.

En la ciudad de Puno, se pudo identificar algunas deficiencias (**problemas específicos**) producidos por la contaminación del aire: causada por emisiones de vehículos, industrias, construcciones, entre otros, lo que puede generar problemas respiratorios y de salud en la población; Contaminación acústica: el ruido excesivo generado por el tráfico, la industria y otros factores puede generar estrés y otros problemas de salud en la población; Contaminación del agua: generado por la descarga de desechos domésticos, la cual afectaría la pureza del agua y la vida acuática; Producción de residuos: generación de grandes cantidades de basura y residuos, lo que puede tener un impacto ambiental negativo si no se gestionan adecuadamente, carencia de tecnología como el IoT, en el control ambiental de una ciudad.

Se **formuló el problema general**: ¿De qué manera el sistema IoT influye en el control medio ambiental de la ciudad de Puno en el año 2023?

Se presentó la **justificación de la investigación**: *Conveniencia*, posibilitó realizar un seguimiento de las circunstancias ambientales de la ciudad de Puno; *Relevancia social*, proporcionó beneficios a los habitantes de la ciudad de Puno; *Utilidad metodológica*, fue relevante para futuras investigaciones al contar con una base de datos que contenga variables ambientales, como temperatura, humedad, ruido, radiación ultravioleta, CO<sub>2</sub>; *Implicancias prácticas*, permitió formular alternativas para disminuir la contaminación ambiental de la ciudad de Puno; *Valor teórico*, contribuyó a la mejora de las teorías fundamentadas en la contaminación ambiental.

Se formuló los **objetivos**: *General*: Monitorear las condiciones ambientales de la ciudad de Puno mediante el despliegue de un sistema IoT; *Específicos*: Reducir el tiempo de medición de temperatura en grados centígrados; Reducir el tiempo de medición de la humedad relativa en porcentaje; Mejorar la precisión de la muestra del registro de temperatura; Mejorar la precisión de la muestra del registro de la humedad relativa.

Se formuló la **hipótesis general**: “El Sistema IoT mejora de forma significativa el control medio ambiental de la ciudad de Puno en el año 2023”.

## II. MARCO TEÓRICO

Teniendo en cuenta investigaciones anteriores (**antecedentes**), se han analizado estudios que abordan las variables de la presente investigación. Gracias a este análisis, se han obtenido datos relevantes que nos permiten proponer soluciones adecuadas. Este análisis nos ha permitido comprender la problemática a nivel nacional e internacional.

Los **antecedentes nacionales**: López (2021) cuya investigación buscó mejorar la evaluación de pureza del aire en la localidad de Laredo mediante la implementación de un dispositivo que mide las partículas PM2.5 y PM10. Se aplicó el enfoque cuantitativo con un diseño preexperimental, donde la población de estudio fueron los monitoreos de calidad del aire. Se utilizaron distintos medios para recopilar información, tales como encuestas, formularios de registro y dispositivos de medición de tiempo, los cuales fueron validados por expertos y alcanzaron un nivel de confiabilidad adecuado. Para examinar los resultados obtenidos, se utilizaron diferentes pruebas estadísticas, como el análisis de normalidad mediante las pruebas de Shapiro-Wilk, así como el examen de Wilcoxon y el examen de T-Student. Los hallazgos demostraron que la utilización del dispositivo medidor de partículas resultó en una mejora en la cantidad de mediciones, reducción del tiempo medio de medición, aumento en el número de informes generados y aumento en el grado de satisfacción.

Ordinola (2022) en su tesis tuvo como propósito de este estudio consistió en desarrollar un manual ambiental que proporcionara información detallada sobre los costos y Aspectos fundamentales en el funcionamiento y cuidado del sistema, así como en la configuración de los elementos estructurales, eléctricos y de comunicación. Esto es un estudio descriptivo y propositivo que no involucró experimentación. Los resultados obtenidos incluyen un diseño propuesto para implementar una infraestructura de seguimiento ambiental en tiempo real, con un presupuesto aproximado de 1,827,820 soles. Los hallazgos permitieron concluir que la mayoría de los usuarios (75.71%) no están satisfechos con la forma en que se realiza la monitorización ambiental por parte de la municipalidad.

Bayona (2022) en su investigación tuvo como finalidad modelar la calidad del aire en Cajamarca durante el año 2019, haciendo uso de la teledetección satelital. Para realizar esta investigación, se empleó el satélite Sentinel-5P, el cual permitió el análisis de la pureza del aire al medir la presencia de sustancias contaminantes. Se utilizó el software ArcGis para visualizar los modelos para cada contaminante y se realizó una estadística descriptiva con Microsoft Excel. Los resultados indicaron que las mayores concentraciones de NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> y nubosidad se dieron en octubre, mientras que las mayores concentraciones de Formaldehído, Aerosol y O<sub>3</sub> se dieron en agosto y de CO en marzo de 2019. Se concluyó que el uso de teledetección satelital y estaciones de monitoreo, tiene el potencial de ser beneficiosa para el análisis de la pureza del aire, pero se identificó la necesidad de más estaciones de monitoreo terrestre y la falta de normativas y estándares aplicados a este método en la ciudad de Cajamarca.

Medina de la Cruz (2020) en su investigación evidenció que la polución atmosférica es un peligro que enfrenta la salud poblacional, que puede enfermar gravemente e incluso la muerte en aquellos que se exponen de manera frecuente a las emisiones diarias generadas principalmente en las zonas metropolitanas. Según los datos obtenidos por la OMS, aproximadamente el 92% de la población mundial está expuesto a un nivel de contaminación del aire el cual contiene gases de efecto invernadero, contaminantes atmosféricos y partículas en suspensión PM<sub>2,5</sub> y PM<sub>10</sub>, lo que ha provocado un aumento en las tasas de mortalidad, principalmente, este problema afecta de manera significativa a dos grupos específicos de la población: las personas menores de 05 años y mayores de 65 años. Los automóviles y otros vehículos que circulan en las vías públicas son los principales generadores de emisiones nocivas, como el monóxido de carbono (CO), partículas y otras sustancias químicas. Por otra parte, además, las emisiones generadas por la industria también contribuyen al deterioro del entorno ambiental y amenazar la salud poblacional habitante en los lugares contiguos. La tesis propone desarrollar e implementar un dispositivo basado en la interconexión de dispositivos mediante el Internet de las Cosas (IoT), con el propósito de calcular y supervisar la calidad del aire, utilizando el microcontrolador Arduino MKR1000 y el protocolo MQTT para transferir los datos a la nube y almacenarlos en una base de datos. Además, el dispositivo proporciona información en tiempo real y notificaciones a los

usuarios para que puedan tomar medidas preventivas. El propósito fundamental de esta iniciativa es colaborar en mejorar la pureza del aire y salvaguardar la salud de los residentes de áreas urbanas, en un contexto en el que la contaminación atmosférica se ha transformado en una angustia mundial de gran envergadura.

Mujaico (2020) en su investigación sobre la radiación ultravioleta (UV) sostuvo que, es esencial para la fotosíntesis en las plantas y para la producción de vitamina D en los seres humanos, pero la exposición prolongada sin protección puede ser peligrosa y causar enfermedades como cáncer de piel y enfermedades oculares. Para abordar este problema, se han establecido diferentes niveles del Índice de Radiación Ultravioleta (IVU) para evaluar los peligros asociados con la radiación UV. La propuesta de la tesis implica desarrollar y aplicar un sistema electrónico que permita medir y pronosticar el comportamiento de los niveles de radiación ultravioleta, utilizando tecnología IoT y algoritmos de aprendizaje automático (ML). El sistema utiliza un sensor específico para detectar la intensidad de la radiación ultravioleta y enviar una señal analógica al microcontrolador. Los datos se recopilan en una plataforma de IoT y se transmiten a un servidor de Internet para su provisión y evaluación mediante un algoritmo de modelado predictivo. El objetivo del proyecto es desarrollar una previsión a corto plazo del índice de radiación ultravioleta para emitir alertas y tomar medidas preventivas.

Condori y Herrera (2019) cuyo objetivo de investigación fue examinar el grado de CO<sub>2</sub>, la densidad total de polvo y los COV en diversas áreas de la ciudad de Juliaca. Para llevar a cabo esta tarea, se implementó un datalogger de calidad del aire utilizando la plataforma Arduino NANO y los sensores de polvo GP2Y1010AU0F y gas CCS811, programados en lenguaje de programación C++. El datalogger mide CO<sub>2</sub>, COV y polvo y se colocó en seis ubicaciones estratégicas, elegidas en base al flujo de peatones y vehículos en las calles más importantes de Juliaca. Después de analizar la información, según las normativas peruanas y extranjeras, se concluyó que la calidad del aire en todos los sitios monitoreados presenta niveles de contaminación preocupantes.

**Antecedentes internacionales:** Bellini, Nesi y Pantaleo (2022) en su investigación de los últimos tiempos, afirman que, se ha presenciado un notable incremento en la adopción de las denominadas "smart cities" o ciudades inteligentes, lo que ha generado una gran expansión en su capacidad y

posibilidades. De hecho, las recientes innovaciones de la Internet de las cosas (IoT) han abierto el camino a nuevas posibilidades. Estas innovaciones representan un conjunto de tecnologías habilitadoras clave para las ciudades inteligentes y hacen posible la producción y automatización de servicios y aplicaciones de vanguardia para las distintas partes interesadas de la ciudad. El propósito de este informe fue examinar la literatura existente sobre ciudades inteligentes impulsadas por Internet de las Cosas (IoT), con el fin de resaltar las tendencias y desafíos más significativos de la implementación de tecnologías IoT para la creación de ciudades inteligentes sostenibles y eficientes. El enfoque de esta revisión fue resaltar las tendencias y desafíos actuales que plantea la adopción de tecnologías IoT en el desarrollo de ciudades inteligentes. Este trabajo presentó en primer lugar un estudio sobre las tecnologías clave propuestas en la literatura para la implementación de marcos de IoT, y a continuación proporcionó una revisión de los principales enfoques y marcos de ciudades inteligentes, basados en la clasificación en ocho dominios. Esto amplió la clasificación tradicional de seis dominios que se suele adoptar en la mayoría de los trabajos relacionados, y es una de las contribuciones que hace este trabajo.

Belli et al (2020) al respecto indica que uno de los usos más sorprendentes está relacionado con el paradigma de las ciudades inteligentes, n constante expansión debido a la creciente difusión del uso de las tecnologías en base al Internet de las Cosas (IoT), que abre nuevas posibilidades. Es posible definirlo en un sentido general como la incorporación del Internet de las Cosas (IoT) y las TIC, al manejo de las ciudades, para hacer frente al crecimiento exponencial de la población, contribuyendo de manera notable al mejoramiento de la calidad de vida poblacional en dichas ciudades. La definición de ciudad inteligente está inextricablemente ligado a cuestiones de responsabilidad medioambiental. Por ejemplo, considera la necesidad de menguar todo impacto negativo que las tareas urbanas generan en el entorno ambiental circundante, de mejorar la eficiencia con que se gestionan los recursos energéticos y de ofrecer a los ciudadanos servicios novedosos y problemas por resolver. De acuerdo con este nuevo paradigma, varias ciudades han iniciado un proceso de innovación significativa en diversos sectores (como la movilidad y el transporte, la industria, la sanidad, el turismo y la educación), que ha sido posible gracias a las importantes inversiones realizadas por las partes interesadas y la Comisión Europea (CE). En este artículo

investigamos los componentes críticos de una infraestructura de IOT para ciudades inteligentes. Como un ejemplo destacado de logro, elegimos la ciudad de Parma, situada en la región italiana de Emilia Romagna. El tema del transporte inteligente en las ciudades recibe mucha atención y consideración.

Bainomugisha, Ssematimba y Okure (2023) en su investigación sobre la rápida urbanización que ha provocado un aumento de las exposiciones ambientales peligrosas, entre las que destacan la contaminación en forma de aire, ruido, plástico, suelo y agua. Esta situación ha adquirido proporciones alarmantes en términos de amenaza en la salud de los pobladores de áreas urbanas. Investigaciones recientes han revelado que el 90% de la población mundial está expuesta a la inhalación de aire contaminado, lo que contribuye a que cada año se produzcan aproximadamente siete millones de muertes prematuras. Los sistemas de detección y modelización medioambiental basados en el IoT y la IA tienen el potencial de aportar soluciones eficaces y de bajo coste, proporcionando datos y conocimientos oportunos que sirvan de base a las medidas de mitigación y gestión. Esto podría ayudar a que estos sistemas se utilicen más ampliamente. Aunque las naciones con ingresos bajos e intermedios se encuentran entre las más afectadas por las amenazas para la salud ambiental, la aplicabilidad de los sistemas de IoT e inteligencia artificial (IA) en entornos de bajos recursos no está bien reconocida. Este artículo presenta un espacio de diseño para un sistema personalizado de detección y gestión medioambiental diseñado y desarrollado para cubrir las lagunas de datos en entornos urbanos de bajos recursos, con especial atención a las ciudades africanas. El documento fue motivado por esta laguna de conocimiento, y se centra específicamente en las ciudades africanas. En este estudio se presenta el sistema AirQo, que sirve como primera ilustración de las necesidades del espacio de diseño. El sistema AirQo consta de los siguientes componentes (1) sensores AirQo autosuficientes que se han desarrollado y adaptado para su uso en entornos con acceso limitado a los recursos; (2) una red de sensores distribuida que comprende más de 120 nodos estáticos y móviles para medir la calidad del aire; y (4) la plataforma AirQo que ofrece calibración, acceso a datos y capacidades de análisis para permitir la adopción entre los responsables políticos y civiles. La presentación incluye estudios de casos de ciudades africanas que están haciendo uso de los datos y conocimientos para la educación, la sensibilización y la

formulación de políticas. El estudio ofrece un modelo que puede utilizarse para crear y aplicar una solución basada en la tecnología para ciudades situadas en entornos con recursos limitados.

Guerrero-Ulloa et al (2023) en su investigación, sostuvo que, la ONU introdujo los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) como parte de su iniciativa, estos objetivos primordiales se centran en promover y preservar la salud y bienestar de los habitantes. Se empezó a adoptar tecnologías emergentes como el uso de la computación en la nube y el IoT, pueden contribuir a alcanzar este objetivo al permitir a las personas adoptar estilos de vida más beneficiosos para su salud y proporcionarles un mayor nivel de confort en su vida cotidiana. La vigilancia de la contaminación es especialmente vital para proteger a las personas de la inhalación de partículas diminutas y mantener bajo control todo efecto negativo de las tareas del ser humano en relación con el entorno natural. Es posible encontrar algunas de las fuentes de emisiones de gases peligrosos justo dentro de su casa. Por ejemplo, los calentadores de agua y las calefacciones que dependen del combustible fósil contribuyen mayormente a la manifestación de CO, conocido como "asesino silencioso" por su capacidad de causar la muerte. Este artículo explica que los métodos actuales para medir la contaminación en el interior de los edificios tienen limitaciones que los hacen difíciles de implementar para las familias con recursos económicos limitados. Para abordar esta problemática, se detalla el proceso de desarrollo de IdeAir, un sistema de monitoreo de la calidad del aire en base al Internet de las Cosas (IoT) que busca reducir costos y superar los inconvenientes de los sistemas actuales. IdeAir se creó como prueba de concepto con el propósito de captar y determinar las concentraciones de gases peligrosos en espacios interiores. En función de las cantidades de estas concentraciones, el sistema emitirá avisos y mensajes, activará el ventilador o abrirá la puerta. Para su proceso se ha aplicado el método Test-Driven Development Methodology for Internet of Things-based Systems, también conocida como TDDM4IoTS. Esta metodología, junto con la herramienta (basada en ella) utilizada para la automatización del proceso de sistemas en base al Internet de las Cosas, ha facilitado el trabajo de los desarrolladores. Los primeros resultados sobre el funcionamiento de IdeAir han mostrado gran aceptación de los posibles clientes.

De igual manera, resulta fundamental investigar una serie de principios y **bases teóricas** para lograr un mayor entendimiento de la investigación como:

*Internet de las cosas:* Es la conexión de cada dispositivo, objeto y sistema mediante el internet, el cual permite recopilar e intercambiar datos entre ellos sin intervención humana. Estos dispositivos y objetos están equipados con sensores, actuadores y software que les permiten comunicarse y realizar acciones automáticamente (Kiran, 2019).

*Dispositivos IoT:* Tienden a obtener más detalle y datos acerca de aplicativos y consumidores que otras empresas del rubro. Actualmente, se piensa en los dispositivos IoT como una función principal de monitoreo y seguimiento. Sencillamente, se puede suponer que se expandirá lo más que se pueda según las preferencias en la tecnología IoT. IoT generalmente recolecta tantos datos y la IA recolecta información relevante. Se acerca el momento donde se verá sistemas IoT que funcionan según el comportamiento y permiten a los técnicos hacer sugerencias informadas (Kaur y otros, 2021).

*Arquitectura IoT:* se divide en tres niveles: El nivel básico se describe como el nivel de conciencia del contexto en el que los sensores recopilan una variedad de datos en tiempo real en varios formatos, proporcionando así una fuente de información; En el nivel de red, también llamado nivel intermedio, se sitúan las redes encargadas de transportar la información recolectada por los sensores, abarcando tanto las redes cableadas como las redes inalámbricas; El nivel superior, conocido como nivel de aplicación, se distribuye en 03 capas: Primera capa, llamado capa de tecnología, se refiere a la tecnología usada para transmitir información. La segunda capa, denominada capa de middleware, es una capa de software encargada de abstraer al programador de los detalles específicos de las distintas tecnologías, lo cual no es relevante para el desarrollo de la aplicación. Por último, la tercera capa, conocida como capa de aplicación, constituye la interfaz final presentada al usuario mediante una aplicación (Romo y Benites, 2022).

Para obtener una comprensión adecuada del tema de estudio, es esencial analizar los **enfoques conceptuales** presentando las descripciones correspondientes como:

*Estándares de calidad del aire:* Se enfocan en los niveles máximos de contaminantes atmosféricos que se recomiendan no superar para evitar riesgos a la salud humana, y que deben ser alcanzados en los plazos y mediante los procedimientos establecidos en la norma. Debido a que protegen la salud, se les considera estándares primarios. DS. 074-2021 (El Peruano, 2001).

*Sensores:* Son muy importantes en el sistema IoT ya que actúan como transformadores de las señales de la realidad y su representación digital. Elegir los sensores correctos para las aplicaciones es muy importante tanto para quienes desarrollan como para los usuarios del sistema IoT y hacer el mejor uso posible de los sensores. El desarrollo de tecnología de sensor ha generado mayor impacto de IoT. La mínima energía que se consume, la interoperabilidad en la transferencia de información entre el microcontrolador y el sensor, la sensibilidad, la repetición, la precisión y lo robusto son las principales características en la selección de un sensor para el proceso del sistema IoT (Chamara et al, 2022).

En tanto a la **metodología de desarrollo**, se definió tres (3) metodologías candidatas para IoT en particular, siendo las siguientes:

*Desarrollo de software ágil:* El enfoque del movimiento agile se basa en una cultura que fomenta la adaptación a los cambios y su enfoque principal se dirige hacia las necesidades y exigencias del consumidor. La agilidad, que es la capacidad de responder velozmente a los requerimientos variables como una peculiaridad diferencial del software ágil. Los métodos ágiles priorizan la declaración y la interacción de los participantes del grupo de proyecto determinando que, el líder del proyecto participe en planificar, implementar y dar seguimiento al proyecto. La ingeniería de software ágil promueve la modificación y se vuelve atractivo ante los consumidores al incorporar a los involucrados y al grupo de despliegue basado en un progreso iterativo e incremental. Los proyectos ágiles ofertan una entrega de software regular, en un plazo semanal o quincenal, dando prioridad a la especificación de más alto valor prioritariamente. Los procedimientos ágiles son altamente maleables, reiterativos y se centran en un despliegue de software rápido y uniforme. A diferencia de otras técnicas, los métodos ágiles se basan en la retroalimentación para garantizar una mayor satisfacción del cliente y utilizarla como mecanismo de control (Wafa et al, 2022).

*SCRUM*: es un marco iterativo y ágil para el diseño y desarrollo de software; tiene un historial de uso en proyectos difíciles. Su adopción es una revolución porque requiere el establecimiento de nuevas funciones, nuevos métodos de medición y la entrega de código de una manera fundamentalmente distinta a lo que se ha hecho hasta ahora. Establecer un equipo de proyecto que dé menos prioridad a actividades como procedimientos, prácticas y herramientas en favor de dar más valor al software que es funcional; más concretamente, dar más importancia a la implementación que al análisis o la documentación (Bautista-Villegas 2022).

*RUP*: Se emplea con el objetivo de definir y comprender un problema para poder identificar una solución. El Object Management Group (OMG) afirma que “es una metodología que especifica, visualiza, construye y documenta los artefactos de cada sistema de software, además para el diseño de negocio y otros sistemas que no es software”. Durante la mitad de la década de 1990, surgieron nuevas versiones, a saber, Booch' s, con la técnica OMT e ingeniería de software orientada a objetos (OOSE). Dos contribuciones importantes a UML en forma de incorporación de vistas de modelado preexistentes incluyen "diagramas de secuencia" y "gráficos de estado". Los trabajos realizados por Booch, Rumbaugh y Jacobson culminaron en la documentación UML 0.9 y 0.91 en junio y octubre de 1996. El desarrollo de versiones adicionales del estándar UML, es el fruto de la colaboración conjunta de los esfuerzos del Grupo de administración de objetos (OMG), que incluye representantes de varias empresas, incluida Rational (ahora propiedad de IBM), que mantienen un gran interés en los desarrollos (Pooley y Wilcox, 2003).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de investigación

- Tipo de investigación

*Aplicada*, pues se basó en soluciones previas ya comprobadas para escenarios problemáticos afines.

- Diseño de Investigación

*Preexperimental*, porque se manipula de forma deliberada el grupo muestral.

#### 3.2 Variables y operacionalización

- Variables

- Independiente: *Sistema IoT*

Definición conceptual: El término "Internet de los objetos" (IoT) se refiere a la conectividad de una amplia variedad de dispositivos y a la tecnología que hace posible que estos dispositivos interactúen entre sí y con la nube. Actualmente, es posible conectar miles de millones de dispositivos a Internet de bajo coste y las telecomunicaciones de alta velocidad. Esto hace posible que cosas corrientes recojan datos a través de sensores y reaccionen de forma inteligente a las acciones de los humanos (AWS, 2023).

Definición operacional: Se puede medir variables ambientales como la temperatura, humedad, calidad de aire, radiación ultra violeta con sensores de IoT y poder apoyar con información para la toma de decisiones.

- Dependiente: *Control ambiental*

*Definición conceptual:* "La inspección, supervisión y aplicación de medidas para reducir o prevenir la liberación de sustancias contaminantes de origen humano al medio

ambiente, incluyendo agua, aire y suelo” (Diccionario Ecológico, 2023).

Definición operacional: El control medio ambiental se refiere a la gestión y regulación de los factores ambientales que afectan a un determinado lugar o área geográfica. Esto abarca diversas áreas, como la administración de la calidad del aire, el agua y el suelo, el control de la emisión de contaminantes, la gestión de residuos, y la preservación de la biodiversidad y los ecosistemas.

- Operacionalización

La matriz de operacionalización es el lugar concreto donde puede situarse la variable de operacionalización del estudio. (ver Anexo 2).

### 3.3 Población, muestra y muestreo

- Población

La población se establece en base a los datos registrados de temperatura y humedad durante un período de una hora.

$$N_1 = \frac{120 \text{ registros}}{\text{día}} = 980 \text{ registros en 1 semana}$$

$$N_1 = 120 \text{ registros x día}$$

- Muestra

La muestra estuvo conformada por elementos de la población, ya que el tamaño de la población supera los 30.

$$n = 120 \text{ registros por día}$$

- Muestreo

De corte *no probabilístico*, pues se maniobró de manera intencional a la muestra elegida.

### 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- Métodos:
  - Observación.
  - Encuesta
- Instrumentales:
  - Ficha de datos (Análisis documental).
  - Cuestionario (Encuesta).

### 3.5 Procedimientos

En los párrafos siguientes, se oferta un visionamiento general de la metodología que se utilizará para alcanzar los objetivos particulares del estudio:

- Oe1: Reducir el tiempo de medición de temperatura en grados centígrados.

Utilizar dispositivos electrónicos y sensores que permiten medir la temperatura en tiempo real y de manera precisa, establecer un procedimiento más organizado para la toma de datos y evitar errores que puedan retrasar el proceso, el personal que se encarga de realizar las mediciones tenga el conocimiento y la capacitación necesaria para hacerlo de manera rápida y precisa.

- Oe2: Reducir el tiempo de medición de la humedad relativa en porcentaje.

automatizar el proceso de medición de la humedad, mediante la implementación de sistemas IoT y softwares especializados, esto permitiría medir la humedad en tiempo real y de manera automática, reduciendo significativamente los tiempos de medición, es importante llevar a cabo una evaluación del proceso de medición con el propósito de detectar los puntos críticos y las oportunidades de mejora. Esto

permitirá identificar oportunidades para mejorar el proceso y reducir los tiempos de medición de manera efectiva.

- Oe3: Mejorar la precisión de la muestra del registro de temperatura.

Se sugiere utilizar dispositivos de medición de alta calidad, es importante contar con dispositivos de medición precisos y confiables para tomar las mediciones de temperatura de manera precisa. Se puede establecer un procedimiento de medición estandarizado para asegurar que todas las mediciones se realicen de la misma manera, de esta forma, se reducirán los errores y se mejorará la precisión de las mediciones.

- Oe4: Mejorar la precisión de la muestra del registro de la humedad relativa.

Es importante capacitar al personal encargado de tomar las mediciones de la humedad para asegurar que realicen las mediciones de manera precisa y estandarizada. Se pueden tomar medidas para controlar estas variables y garantizar que las mediciones sean precisas.

### 3.6 Método de análisis de datos

Mediante la técnica de tratamiento y analítica de la data se llevará a cabo un estudio tanto descriptivo como inferencial.

*Estudio descriptivo:* Representa el procedimiento de extraer, estructurar, exponer, estudiar y desentrañar un bloque de data vinculada con una o más variables de estudio. El investigador lo denomina analítica de data y forma parte del método estadístico. También, se denomina ciencia de la información estadística (Matos y otros, 2020).

*Estudio inferencial:* Representa el procedimiento estadístico que realiza conclusiones respecto al estado de una variable de estudio. Los resultados conseguidos pueden obedecer a distribuciones normalizadas con exámenes paramétricos o no paramétricos (Matos y otros, 2020).

### 3.7 Aspectos éticos

El informe actual de investigación respalda la precisión de las conclusiones obtenidas a partir de la información proporcionada por la División de Gestión de Servicios. Además, se destaca la confiabilidad de las conclusiones elaboradas por dicha división, así como la confidencialidad de la información suministrada. Los autores mencionados en este estudio de investigación defienden de manera rigurosa sus derechos de posesión intelectual.

Asimismo, se cuenta con el sistema Turnitin, el cual es un programa educativo desarrollado para coadyuvar a instructores y educadores a identificar casos de similitud en los escritos de los estudiantes. El adjunto de la data se compara con el texto del artículo enviado por el sistema, y para realizar la comparación se utiliza tecnología de detección de similitudes. En el caso de que el trabajo entregado por el estudiante tenga algún parecido con otro material, el sistema creará un informe que detalla los aspectos del trabajo que se corresponden con la data guardada en la B/D. El informe que proporciona Turnitin puede ser utilizado por los educadores para establecer si un estudiante ha plagiado o no su trabajo y, en caso afirmativo, para identificar el curso de acción adecuado.

Sistema de norma ISO-690: La presentación de referencias bibliográficas en obras destinadas a uso académico y científico debe ajustarse a la norma ISO-690, que es una norma internacional. La norma ofrece normas y criterios para la construcción de citas y referencias bibliográficas que sean correctas y coherentes en todo el documento. El uso de la norma ISO-690 contribuye a asegurar que las referencias bibliográficas sean coherentes y precisas, lo que simplifica enormemente el descubrimiento de fuentes y la verificación del material al que se ha hecho referencia. Además, su uso tiene el potencial de aumentar la calidad general de los trabajos académicos y científicos, así como su credibilidad (Universidad de Alcalá, 2022).

#### IV. RESULTADOS

En este estudio se utilizó un sistema IoT para optimizar las condiciones ambientales existentes en la ciudad de Puno. Se utilizaron varios instrumentos antes del despliegue real del sistema, momento en el que se analizaron las indicaciones.

Tabla 1. Antes y después

Descripción	Inicio	Fin
Antes del sistema IoT	01/12/2022	05/12/2022
Después del sistema IoT	06/12/2022	08/12/2022

Fuente: Elaborado por el autor.

En las siguientes secciones se llevará a cabo una descripción detallada de cada uno de los indicadores, seguida de un análisis inferencial.

En el **indicador 1: Tiempo promedio de medición de la temperatura**

##### **Análisis descriptivo**

Se requirió hacer mediciones para determinar cuándo se debía medir la temperatura en grados centígrados, antes como después de poner en funcionamiento el sistema de IoT. Más adelante en esta sección puede verse una comparación de estos dos conjuntos de datos.

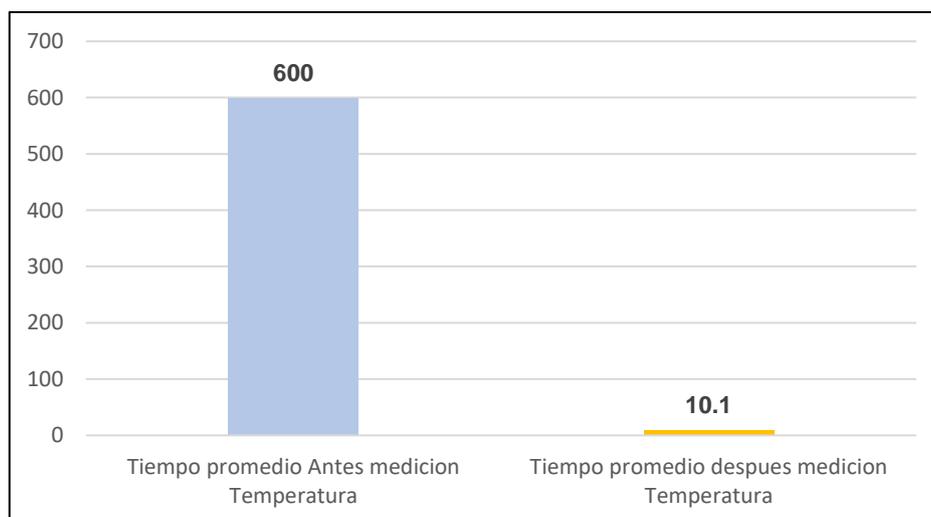


Figura 1. Tiempo promedio en segundos de la medición de la temperatura.

Fuente: Elaborado por el autor.

La figura 2 muestra la diferencia de la temperatura entre el tiempo de control antes y después de la implantación. Al inicio se registró un tiempo medio de 600 segundos, lo que equivale a 10 minutos, luego de la puesta en marcha del sistema IoT se registró el tiempo medio de 10,1 segundos.

### **Análisis inferencial**

Para este análisis de la prueba de normalidad, se proyectaron las hipótesis:

- $H_0$ : Los datos se distribuyen de forma normal ( $p < \alpha$ ) y se por consiguiente se utiliza T-student.
- $H_1$ : Los datos no se distribuyen de forma normal ( $p \geq \alpha$ ) se utiliza U de Mann Whitney.

Hay que tener en cuenta su valor de  $\alpha = 0.05$

**Tabla 2.** Tiempo promedio de medición de la temperatura

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
Antes	.0	35	.0			
Después				.938	35	.048

Fuente: Elaborado por el autor.

Tener en consideración el valor  $\alpha = 0.05$  y el criterio de decisión para la prueba de normalidad, que fue el siguiente:

1. Si,  $p < 0.05$ , se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se rechaza la hipótesis alterna ( $H_1$ ).
2. Si,  $p \geq 0.05$ , se acepta la hipótesis alterna ( $H_1$ ) y se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ).

En la tabla xx, se observó un valor de significancia de 0 como resultado de la prueba, lo que indica que los datos no siguen una distribución normal. Debido a esto, se llevó a cabo la prueba no paramétrica de U de Mann Whitney.

## Prueba de hipótesis

**Tabla 3.** Hipótesis tiempo de medición de la temperatura

Indicador:	Nivel de eficiencia
Tiempo de medición de temperatura (°C)	
TdMTa: Tiempo de medición de temperatura antes de implementar un sistema IoT.	TdMTd: Tiempo de medición de temperatura después de implementar un sistema IoT.
Hipótesis	
Nula $H_0$	Alternativa $H_1$
El sistema IoT no disminuye el tiempo de medición de temperatura en grados centígrados (°C).	El sistema IoT disminuye el tiempo de medición de temperatura en grados centígrados (°C).

Fuente: Elaborado por el autor.

**Tabla 4.** Prueba de U de Mann Whitney, tiempo de medición de temperatura en grados centígrados (°C).

Rangos				
	Grupo	N	Rango promedio	Suma de rangos
Total de temperatura	1.00	53	62.00	3268.00
	2.00	35	18.00	630.00
	Total	88		

Fuente: Elaborado por el autor.

**Tabla 5.** Prueba Z, tiempo de medición de temperatura en grados centígrados (°C).

Estadísticos de prueba	
	Total de temperatura
U de Mann-Whitney	0.000
W de Wilcoxon	630.000
Z	-8.948
Sig. asintótica(bilateral)	0.000
a. Variable de agrupación: Grupo	

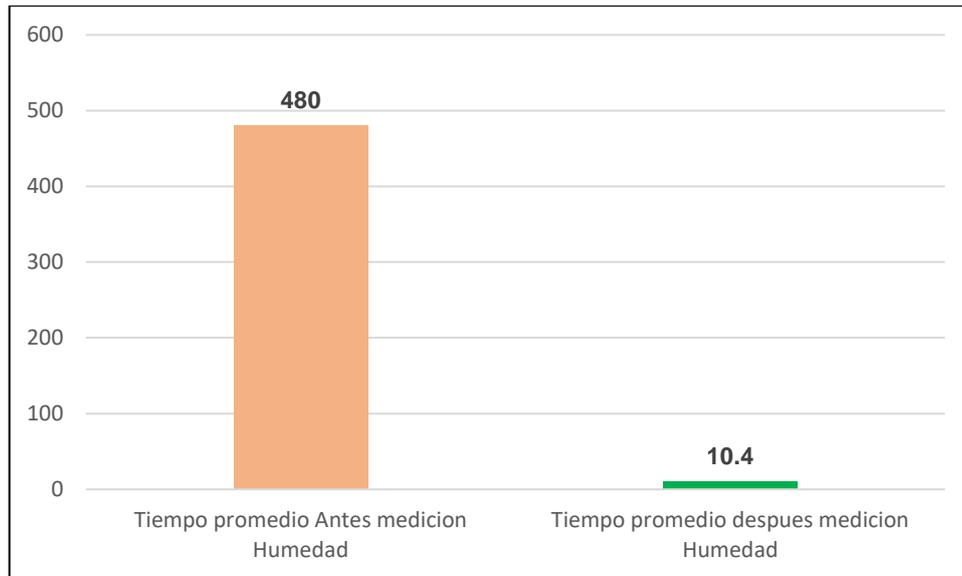
Fuente: Elaborado por el autor.

Debido a que el valor de significancia (p-value) es menor que 0.005, se descarta la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa con un nivel de confianza del 95%. El valor de Z es de -8.948, lo que demuestra que la implementación del sistema IoT reduce el tiempo de medición de la temperatura.

En el **indicador 2** que es el **Tiempo de medición de la humedad relativa**

### **Análisis descriptivo**

Para determinar la magnitud del indicador de tiempo de medición de la humedad relativa en porcentaje, fue necesario realizar dos mediciones, una antes y otra después de la implementación del sistema IoT. A continuación, se presenta una comparación entre ambas mediciones.



*Figura 2.* Antes y después de la implementación - tiempo de medición de la humedad relativa  
Fuente: Elaborado por el autor.

La figura 2 muestra una variación en el tiempo de medición de la humedad relativa en porcentaje. Antes de la implementación del sistema IoT, se registró un tiempo promedio de espera de 480 segundos, es decir, 8 minutos para controlar la humedad relativa. Sin embargo, después de la implementación, este tiempo promedio disminuyó significativamente a 10.4 segundos.

### ***Análisis inferencial***

Se formularon las siguientes hipótesis para llevar a cabo la prueba de normalidad:

- $H_0$ : Los datos se distribuyen de manera normal ( $p < \alpha$ ) y se utiliza T-Student.
- $H_1$ : Los datos no se distribuyen de manera normal ( $p \geq \alpha$ ) se utiliza U de MannWhitney.

Se debe tener presente el valor de  $\alpha = 0.05$ , siendo así:

**Tabla 6.** Prueba de normalidad tiempo de medición de la humedad relativa en porcentaje (%).

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	estadístico	GI	Sig.	estadístico	GI	Sig.
Antes	,0	35	,0			
Después				,912	35	,041
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Fuente: elaborado por el autor.

Tomar en consideración el valor  $\alpha = 0.05$  y el criterio de decisión para la prueba denormalidad fue el siguiente:

1.  $p < 0.05$ , entonces se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se rechaza la hipótesis alterna ( $H_1$ ).
2.  $p \geq 0.05$ , entonces se acepta la hipótesis alterna ( $H_1$ ) y se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ).

Según los resultados del examen, el valor significativo (p-value) hallado en la tabla X10 fue cero, es decir, un número inferior a 0,05. De ello puede deducirse que los datos no se ajustan a una distribución normal y, en consecuencia, procede realizar una prueba no paramétrica U de Mann Whitney.

Prueba de hipótesis

**Tabla 7:** Hipótesis tiempo de medición de la humedad relativa en (%)

Indicador:	Nivel de eficiencia
Tiempo de medición de la humedad relativa en porcentaje (%).	
TMHRa: Tiempo de medición de la humedad relativa antes de implementar un sistema IoT.	TMHRd: Tiempo de medición de la humedad relativa después de implementar un sistema IoT.
Hipótesis	
Nula $H_0$	Alternativa $H_1$
El sistema IoT no disminuye el tiempo de medición de la humedad relativa en porcentaje (%)	El sistema IoT disminuye el tiempo de medición de la humedad relativa en porcentaje (%).

Fuente: Elaborado por el autor.

**Tabla 8:** Prueba de U de Mann Whitney, tiempo de medición de temperatura en gradoscentígrados (°C).

Rangos				
	Grupo	N	Rango promedio	Suma de rangos
Total humedad relativa.	1,00	53	59,00	3265,00
	2,00	35	17,00	610,00
	<b>Total</b>	<b>88</b>		

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 9:** Prueba Z, tiempo de medición de la humedad relativa (%).

Estadísticos de prueba	
	Total de temperatura.
U de Mann-Whitney	,000
W de Wilcoxon	610,000
Z	-8,927
Sig. asintótica(bilateral)	,000
a. Variable de agrupación: Grupo	

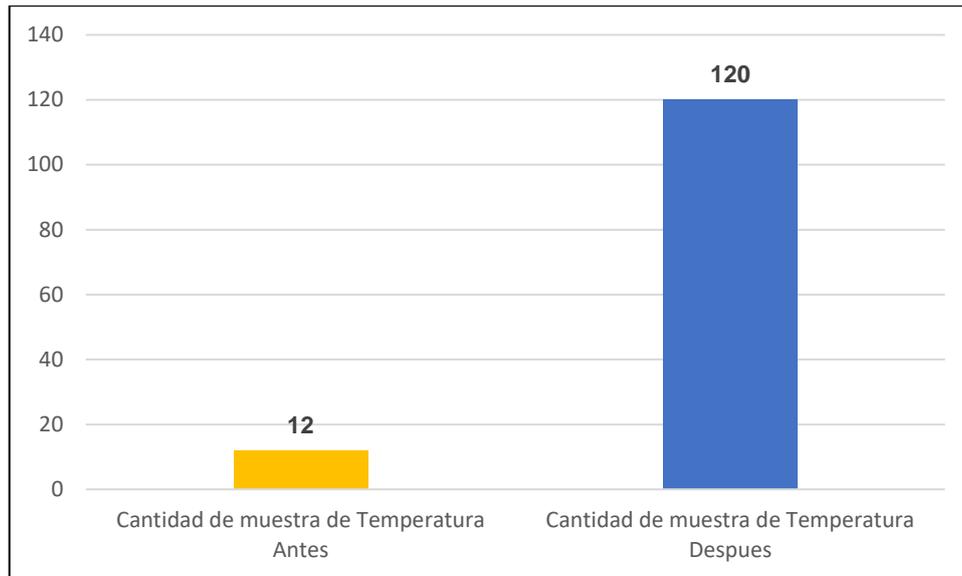
Fuente: Elaboración propia

Debido a que el valor de significancia (p-value) es menor que 0.005, se descarta la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa con un nivel de confianza del 95%. El valor de Z es de -8.927, lo que demuestra que la implementación del sistema IoT reduce el tiempo de medición de la humedad relativa.

En el **Indicador 3** que es **Cantidad de muestras de temperatura**.

### **Análisis descriptivo**

Se necesitaron dos mediciones para establecer con precisión el indicador de la cantidad de muestras de control de temperatura. Una de ellas se realizó antes y la otra después de la implementación del sistema de IoT. A continuación, se presenta una comparación entre ambas mediciones.



*Figura 3:* La cantidad de muestras de control de temperatura se tomaron antes y después de transcurrir una hora.

Fuente: Elaborado por el autor.

La implementación del sistema IoT parece haber afectado la precisión de la cantidad de muestras de control de temperatura, tal como se observa en la Figura X4. Antes de la implementación, se obtuvieron 12 muestras de control de temperatura en una hora, mientras que después de la implementación se obtuvieron 120 muestras en el mismo lapso de tiempo.

### ***Análisis inferencial***

En relación a la prueba de normalidad, se establecieron las siguientes hipótesis:

- $H_0$ : Los datos se distribuyen de manera normal ( $p < \alpha$ ) y se utiliza T-Student.
- $H_1$ : Los datos no se distribuyen de manera normal ( $p \geq \alpha$ ) se utiliza U de MannWhitney.

Es importante tener en cuenta que el valor de  $\alpha = 0.05$  debe ser considerado:

**Tabla 10:** Prueba de normalidad del indicador - Cantidad de muestras de control de temperatura

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Antes	,129	35	,153			
Después				,845	35	,000

Fuente: elaboración propia.

Se consideró el valor  $\alpha = 0.05$  y se aplicó el siguiente criterio de decisión para la prueba de normalidad.:

1.  $p < 0.05$ , entonces se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se rechaza la hipótesis alterna ( $H_1$ ).
2.  $p \geq 0.05$ , entonces se acepta la hipótesis alterna ( $H_1$ ) y se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ).

Según los resultados de la prueba, que se muestran en la tabla X10, se obtuvo una Significancia de 0,153, la cual es mayor que 0,05. Esto sugiere que los datos siguen una distribución normal, por lo que se realizó la prueba paramétrica de T-Student.

### Prueba de hipótesis

**Tabla 11:** Hipótesis sobre la cantidad de muestras de control de temperatura.

Indicador:	Nivel de eficiencia
Cantidad de muestras de control de temperatura	
CMdT <sub>a</sub> : Cantidad de muestras de temperatura antes de implementar un sistema IoT.	CMdT <sub>d</sub> : Cantidad de muestras de temperatura después de implementar el sistema IoT.
Hipótesis	

Nula $H_0$	Alternativa $H_1$
El sistema IoT no precisa la cantidad de muestras de control de temperatura	El sistema IoT precisa la cantidad de muestras de temperatura.

Fuente: Elaborado por el autor.

**Tabla 12:** Estadísticas del grupo correspondientes a la cantidad de muestras de control de temperatura

Estadísticas de grupo					
	Grupo	N	Media	Desviación	Desv. Error promedio
Total, de temperatura.	1,00	53	36,6213	,25384	,03151
	2,00	35	36,4926	,56474	,09811

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 13:** Prueba de muestras independientes, número de muestras de control de temperatura

Prueba de muestras independientes				
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias
		F	Sig.	T
Total, de temperatura	Se asumen varianzas iguales	9,221	,003	,798
	No se asumen varianzas iguales			,701

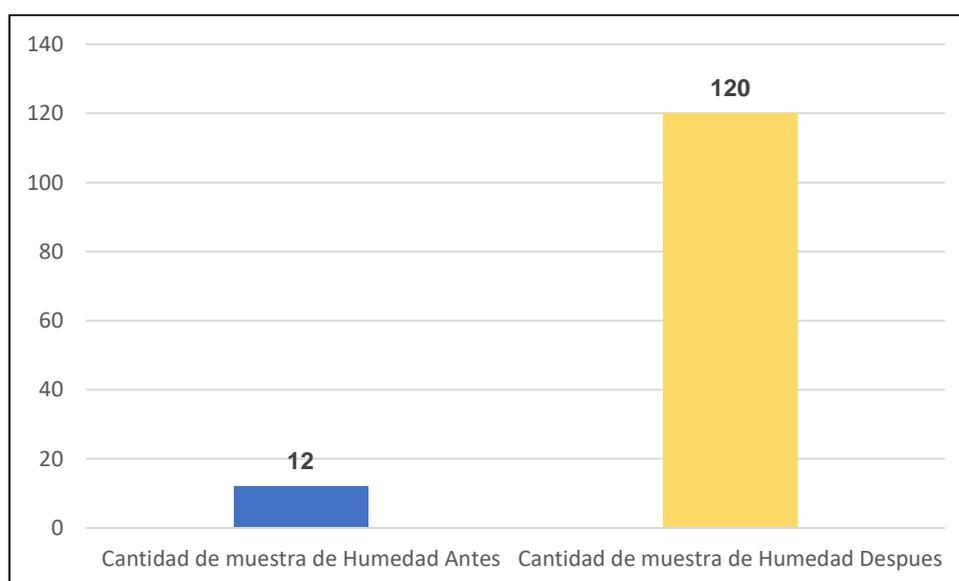
Fuente: Elaboración propia.

Debido a que el valor  $p(\text{Sig.})$  es mayor que 0,005, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa con un nivel de confianza del 95%. El valor T obtenido fue de 0,798, lo que indica que la introducción del sistema IoT no tiene un efecto significativo en la precisión de la cantidad de muestras de control de temperatura.

En el **Indicador 4** que es **Cantidad de muestras de humedad**

### **Análisis descriptivo**

Se necesitaron dos mediciones para establecer con precisión el indicador de la cantidad de muestras de humedad relativa. Una de ellas se realizó antes y la otra después de la implementación del sistema de IoT. A continuación, se presenta una comparación entre ambas mediciones.



*Figura 4:* Antes y después cantidad de muestras de humedad relativa en el lapso de 1 hora.

Fuente: Elaborado por el autor.

Se observa una variación en la precisión de la cantidad de muestras de control de la humedad relativa antes y después de la implementación del sistema IoT, como se muestra en la Figura X5. Antes de la implementación, se obtuvieron 12 muestras de control de temperatura en una hora, mientras que después de la implementación

se obtuvieron 120 muestras en el mismo lapso de tiempo, estos valores son similares a los obtenidos en la temperatura, por utilizar el mismo sensor.

### **Análisis inferencial**

Las siguientes hipótesis fueron planteadas para la prueba de normalidad:

- $H_0$ : Los datos se distribuyen de manera normal ( $p < \alpha$ ) y se utiliza T-Student.
- $H_1$ : Los datos no se distribuyen de manera normal ( $p \geq \alpha$ ) se utiliza U de MannWhitney.

Se debe tener presente el valor de  $\alpha = 0.05$ , siendo así:

**Tabla 14:** Prueba de normalidad del indicador - Cantidad de muestras de control de temperatura.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Antes	,129	35	,153			
Después				,845	35	,000

Fuente: elaboración propia.

Tomar en consideración el valor  $\alpha = 0.05$  y el criterio de decisión para la prueba de normalidad fue el siguiente:

3.  $p < 0.05$ , entonces se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se rechaza la hipótesis alterna ( $H_1$ ).
4.  $p \geq 0.05$ , entonces se acepta la hipótesis alterna ( $H_1$ ) y se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ).

En la tabla X10, se registró una Significancia de 0,153 como resultado de la prueba, lo cual indica que los datos siguen una distribución normal ya que el valor es mayor que 0.05. Debido a esto, se llevó a cabo la prueba paramétrica de T-Student.

## Prueba de hipótesis

**Tabla 15:** *Hipótesis Cantidad de muestras de control de humedad*

Indicador:	Nivel de eficiencia
Cantidad de muestras de control de la humedad	
CMdHa: Cantidad de muestras de la humedad antes de implementar un sistema IoT.	CMdHd: Cantidad de muestras de humedad después de implementar el sistema IoT.
Hipótesis	
Nula $H_0$	Alternativa $H_1$
El sistema IoT no precisa la cantidad de muestras de control de la humedad.	El sistema IoT precisa la cantidad de muestras de control de la humedad.

Fuente: Elaborado por el autor.

**Tabla 16:** *Estadísticos de grupo, Cantidad de muestras de control de la humedad relativa*

Estadísticas de grupo					
	Grupo	N	Media	Desviación	Desv. Error promedio
Total, de humedad	1,00	53	36,6213	,25384	,03151
	2,00	35	36,4926	,56474	,09811

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 17:** Prueba de muestras independientes, Cantidad de muestras de la humedad relativa

Prueba de muestras independientes				
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias
		F	Sig.	T
Total de humedad	Se asumen varianzas iguales	9,221	,003	,798
	No se asumen varianzas iguales			,701

Fuente: Elaboración propia.

Debido a que el valor  $p(\text{Sig.})$  es mayor que 0,005, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa con un nivel de confianza del 95%. El valor T obtenido fue de 0,798, lo que sugiere que la implementación del sistema IoT no aumenta significativamente la precisión en la cantidad de muestras de control de la humedad.

## V. DISCUSIÓN

En el **indicador 1** “Tiempo de medición de temperatura”, Se recolectaron valores antes y después de implementar el sistema IoT web, podemos concluir que, con la implementación del sensor de temperatura, el tiempo promedio de medición de temperatura este se redujo a 10.1 segundos, lo que representa una reducción del 98.32% del tiempo en comparación con un sistema manual de medición de temperatura. Estos resultados son similares a los encontrados por (Rosas Pari y Mora Magallanes 2019) Donde realizo un registro cada minuto en el intervalo de una hora, los resultados obtenidos indican que la red de sensores inalámbricos es una herramienta útil para el monitoreo y control de temperatura.

En el **indicador 2** “Tiempo de medición de la humedad relativa”, Se recolectaron valores antes y después de implementar el sistema IoT web, podemos concluir que, con la implementación del sensor de humedad, el tiempo promedio de medición de la humedad este se redujo a 10.4 segundos, lo que representa una reducción del 97.83% del tiempo en comparación con un sistema manual de medición de la humedad. Estos resultados son similares a los encontrados por (Rosas Pari y Mora Magallanes 2019) Donde realizo un registro cada minuto en el intervalo de una hora, los resultados obtenidos indican que la red de sensores inalámbricos es una herramienta útil para el monitoreo y control de la humedad.

En el **indicador 3** “Cantidad de muestras de temperatura”, Se recolectaron valores antes y después de implementar el sistema IoT web, podemos concluir que, la cantidad de muestras de un sistema manual de 12 registros, este se incrementó a 120 muestras de medición de la temperatura, lo que representa un incremento del 1000%. Estos resultados son similares a los encontrados por (Rosas Pari y Mora Magallanes 2019) Donde realizo un registro cada minuto en el intervalo de una hora, los resultados obtenidos indican que la red de sensores inalámbricos es una herramienta útil para el monitoreo y control de la temperatura.

En el **indicador 4** “Cantidad de muestras de humedad relativa”, Se recolectaron valores antes y después de implementar el sistema IoT web,

podemos concluir que, la cantidad de muestras de un sistema manual de 12 registros, este se incrementó a 120 muestras de medición de la humedad, lo que representa un incremento del 1000%. Estos resultados son similares a los encontrados por (Rosas y Mora, 2019) donde realizó un registro cada minuto en el intervalo de una hora, los resultados obtenidos indican que la red de sensores inalámbricos es una herramienta útil para el monitoreo y control de la humedad.

## VI. CONCLUSIONES

1. Se pudo evidenciar el incremento en la duración de la medición de la temperatura, a través del análisis estadístico utilizando la prueba de U de Mann-Whitney. El análisis reveló un valor de Z de -8.948, lo que confirma que la adopción del sistema IoT disminuye el tiempo de medición de la temperatura. En resumen, la implementación exitosa del sistema IoT propuesto ha aumentado de manera significativa la frecuencia de monitoreo de la temperatura.
2. Se encontró evidencia estadística que respalda la reducción significativa del tiempo de medición de la humedad relativa debido a la implementación del sistema IoT. Esto se demostró mediante el uso de la prueba estadística U de Mann-Whitney, con un valor de Z de -8.927, lo que indica claramente que la implementación del sistema IoT disminuye el tiempo necesario para medir la humedad relativa. El tiempo promedio de medición fue de 10.4 segundos comparados con los 480 segundos de una medición manual. Esto sugiere que la solución propuesta del sistema IoT logró reducir significativamente el tiempo de medición de la humedad relativa.
3. A través del sistema IoT, se logró un incremento en el número de muestras de temperatura. Este aumento fue demostrado utilizando la prueba estadística, el valor T obtenido fue de 0,798, esto indica que la implementación del sistema IoT no tiene un impacto significativo en la mejora de la precisión en la cantidad de muestras para el control de temperatura, cabe señalar que el número de muestras se incrementó a 120 en una hora.
4. Se concluye que se incrementó en 120 el número de muestras de humedad relativa, recolectados en una hora. Este aumento fue demostrado utilizando la prueba estadística, el valor T obtenido fue de 0,798, esto indica que la implementación del sistema IoT no tiene un impacto significativo en la mejora de la precisión en la cantidad de muestras para el control de la humedad relativa.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Proponer el desarrollo de otros sistemas de IoT que abarquen variables ambientales adicionales, tales como la radiación solar, PM2.5, PM10, CO<sub>2</sub>, entre otras.

Realizar una evaluación del costo-beneficio del sistema de monitoreo, comparando el costo de implementación con los beneficios que se puedan obtener, como reducción de la contaminación ambiental.

Discutir las mejoras y posibles aplicaciones futuras del sistema de monitoreo, por ejemplo, la incorporación de inteligencia artificial o el uso de drones para la recopilación de datos.

Validar el sistema en diferentes condiciones ambientales y geográficas para evaluar su funcionalidad y precisión en diversos escenarios, además de explorar la integración del sistema de monitoreo con otras ciudades.

## REFERENCIAS

- ANDRADE MACEDA, P.M. y AGUILAR CABEZAS, J.J., 2021. Sistema de detección y predicción de la calidad del aire y del agua para el monitoreo y control ambiental en explotación minera usando componentes IOT. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)* [en línea], [Consulta: 27 febrero 2023]. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/657615>.
- AWS, [sin fecha]. ¿Qué es IoT? [en línea]. [Consulta: 27 febrero 2023]. Disponible en: <https://aws.amazon.com/es/what-is/iot/>.
- BAINOMUGISHA, E., SSEMATIMBA, J. y OKURE, D., 2023. Design Considerations for a Distributed Low-Cost Air Quality Sensing System for Urban Environments in Low-Resource Settings. *Atmosphere 2023, Vol. 14, Page 354* [en línea], vol. 14, no. 2, pp. 354. [Consulta: 26 febrero 2023]. ISSN 2073-4433. DOI 10.3390/ATMOS14020354. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2073-4433/14/2/354/htm>.
- BAUTISTA-VILLEGAS, E., 2022. Metodologías ágiles XP y Scrum, empleadas para el desarrollo de páginas web, bajo MVC, con lenguaje PHP y framework Laravel. *Revista Amazonía Digital* [en línea], vol. 1, no. 1, pp. e168-e168. [Consulta: 24 noviembre 2022]. ISSN 2810-8701. DOI 10.55873/RAD.V1I1.168. Disponible en: <https://revistas.unamad.edu.pe/index.php/rad/article/view/168/206>.
- BAYONA CARRANZA, M.A., 2022. Modelamiento de la calidad de aire en la ciudad de Cajamarca con teledetección satelital -2019. *Universidad Privada del Norte* [en línea], [Consulta: 27 febrero 2023]. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/31037>.
- BCRP, 2022. Caracterización del departamento de Puno. *Banco Central de Reserva del Perú* [en línea], [Consulta: 25 noviembre 2022]. Disponible en: <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Sucursales/Puno/puno-caracterizacion.pdf>.
- BELLI, L., CILFONE, A., DAVOLI, L., FERRARI, G., ADORNI, P., DI NOCERA, F., DALL'OLIO, A., PELLEGRINI, C., MORDACCI, M. y BERTOLOTTI, E., 2020. IoT-Enabled Smart Sustainable Cities: Challenges and Approaches. *Smart*

- Cities 2020*, Vol. 3, Pages 1039-1071 [en línea], vol. 3, no. 3, pp. 1039-1071. [Consulta: 26 febrero 2023]. ISSN 2624-6511. DOI 10.3390/SMARTCITIES3030052. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2624-6511/3/3/52/htm>.
- BELLINI, P., NESI, P. y PANTALEO, G., 2022. IoT-Enabled Smart Cities: A Review of Concepts, Frameworks and Key Technologies. *Applied Sciences 2022*, Vol. 12, Page 1607 [en línea], vol. 12, no. 3, pp. 1607. [Consulta: 26 febrero 2023]. ISSN 2076-3417. DOI 10.3390/APP12031607. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-3417/12/3/1607/htm>.
- CHAMARA, N., ISLAM, M.D., BAI, G. (Frank), SHI, Y. y GE, Y., 2022. *Ag-IoT for crop and environment monitoring: Past, present, and future* [en línea]. 1 diciembre 2022. S.I.: Elsevier Ltd. [Consulta: 22 noviembre 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308521X22001330>.
- CONDORI ROQUE, M.A. y HERRERA ROQUE, V.S., 2019. Evaluación de los niveles de dióxido de carbono, compuestos orgánicos volátiles y la densidad total del polvo con sensores de calidad de aire en la ciudad de Juliaca, Puno, 2018. *Universidad Peruana Unión* [en línea], [Consulta: 8 marzo 2023]. Disponible en: <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/2713>.
- DICCIONARIO ECOLÓGICO, [sin fecha]. Diccionario Ecológico - C. [en línea]. [Consulta: 27 febrero 2023]. Disponible en: [https://www.peruecologico.com.pe/glosario\\_c.htm](https://www.peruecologico.com.pe/glosario_c.htm).
- EL PERUANO, [sin fecha]. DECRETO SUPREMO N° 074-2001-PCM REGLAMENTO DE ESTANDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL DEL AIRE. ,
- GUERRERO-ULLOA, G., ANDRANGO-CATOTA, A., ABAD-ALAY, M., HORNOS, M.J. y RODRÍGUEZ-DOMÍNGUEZ, C., 2023. Development and Assessment of an Indoor Air Quality Control IoT-Based System. *Electronics 2023*, Vol. 12, Page 608 [en línea], vol. 12, no. 3, pp. 608. [Consulta: 26 febrero 2023]. ISSN 2079-9292. DOI 10.3390/ELECTRONICS12030608. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2079-9292/12/3/608/htm>.
- LÓPEZ LEDESMA, C.A., 2021. Sistema medidor de partículas PM10 y PM2.5 para

mejorar el monitoreo de la calidad del aire en la municipalidad de Laredo. *Repositorio Institucional - UCV* [en línea], [Consulta: 25 noviembre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/55945>.

MATOS URIBE, F.F., CONTRERAS CONTRERAS, F. y OLAYA GUERRERO, J.C., 2020. *Estadística descriptiva y probabilidad para las ciencias de la información con el uso del SPSS* [en línea]. Lima: s.n. [Consulta: 17 marzo 2023]. ISBN 978-612-48342-0-2. Disponible en: [http://eprints.rclis.org/40470/1/ESTADISTICA DESCRIPTIVA.pdf](http://eprints.rclis.org/40470/1/ESTADISTICA%20DESCRIPTIVA.pdf).

MEDINA DE LA CRUZ, M.R., 2020. Diseño e implementación de un dispositivo de Internet de las cosas para la medición y monitoreo de la calidad de aire en zonas urbanas. Universidad de Ciencias y Humanidades [en línea], [Consulta: 3 marzo 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uclm.edu.pe/xmlui/handle/20.500.12872/506>.

MUJAICO MARIANO, A.A., 2020. Diseño e implementación de un sistema de medición y pronóstico de radiación ultravioleta utilizando Internet de las cosas y Machine Learning. *Universidad de Ciencias y Humanidades* [en línea], [Consulta: 8 marzo 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uclm.edu.pe/xmlui/handle/20.500.12872/521>.

ORDINOLA LUNA, E., 2022. Instalación de sensores para la monitorización ambiental en tiempo real, en la Ciudad de Tumbes, 2021. *Repositorio Institucional - UCV* [en línea], [Consulta: 25 noviembre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/80143>.

POOLEY, R. y WILCOX, P., 2003. *Applying UML: Advanced Applications* [en línea]. S.I.: Elsevier Science. ISBN 9780080527505. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=kEhcKO9wm-YC>.

ROJAS VIZCARRA, L.N., 2022. Evaluación de la contaminación acústica en la gestión y fiscalización ambiental en la ciudad de Puno, 2019. *Universidad Nacional del Altiplano* [en línea], [Consulta: 25 noviembre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/18972>.

ROMO QUISPE, A. y BENITES ROMERO, F., 2022. Diseño de un sistema de parqueo inteligente y calidad del aire visualizado en tiempo real en una

aplicación Android en el marco de una ciudad inteligente para el distrito de La Punta - Callao. *Pontificia Universidad Católica del Perú* [en línea], [Consulta: 27 febrero 2023]. Disponible en: <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/21383>.

ROSAS PARI, J.L. y MORA MAGALLANES, H.V., 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. *Repositorio institucional - URP* [en línea], [Consulta: 19 marzo 2023]. Disponible en: <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3211668>.

SUASNABAR RAMOS, D.L., 2023. Evaluación del impacto de las celebraciones de fin de año sobre la calidad del aire en Lima Metropolitana. [en línea], [Consulta: 27 febrero 2023]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/5647>.

Wafa, R., Khan, M.Q., Malik, F., Abdusalomov, A.B., Cho, Y.I. y Odarchenko, R., 2022. The Impact of Agile Methodology on Project Success, with a Moderating Role of Person's Job Fit in the IT Industry of Pakistan. *Applied Sciences* 2022, Vol. 12, Page 10698 [en línea], vol. 12, no. 21, pp. 10698. [Consulta: 25 noviembre 2022]. ISSN 2076-3417. DOI 10.3390/APP122110698. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-3417/12/21/10698/htm>.

## ANEXOS

## Anexo 1 - Matriz de consistencia de la investigación

Título: Sistema IoT para el control medio ambiental de la ciudad de Puno, 2023.

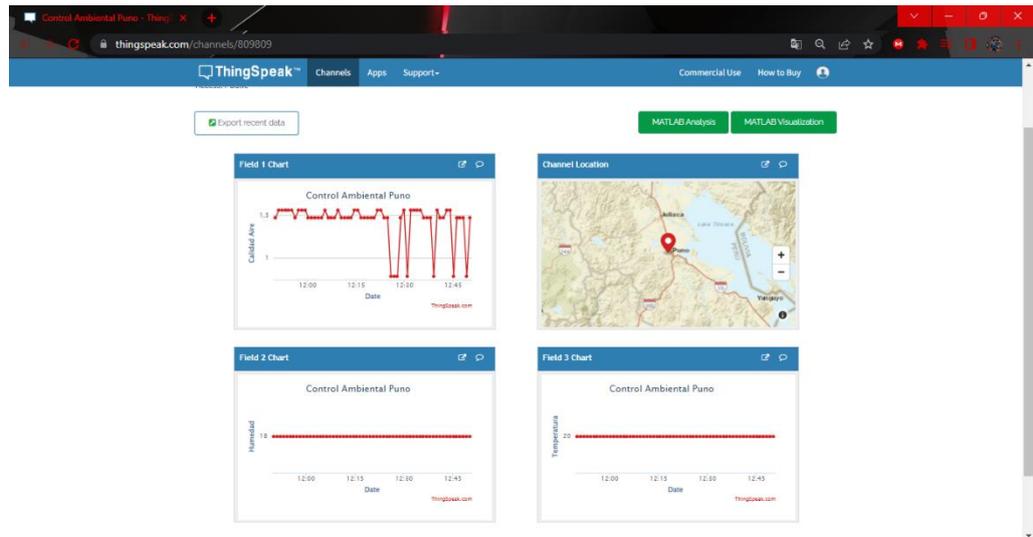
Autor: Choque Zuñiga, Edmer.

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable
<p>General:</p> <p>¿De qué manera el sistema IoT influye en el control medio ambiental de la ciudad de Puno en el año 2023?</p>	<p>General:</p> <p>Monitorear las condiciones ambientales de la ciudad de Puno mediante el despliegue de un sistema IoT.</p>	<p>General:</p> <p>“El Sistema IoT mejora de forma significativa el control medio ambiental de la ciudad de Puno en el año 2023”.</p>	<p>Independiente:</p> <p>Sistema IoT</p>
<p>Específicos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Contaminación del aire: causada por emisiones de vehículos, industrias, construcciones, entre otros, lo que puede generar problemas respiratorios y de salud en la población.</li> <li>2. Contaminación acústica: el ruido excesivo generado por el tráfico, la industria y otros factores puede generar estrés y otros problemas de salud en la población.</li> <li>3. Contaminación del agua: generado por la descarga de desechos domésticos, la cual afectaría la pureza del agua y la vida acuática.</li> <li>4. Producción de residuos: generación de grandes cantidades de basura y residuos.</li> </ol>	<p>Específicos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reducir el tiempo de medición de temperatura en grados centígrados.</li> <li>2. Reducir el tiempo de medición de la humedad relativa en porcentaje.</li> <li>3. Mejorar la precisión de la muestra del registro de temperatura.</li> <li>4. Mejorar la precisión de la muestra del registro de la humedad relativa.</li> </ol>	<p>Específicas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. “El sistema IoT reduce el tiempo de medición de temperatura de forma significativa”.</li> <li>2. “El sistema IoT reduce el tiempo de medición de la humedad relativa en porcentaje”.</li> <li>3. “El sistema IoT mejora la precisión de la muestra del registro de temperatura”.</li> <li>4. “El sistema IoT mejora la precisión de la muestra del registro de humedad relativa”.</li> </ol>	<p>Dependiente:</p> <p>Control medio ambiental</p>

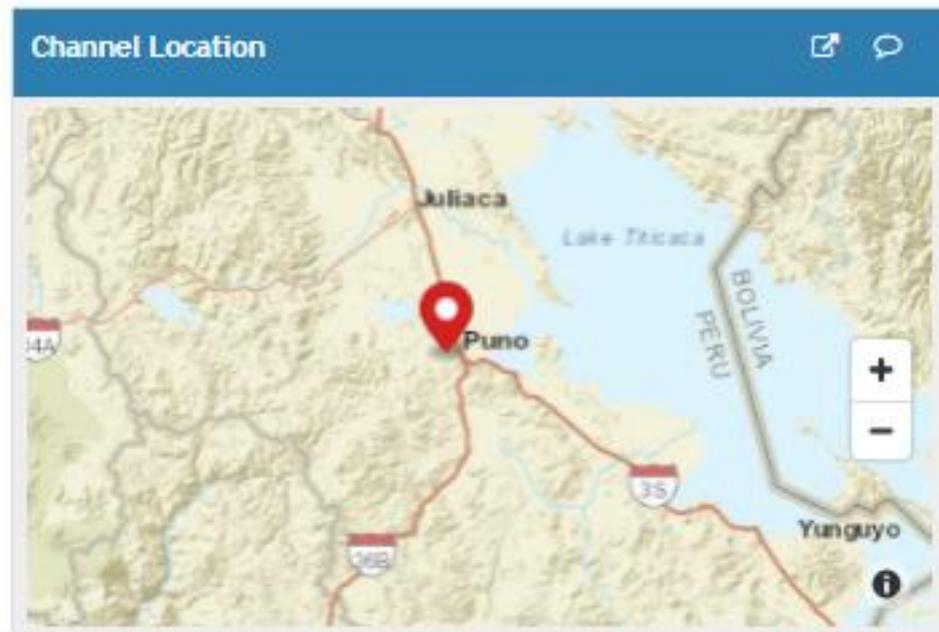
## Anexo 2 - Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Escala de medición
Independiente: Sistema IoT	“El término "Internet de los objetos" (IoT) se refiere a la conectividad de una amplia variedad de dispositivos y a la tecnología que hace posible que estos dispositivos interactúen entre sí y con la nube. Actualmente, es posible conectar miles de millones de dispositivos a Internet de bajo coste y las telecomunicaciones de alta velocidad. Esto hace posible que cosas corrientes recojan datos a través de sensores y reaccionen de forma inteligente a las acciones de los humanos” (AWS, 2023).	Se puede medir variables ambientales como la temperatura, humedad, calidad de aire, radiación ultra violeta con sensores de IoT y poder apoyar con información para la toma de decisiones.			
Dependiente: Control medio ambiental	La inspección, supervisión y aplicación de medidas para reducir o prevenir la liberación de sustancias contaminantes de origen humano al medio ambiente, incluyendo agua, aire y suelo” (Diccionario Ecológico, 2023).	El control medio ambiental se refiere a la gestión y regulación de los factores ambientales que afectan a un determinado lugar o área geográfica. Esto abarca diversas áreas, como la administración de la calidad del aire, el agua y el suelo, el control de la emisión de contaminantes, la gestión de residuos, y la preservación de la biodiversidad y los ecosistemas.	Tiempo	Tiempo de medición de temperatura	Razón
				Tiempo de medición de la humedad relativa	Razón
				Cantidad de muestras de temperatura	Razón
				Cantidad de muestras de humedad relativa	Razón

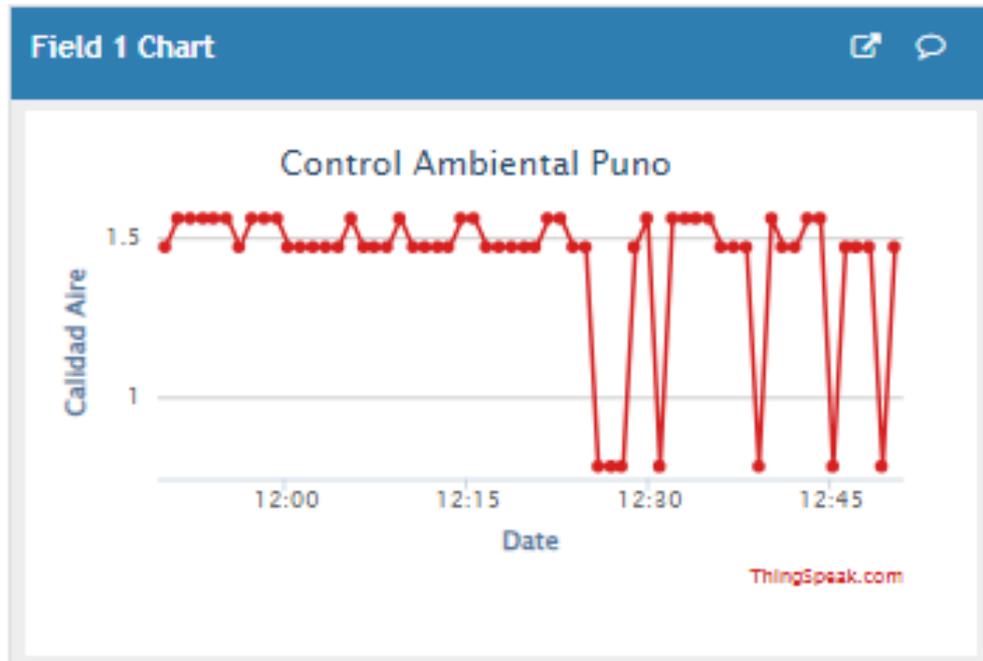
### Anexo 3 – Panel de control de la página ThingSpeak



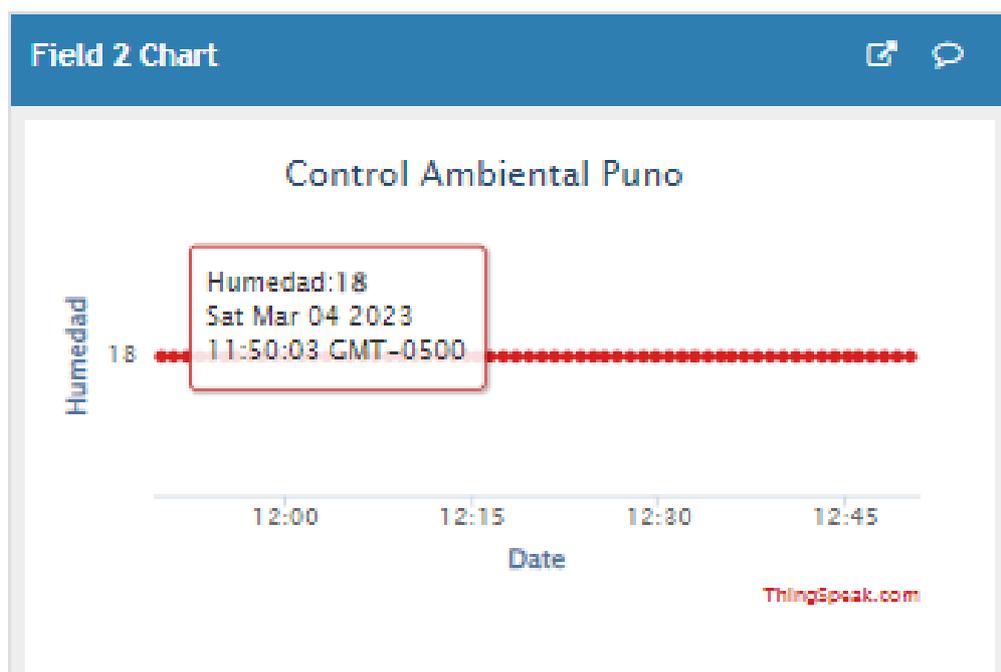
### Anexo 4 – Localización de la ciudad de puno mediante ThingSpeak



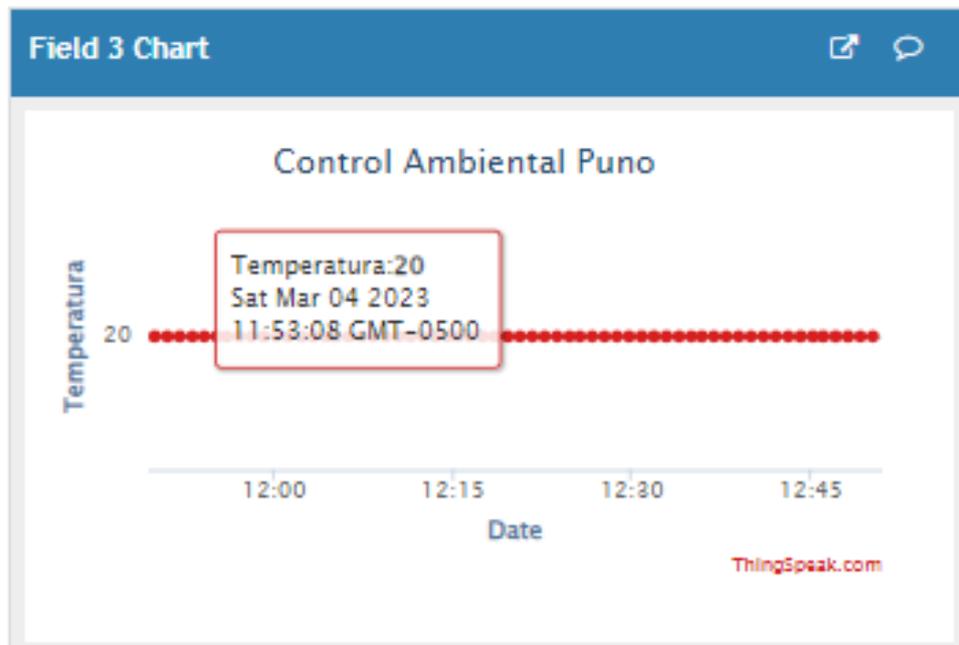
Anexo 5 – Datos obtenidos del control ambiental de la ciudad de Puno  
calidad de aire



Anexo 6 – Datos obtenidos del control ambiental de la ciudad de Puno  
humedad



Anexo 7 – Datos obtenidos del control ambiental de la ciudad de Puno  
humedad



Anexo 8 – Exportar datos de ThingSpeak

ThingSpeak

Control Ambiental Puno

Channel ID: 809809  
Author: arroyopaz  
Access: Public

Export recent data

Export recent data

Export recent data

Control Ambiental Puno Channel Feed: JSON XML CSV

Field 1 Data: Calidad Aire: JSON XML CSV

Field 2 Data: Humedad: JSON XML CSV

Field 3 Data: Temperatura: JSON XML CSV

Field 1 Chart

Control Ambiental Puno

Calidad Aire

1.5

1

12:00 12:15 12:30 12:45

Date

ThingSpeak.com

Channel Location

Map showing location of Control Ambiental Puno in Puno, Peru.

Field 2 Chart

Control Ambiental Puno

Humedad

20

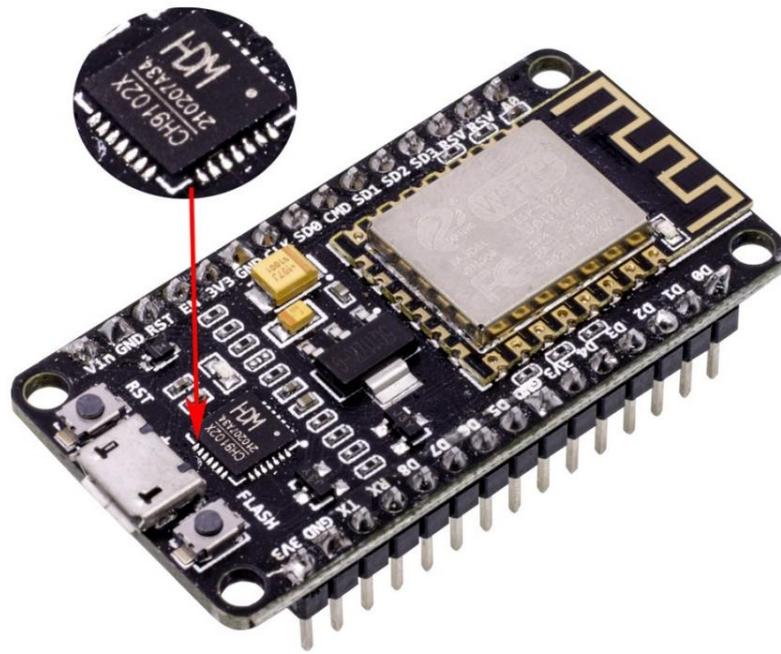
Field 3 Chart

Control Ambiental Puno

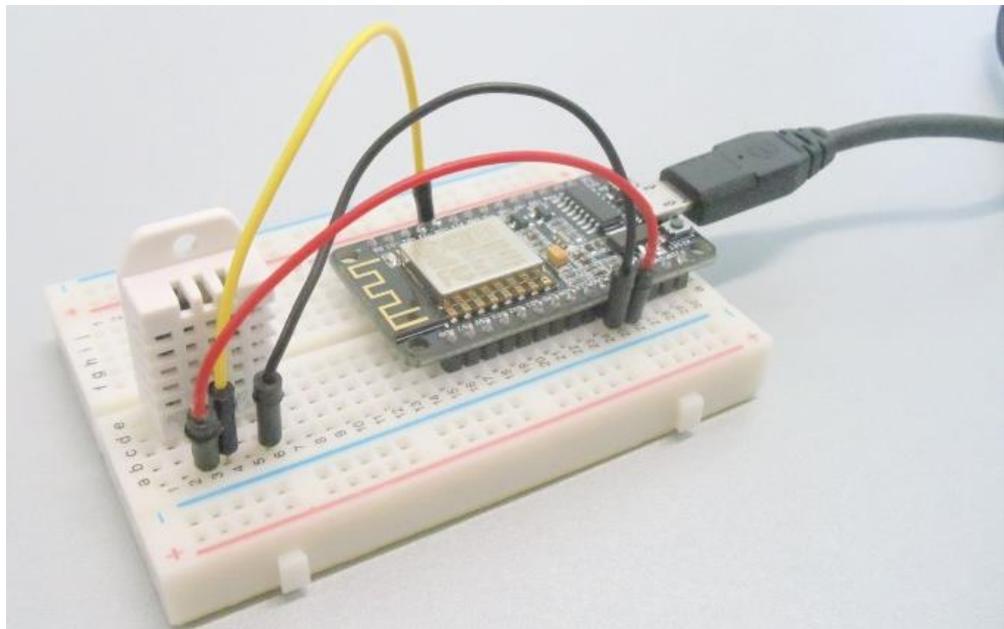
Temperatura

20

Anexo 8 – Equipo de trabajo nodemcu esp8266



Anexo 10 – Equipo de trabajo dht22





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, EVERSON DAVID AGREDA GAMBOA, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA DE SISTEMAS de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis Completa titulada: "Sistema IoT para el Control medio ambiental de la ciudad de Puno, 2023", cuyo autor es CHOQUE ZUÑIGA EDMER, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 22.00%, 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 Completa 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, 22 de Febrero del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
EVERSON DAVID AGREDA GAMBOA <b>DNI:</b> 18161457 <b>ORCID:</b> 0000-0003-1252-9692	Firmado electrónicamente por: AGREDA el 26-05- 2023 13:28:53

Código documento Trilce: TRI - 0534780