



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE
SISTEMAS

Aplicativo móvil con IOT para medir la calidad del aire
en la empresa industrial Jyrsa DPG, Lima-2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero de Sistemas

AUTOR:

Avellaneda Sotomayor Lenin Johan (orcid.org/0000-0002-0380-4691)

ASESORA:

Dra. Rodriguez Baca Liset Sulay (orcid.org/0000-0003-1850-615X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistemas de Información y Comunicaciones

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible o adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2023

Dedicatoria:

El presente trabajo va dedicado primeramente a Dios por brindarme la sabiduría, amor y paz. Seguidamente a mis padres por el apoyo moral y económico durante todo el proceso que estuve en la universidad.

Agradecimientos:

Un agradecimiento especial a la Dra. Lizet Rodríguez por brindarme su enseñanza y sobre todo su paciencia durante todo el proceso de la tesis.

Además, a la empresa Jyrsa DPG por brindarme sus instalaciones y hacer posible la realización del proyecto.

Por último, a la universidad César Vallejo y a todos los docentes de la facultad de ingeniería de sistemas.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS:.....	III
ÍNDICE DE TABLAS.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS	VI
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	14
3.1 Tipo y diseño de investigación	14
3.2 Variable de operacionalización	14
3.3 Población, muestra y muestreo	16
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	17
3.5 Procedimientos	17
3.6 Método de análisis	17
3.7 Aspectos éticos.....	18
IV RESULTADOS.....	18
4.1 Análisis Descriptivo	18
4.2 Análisis Inferencial.....	22
V DISCUSIÓN.....	29
VI CONCLUSIONES.....	30
VII RECOMENDACIONES	31
REFERENCIAS.....	32
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1	Tabla comparativa de plataformas IOT	12
Tabla 2	Técnicas de instrumentos de recolección de datos	16
Tabla 3	Medidas Estadísticas Descriptivas PM10	18
Tabla 4	Medidas Estadísticas Descriptivas PM2.5	20
Tabla 5	Análisis de prueba	21
Tabla 6	Prueba de normalidad PM10	22
Tabla 7	Prueba de normalidad PM2.5	23
Tabla 8	Prueba T Student Índice de Material Particulado PM10	25
Tabla 9	Prueba de Wilcoxon Índice de Material Particulado PM2.5	26
Tabla 10	Matriz de operacionalización de variables	40
Tabla 11	Valores de Índice de Material Particulado PM10	44
Tabla 12	Valores de Índice de Material Particulado PM2.5	44
Tabla 13	Ficha de registro Pre-Test Material Particulado PM10	45
Tabla 14	Ficha de registro Pre-Test Material Particulado PM2.5	48
Tabla 15	Proyect Charter	55
Tabla 16	Stakeholders	57
Tabla 17	Valor de prioridad	58
Tabla 18	Requisitos Funcionales	58
Tabla 19	Requisitos no funcionales	59
Tabla 20	Equipo de trabajo	61
Tabla 21	Mockups Iniciar sesión	65
Tabla 22	Mockups Recuperar Contraseña	65
Tabla 23	Mockups Crear nueva contraseña	66
Tabla 24	Mockups Menú principal	66
Tabla 25	Mockups Visualizador de datos	67
Tabla 26	Ficha de registro Post--Test Material Particulado PM10	89
Tabla 27	Ficha de registro Post--Test Material Particulado PM2.5	92

Índice de figuras

Figura 1 Gráfico estadístico Pre_test PM10	19
Figura 2 Gráfico estadístico Post_test PM10.....	19
Figura 3 Gráfico estadístico Pre_test PM2.5	20
Figura 4 Gráfico estadístico Post_test PM2.5.....	21
Figura 5 Prueba de normalidad Pre test PM10.....	22
Figura 6 Prueba de normalidad Post test PM10	23
Figura 7 Prueba de normalidad Pre test PM2.5.....	24
Figura 8 Prueba de normalidad Post test PM2.5	24
Figura 9 Metodología Mobile-D	54
Figura 10 Proceso de Producción ASIS	60
Figura 11 Esquema del prototipo IOT.....	64
Figura 12 Diseño de aplicación	68
Figura 13 Caso de uso Login.....	68
Figura 14 Caso de uso Agregar usuario	69
Figura 15 Caso de uso Recuperar contraseña	69
Figura 16 Caso de uso Visualizar Medidas	70
Figura 17 Caso de uso Reportes.....	70
Figura 18 Caso de uso Alertas de Material Particulado.....	71
Figura 19 Interfaz crear Usuario	72
Figura 20 Interfaz datos del proyecto	73
Figura 21 Desarrollo del código en Arduino IDE.....	74
Figura 22 Inserción de las librerías Blynk	74
Figura 23 inserción de pines virtuales	75
Figura 24 Interfaz "Creación de pines Virtuales"	75
Figura 25 Interfaz Pin-Virtual PM2.5.....	76
Figura 26 interfaz Sincronización entre el teléfono y el prototipo	77
Figura 27 Interfaz creación de la interfaz	78
Figura 28 Interfaz Conexión del aplicativo.....	79
Figura 29 interfaz visualización de datos.....	80
Figura 30 Proceso de producción TOBE	81
Figura 31 Módulo Relay	82

RESUMEN

La contaminación de la calidad del aire ha causado un impacto grave en la sociedad. Debido a la inmensa cantidad de partículas contaminantes que abundan en el aire, tales como material particulado PM10 y el Material Particulado 2.5. Dando como consecuencia enfermedades severas en los pulmones y en el corazón, Ante ello surgieron nuevas tecnologías las cuales tienen la capacidad de monitorear en tiempo real las mediciones de la calidad del aire, sin embargo, no todos tienen la capacidad de poseerlos, debido al alto costo de su implementación.

El objetivo principal fue determinar de qué manera el aplicativo móvil con IOT mejora la medición de la calidad del aire en la empresa industrial Jyrsa DPG, Lima-2023. Para el desarrollo del prototipo se aplicó la metodología Mobile-D, aprobado por el criterio de validez de contenido.

La tesis fue de tipo aplicada con un diseño de investigación experimental preexperimental, además de tener un enfoque de investigación cuantitativo. Para el primer indicador Material Particulado PM10 se utilizó un total de 20 registros recolectados en un mes, excluyendo los días sábados y domingos. Así mismo, para el indicador Material Particulado PM2.5 se utilizó un total de 20 registros recolectados en un mes, excluyendo los días sábados y domingos.

Se obtuvo con resultados una mejora del 22% para el primer indicador el cual fue Material Particulado PM2.5 y una mejora del 46% para el segundo indicador que fue Material Particulado PM10. En conclusión, La implementación aplicativo móvil con IOT mejoró la medición de la calidad del aire en la empresa industrial Jyrsa DPG, Lima-2023, logrando mejorar los niveles de Material Particulado PM10 y Material Particulado PM2.5

Palabras clave : Aplicativo móvil, internet de las cosas, calidad del aire.

ABSTRACT

Air quality pollution has caused a serious impact on society. Due to the immense amount of polluting particles that abound in the air, such as PM10 particulate matter and Particulate Matter 2.5. Resulting in severe diseases in the lungs and heart, new technologies emerged which have the capacity to monitor air quality measurements in real time, however, not everyone has the capacity to possess them, due to the high cost of its implementation.

The main objective was to determine how the mobile application with IOT improves the measurement of air quality in the industrial company Jyrsa DPG, Lima-2023. For the development of the prototype, the Mobile-D methodology was applied, approved by the content validity criterion.

The thesis was of an applied type with a pre-experimental experimental research design, in addition to having a quantitative research approach. For the first indicator PM10 Particulate Matter, a total of 20 records collected in a month are used, excluding Saturdays and Sundays. Likewise, for the PM2.5 Particulate Matter indicator, a total of 20 records collected in one month were used, excluding Saturdays and Sundays.

The results obtained were an improvement of 22% for the first indicator, which was Particulate Matter PM2.5, and an improvement of 46% for the second indicator, which was Particulate Matter PM10. In conclusion, the mobile application implementation with IOT improved the measurement of air quality in the industrial company Jyrsa DPG, Lima-2023, managing to improve the levels of PM10 Particulate Matter and PM2.5 Particulate Matter

Keywords: Mobile application, Internet of things, Air quality.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la mala calidad del aire está causando una enorme preocupación a nivel mundial, tanto en ambientes interiores como en exteriores. Esto debido a la presencia de partículas de humo, los cuales son provocados por incendios, quema de combustibles o emisiones de industrias. Según (Amoatey, et al 2021). Dichas emisiones (PM10, dióxido de carbono, PM2.5, dióxido de azufre), se vuelven tóxicas si se excede el límite permisible, afectando gravemente la salud de las personas.

Según (World Health Organization, 2021) debido a la exposición a partículas finas de contaminación del aire exterior, ha causado la muerte de 4 millones de personas, con las tasas de mortalidad más altas en Asia oriental y Europa central.

Así mismo (Wu et al., 2021) menciona que la contaminación excesiva de PM2,5 tanto en interiores como en exteriores, está causando enfermedades metabólicas crónicas, esto debido a que existe un vínculo entre contaminación en el aire por PM2.5 y principios diabetes mellitus de tipo 2, además aclaró que la contaminación por partículas finas (PM2.5) en el aire, representó más del 90% del impacto en la salud pública.

En la India, exactamente en la ciudad de Nueva Delhi la contaminación del aire responde a varios factores como la sobrepoblación en la capital la cual aumenta la amenaza del tráfico y contribuye a la contaminación del aire y smog. Así mismo, el clima juega un factor importante. La construcción a gran escala, el aumento del polvo, la contaminación industrial y los vertederos de basura son los orígenes de la mala calidad del aire. Cabe mencionar que en las temporadas de invierno los vientos estancados hacen que las partículas de polvo y los contaminantes en el aire sean incapaces de moverse.

Según el portal estadístico (World Air Quality, 2021) el Perú se encuentra en el primer puesto con mayor contaminación del aire a nivel de América Latina, Así mismo el Perú se encuentra en el puesto 26 con mayor contaminación de calidad del aire en el mundo.

Según el (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2022) realizó un estudio de medición de la calidad del aire en distintos lugares del departamento

de Lima, siendo San Juan de Lurigancho uno de los distritos con mayor contaminación de Material Particulado (10), lo que concluye que la contaminación en el Perú es una situación preocupante.

En la empresa Industrial Jyrza DPG, ubicada en el distrito de San Juan Lurigancho en el departamento de Lima, dedicada especialmente al rubro de producción y venta de pinturas. Se observó una mala calidad del aire esto debido a que la empresa trabaja con químicos tóxicos los cuales son muy dañinos para la salud, además de ello, se observó que no se contaban con las medidas de seguridad necesarias, tales como mascarillas o guantes de seguridad, además de no contar con aire acondicionado dentro de las instalaciones.

De acuerdo a la entrevista realizada a la gerenta de la empresa Jyrza DPG (ver anexo 03) donde se le realizó algunas preguntas referentes a la contaminación que existe dentro de las instalaciones de la empresa, indicando que se trabaja con distintas sustancias químicas para la fabricación de pintura. A la vez comentó que el lugar donde se ubica el establecimiento no existe pistas y veredas pavimentadas, causando mucho polvo, siendo inhalados diariamente por los trabajadores. Así mismo se observó que el área de producción no cuenta con una correcta ventilación, además de no utilizar implementos de seguridad por parte de los trabajadores.

A partir de ello, se formuló las siguientes preguntas: ¿De qué manera el aplicativo móvil con IOT mejora la medición de la calidad del aire en la empresa industrial Jyrza DPG, Lima-2023?, así mismo se formularon los problemas específicos ¿De qué manera el aplicativo móvil con IOT mejora la medición del índice de calidad del aire de material particulado (10) en la empresa industrial Jyrza DPG, Lima-2023? y ¿De qué manera el aplicativo móvil con IOT mejora la medición del índice de calidad del aire de material particulado (2,5) en la empresa industrial Jyrza DPG, Lima-2023?

Por otro lado, el objetivo general de la investigación fue determinar de qué manera el aplicativo móvil con IOT mejora la medición de la calidad del aire en la empresa industrial Jyrza DPG, Lima-2023, y como objetivos específicos, fueron determinar de qué manera el aplicativo móvil con IOT mejora la medición

del índice de calidad del aire de material particulado (10) en la empresa industrial Jyrsa DPG, Lima-2023 y determinar de qué manera el aplicativo móvil con IOT mejora la medición del índice de calidad del aire de material particulado (2,5) en la empresa industrial Jyrsa DPG, Lima-2023

Como justificación teórica se tuvo, brindar un aporte y una demostración a la sociedad a través de una implementación de un aplicativo móvil con IOT para la medición de la calidad del aire. Logrando obtener una información clara, precisa y en tiempo real de los posibles contaminantes que existen en el aire, y así desarrollar soluciones efectivas aplicando tecnología IOT. Así mismo como justificación tecnológica propuso brindar un aporte al uso de tecnologías IOT en conjunto con la inteligencia artificial. Permitiendo desarrollar soluciones para un medio ambiente más sano y ecológico. Por último, como justificación metodológica se dio a conocer el procedimiento de la creación prototipo, además de la implementación de sensores de la calidad del aire junto con el Arduino en conjunto con una aplicación móvil el cual permitirá ver las estadísticas de medición en tiempo real.

Como hipótesis general se tuvo la implementación de un aplicativo móvil con IOT para mejorar la medición de la calidad del aire en la empresa industrial Jyrsa DPG. Como hipótesis específicas se tuvo: la implementación de un aplicativo móvil con IOT mejora las mediciones del índice de calidad del aire de material particulado (10) en la empresa industrial Jyrsa DPG, Lima-2023 y la segunda hipótesis específica se tuvo: la implementación de un aplicativo móvil con IOT mejora las mediciones del índice de calidad del aire de material particulado (2.5) en la empresa industrial Jyrsa DPG, Lima-2023.

II. MARCO TEÓRICO

Los antecedentes a nivel internacional según ARRIETA (2019) redactó en su proyecto de investigación el cual tuvo como objetivo obtener medidas de la calidad del aire en la universidad de Sucre usando tecnología de vehículos aéreos no tripulados (Drone). Obtuvo como resultados la integración de tecnologías de comunicación inalámbrica implementada en un dron, así mismo tuvo la capacidad de monitorear la calidad del aire de la zona estudiada llegando a rangos entre las 300 y 400 PPM, logrando nivel de contaminación aceptable. El aporte del antecedente, refiere a la gran importancia de las aplicaciones con sistemas embebidos, brindando una comunicación de red inalámbrica estable permitiendo recibir datos de las mediciones de CO₂ en tiempo real.

Según VELASCO Y PINZÓN (2018) redactó en su investigación la gran contaminación que existe en el aire, afectando la salud de millones de personas, además de la falta de un sistema de vigilancia que ayude a detectar los distintos contaminantes que existe en la ciudad de Bucaramanga, provocando información desactualizada y un mal diagnóstico de la calidad del aire. Su objetivo fue implementar un sistema de monitoreo con IOT frente a los problemas afectados por el Material Particulado PM_{2.5} en el municipio de Bucaramanga (Colombia). Se obtuvo como resultado la incorporación de un prototipo de monitoreo del aire utilizando IOT, además de contar con un aplicativo móvil en donde se permitió visualizar la medición en tiempo real. El aporte del antecedente se refiere a la importancia de una plataforma CLOUD MQTT (permite el envío de datos utilizando el protocolo MQTT), ajustándose con facilidad al prototipo, permitiéndole ver la medición del aire en tiempo real mediante la plataforma CLOUD MQTT.

Según CLARAMUNT (2021) Sostuvo en su investigación el excesivo costo de equipos que miden la calidad del aire, causando que no todas las ciudades cuenten con un centro de monitoreo. Por ello, tuvo como objetivo principal la creación de un prototipo de medición de los contaminantes gaseosos a un bajo costo el cual proporcione el monitoreo continuo y con una alta resolución del tiempo utilizando Arduino y sensores MOS. Como resultado se obtuvo la

creación del prototipo el cual mide la calidad del aire y los contaminantes gaseosos que este contiene. Se caracterizó sobre todo por su bajo costo y versatilidad para las mediciones tanto en espacios interiores como en exteriores. El aporte del antecedente resaltó el bajo presupuesto que se necesitó para la creación del prototipo, además de su versatilidad para la medición tanto en ambientes interiores como exteriores.

Seguin TATARI y JAZAVAC (2021) sostuvo en su tesis la gran preocupación que tienen los habitantes del pueblo de Verebod, con respecto a la calidad del aire, así mismo mencionó que el pueblo contaba con conexión LoraWAN. Propuso como objetivo implementar un sistema de monitoreo del aire en la aldea inteligente Verebod. Se obtuvo como resultado la implementación del prototipo de monitoreo del aire el cual medía la humedad, PM10, PM2.5 y el CO2 de la aldea. Todo ello funcionó gracias a la ayuda del LoreWAN ya que lo utilizaron para enviar la recolección de datos a la plataforma IOT. El aporte del antecedente resaltó la importancia de tener una red LoreWAN, en una ciudad ya que te ofrece la transferencia de datos inalámbrica digital, además de que solo necesitan un bajo consumo de energía para enviar datos a distancias largas.

Así mismo HENRIK (2019) mencionó en su investigación la excesiva contaminación que existe en ambientes interiores de edificios antiguos en comparación con los modernos en la ciudad de Bergen. Tuvo como objetivo diseñar un sistema de monitoreo de calidad del aire el cual está basado en un protocolo de red LaRaWAN con sensores de bajo costo, el cual se visualiza los datos a través de una plataforma web de un edificio en la ciudad de Gergen. Obtuvo como resultado que los índices de aire en el edificio moderno son recomendables debido a que no sobrepasan los límites de contaminación. Sin embargo, en los edificios antiguos se presentaron altas concentraciones de contaminación. El aporte muestra como la calidad del aire en ambientes interiores puede causar enfermedades muy graves, debido a la contar con una ventilación del ambiente correcta.

Según REN (2018) sostuvo en su investigación el excesivo aumento de contaminación ambiental que existe en el mundo. Así mismo resaltó la gran emisión de PM10 y PM2.5 que causan los proyectos de construcción de carreteras. Tuvo como objetivo principal investigar los principales indicadores de contaminación producidos por los proyectos de construcción los cuales pueden causar problemas de salud en los trabajadores. Todo ello se analizará a través de tecnologías IOT con la integración de microcontroladores y sensores. Tuvo como resultados la implementación del sistema de vigilancia de la calidad del aire. Así mismo las pruebas indicaron que el sistema es capaz de recolectar y visualizar la emisión de contaminantes de manera rentable y en tiempo real. Así mismo se identificó que los principales contaminantes emitidos durante fue al momento de la operación del levantamiento de tierras. El aporte brindó formas de evaluar los contaminantes a través de sensores conectados a dispositivos IOT, logrando tener más conocimiento e información de los principales indicadores que podrían causar enfermedades, y lograr la prevención y cuidados necesarios.

Según EUGENIO y OTROS (2019) sostuvo en su investigación la problemática la mala calidad del aire que existe en el mundo, además especificó la falta de estaciones de monitoreo en zonas del Valle de México, las cuales no brindan información precisa sobre los índices de contaminación de la calidad del aire. Tuvo como objetivo general desarrollar un sistema de medición de gases tóxicos (CO, NO2, MP, SO2) y la administración de mediciones, mediante una aplicación para móviles, además de un sitio web. Así mismo resaltó que el sistema funciona con una conexión a internet, y así permite subir las mediciones de realizar a la base de datos en tiempo real además del uso del Raspberry PI el cual es una minicomputadora que permite gestionar todo tipo de sensores a través de distintos protocolos de comunicación, siendo compatible con distintos lenguajes de programación. El aporte del antecedente resaltó el uso de los dispositivos Raspberry PI el cual es un dispositivo parecido al Arduino creado especialmente para el uso de la informática permitiendo la creación de aplicaciones donde puede procesar y tratar muchos datos.

Según HAMMAMI (2019) redactó en su artículo de investigación la gran importancia de los equipos IOT gracias a tener la posibilidad de conectar objetos del mundo real al internet a través de diversas tecnologías, así mismo resalto el uso de sensores tales como temperatura, lluvia, humedad entre otros los cuales miden la calidad del aire de una respectiva área. Ante ello tuvo como objetivo proponer un sistema informático permitiendo conectar diferentes sensores a un servicio web, enlazado con una base de datos. Para el diseño del sistema se utilizó la arquitectura del Internet de las cosas, compuesto por 4 capas (capa física, capa de proceso, capa de red y capa de aplicación). Llegando a la conclusión el desarrollo e implementación de un prototipo el cual fue realizado con Arduino y sensores DHT11, permitiendo el monitoreo en tiempo real de los principales indicadores que afectan a la calidad del aire (lluvia, humedad y temperatura). El aporte brindado resaltó el uso de la arquitectura del internet del internet de las cosas, el cual consta de 4 capas, logrando un mejor eficiencia y orden al momento del desarrollo del prototipo, así mismo destacó el bajo costo y adaptación del dispositivo, permitiendo instalarlo tanto en ambientes interiores como en exteriores.

Referente a los antecedentes nacionales, se puede mencionar a MEDINA (2020) redactó en su tesis la falta de centros de monitoreo de la calidad del aire en zonas urbanas. Propuso como objetivo implementar un dispositivo utilizando el Internet de las Cosas para medir y monitorear la calidad del aire en áreas urbanas. En dicha investigación se dio como resultados que el diseño e implementación del aplicativo móvil con OIT cumplió con las especificaciones técnicas esenciales para el problema planteado, tales como un bajo consumo de recursos, fácil manejo del aplicativo y un mínimo margen de error al momento de realizar las mediciones correspondientes. El aporte del antecedente brindó información importante en el tema de calidad del aire y la falta de preocupación que, en el Perú, a pesar de la existencia de leyes de protección ambiental basadas en la regulación y control de emisiones los cuales por sí solo no parece ser suficiente.

Según CAMARGO (2019) redactó en su investigación titulado “Sistema de medición de calidad de aire e intensidad UV con sistemas Embebidos Bolt IOT y Arduino”. Tuvo como objetivo principal diseñar e implementar un medidor de la calidad del aire, radiación UV, temperatura y humedad por medio de los dispositivos embebidos Bolt IOT y Arduino, el cual consistía en la implementación de un sistema de medición de vigilancia de la calidad del aire por medio de un software, que a través de sensores mostrará los datos de medición de material particulado. Además, se tomó las medidas de radiación UV, temperatura y humedad, todo ello a través de un puerto serial conectado al Arduino. La investigación tuvo como resultados las mediciones de Material particulado, Intensidad UV, temperatura y humedad tanto en ambientes interiores como en exteriores, así mismo resaltó que el sistema embebido Bolt IOT tiene la capacidad de poder guardar toda la información en un puerto Cloud. Los cuales son leídos tan solo ejecutando el API correspondiente. El aporte del antecedente brindó técnicas e ideas en el desarrollo del aplicativo móvil, incluyendo Arduino en conjunto con los sensores de medición, además de los sistemas embebidos los cuales fueron un punto muy importante en la investigación.

Según GUILLÉN (2021) mencionó como problemática la falta de equipos de monitorización climatológica ambientales basados en el uso de recursos libre (Open source) en algunos departamentos del Perú, esto debido al alto costo que estos presentaban, generando falta de datos e información en tiempo real, los cuales sean de gran ayuda para futuras investigaciones hacia el medio ambiente. Tuvo como objetivo desarrollar un modelo de implementación de software de una estación meteorológica el cual registre todos los valores ambientales (temperatura, humedad, índice de calidad del aire e índice de radiación ultravioleta) a través de sensores climáticos el cual obtenga estadísticas históricas e información a corto plazo. La investigación tuvo como población la provincia de Arequipa, siendo un tipo de investigación cuantitativa. Se obtuvo como resultado la creación de una página web el cual permitió la visualización de los valores ambientales a partir de sensores inteligentes de detección con Arduino, así mismo se logró crear una página web interactivas en

donde se visualiza todo el historial climatológico debido a que dicha información se almacena en una base de datos. El aporte del antecedente resaltó la importancia de la medición climatológica ambiental actualizada, el cual apoye a futuras investigaciones y así poder brindar ideas que soluciones la mala calidad del aire, así mismo cabe resaltar la creación de un portal web donde se visualice la información en tiempo real.

Según MENDOZA (2018) redactó su tesis sobre la mala contaminación que existen en las zonas urbanas. Tuvo como resultado la implementación de sistema de monitoreo en tiempo real de los contaminantes utilizando el protocolo MQTT, además de brindar confiabilidad al momento de enviar los datos a la plataforma web. El aporte brindado muestra el desarrollo de un sistema de monitoreo de los contaminantes así mismo el uso de protocolos de redes, brindando una mejor medición con respecto a los sensores de temperatura.

Según WANG Y OTROS (2019) sostuvo en su artículo de investigación la inmensa contaminación de partículas finas dispersas en el aire, debido a la aceleración gradual de la urbanización que existe en las ciudades principales de China, causando problemas respiratorios y cardíacos en los habitantes. Ante ello tuvo como objetivo implementar un sistema de vigilancia y predicción de la calidad del aire basados en el Internet de las cosas. El dispositivo fue diseñado con la arquitectura del Internet de las cosas, así mismo se aplicó la estructura de Redes neuronales recurrentes, permitiendo una mejor precisión y predicción de las medicaciones de material particulado. Tuvo como resultados la creación del prototipo que mide la calidad del aire apoyados con técnicas de redes neuronales recurrentes, logrando una mejor precisión y predicción de las mediciones en el monitoreo de la calidad del aire. El aporte brinda técnicas de Redes neuronales recurrentes, apoyados de la Inteligencia Artificial, logrando mejorar la precisión y predicción en las mediciones de la calidad del aire. logrando un gran apoyo a la protección ambiental.

Por otro lado, (ANITHA Y KUMAR, 2023) redactó en su artículo, el cual tuvo como objetivo desarrollar un sistema inteligente capaz de purificar el aire

contaminado que existe en los ambientes interiores, con la ayuda de sensores MQ y Arduino WIFI, permitiendo enviar los datos hacia la Plataforma Thingspeak Cloud. El prototipo consiste en colocar dos sensores que midan la calidad del aire, uno va en la entrada del purificador y el otro va en la salida del purificador, permitiendo comparar los resultados y que tan eficiente son los purificadores de aire. Obtuvo como resultado una mejora de los niveles de Materiales Particulado PM10 pasando de medir entre los 80 y 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sin el prototipo a un aproximado de 40 y 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. El aporte brindado refleja la importancia de los sensores MQ los cuales detecta el Material Particulado PM10, permitiendo demostrar la importancia y eficacia de los purificadores en ambientes interiores.

Por último, (PANTELIC, 2023) redactó en su artículo la gran contaminación que existe en ambientes interiores, causadas por la emisión de polvo o la humedad. Dando como punto fuerte el humo que emiten las cocinas. Por ello tuvo como objetivo desarrollar un prototipo con IOT para medir y controlar los niveles de contaminación de Material Particulado PM2.5 en ambientes interiores. Además de conectar el prototipo con campanas extractoras y purificadores, los cuales se activan cuando los niveles de contaminación son graves. Se obtuvo como resultado que la contaminación emitida por la cocina se logró controlar de manera efectiva gracias a la ayuda del prototipo basado en IOT, pasando de un 81% a un 94%. El aporte brindado menciona una forma de poder controlar los niveles del Material Particulado, es decir que la tecnología IOT no solo te puede ayudar a monitorear dichos niveles, sino que, a su vez, uno puede conectar distintos equipos electrónicos que ayudan a ventilar la zona contaminada evitando que esta se concentre en dicha área.

Según Porta y otros (2018) nos menciona que:

La calidad de aire se puede definir exactamente en una región, Estableciendo un índice de Calidad del aire (AQI) en una escala que va desde lo aceptable hasta lo peligroso. Estos, pueden provocar daños en la salud humana. Una de las principales preocupaciones respecto a la calidad del aire es que no existe un valor universal, dado que en diferentes países presentan sus propios índices y normas correspondientes. [...] (p. 40).

De acuerdo al INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA E INFORMÁTICA (2022), “El Material Particulado PM10 son partículas compuestas por cemento, cenizas, polvo encontradas en la atmósfera. Teniendo un diámetro aerodinámico de menos de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (1 micrón equivale a una milésima de milímetro)”. (p. 4). Se compone principalmente de compuestos orgánicos tales como aluminatos, metales pesados, materia orgánica, unida a partículas de carbono.

Según estudios de la ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (2021) “Se recomienda que estos no logren superar los $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ por día, evitando posibles enfermedades que puedan ser mortales en la salud de las personas.” (p. 34)

Según el INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA E INFORMÁTICA (2022), El Material Particulado PM2.5 “Son partículas con un diámetro menor o igual de $2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Partículas muy pequeñas las cuales no se detectan con facilidad, compuestos principalmente de combustiones de vehículos, plantas de energía, humo de industrial, quema de madera, etc.” (p 6).

Así mismo JORQUERA (2018) resalta que el material particulado PM2.5 “Es uno de los contaminantes más tóxicos enlazado con diversas enfermedades peligrosas en la salud humana tales como; tos, bronquitis crónica, mortalidad prematura entre otros”. (p. 167)

Así mismo BARRIOS (2018), afirma que “El Internet de las cosas, consiste en conectar objetos cotidianos a través de las redes, además de intercambiar, agregar y procesar información, creando un valor agregado para el usuario final” (p.19).

“El término IOT fue propuesto por el británico Kevin Ashton en 1999, teniendo la capacidad de afectar nuevas capacidades de producción hasta la optimización de las instalaciones de producción y el crecimiento de eficacia en los equipos.” (AKSHARA, 2018, p. 24).

Arduino fue creada en 2005, “Está diseñada principalmente para realizar proyectos de computación físicas (recopilación de información del mundo que nos rodea mediante uso de entradas como sensores e interruptores)”. (CULKIN Y HAGAN, 2017 p. 13)

Según PEÑA (2020) nos comenta que:

[...]El Arduino consiste en placas basadas en microprocesadores (circuitos integrados) Atmel, capaces de grabar instrucciones. El dispositivo cuenta con un lenguaje de programación basado en C además de aplicación multiplataforma llamada Arduino IDE, diseñado para escribir y cargar programas en las placas de Arduino. Por ello es necesario que cuentes con sí IDE, ya que de esta forma contarás con las herramientas necesarias para el desarrollo y codificación de las placas del Arduino. (p. 5)

“Para la correcta comunicación del Arduino dispone de varios puertos de comunicación serial digital y análogos, permitiendo comunicación directa con dispositivos a través de envíos de señales por bluetooth, wifi, ethernet u otros medios.” (Hernández y otros, p 7, 2018).

Así mismo VILLA Y MORALES (2022), afirma que:

En los últimos años han aparecido plataformas de software enfocadas a proyectos con IOT. Teniendo la función de gestionar, procesar y almacenar datos, recibidos por sensores. Es decir, son la capa que soportan al aplicativo o prototipo, el cual refleja los resultados finales. (p. 24)

Así mismo (SAMPALLO, 2020) nos menciona que “Las plataformas IOT permiten visualizar y analizar los datos brindados por sensores o nodos, permitiendo crear aplicaciones móviles de una forma más rápida y eficiente.” (p 35)

A partir de ello se realizó un cuadro comparativo de las diferentes plataformas IOT, mostrando sus características, ventajas y desventajas.

Tabla 1 Tabla comparativa de plataformas IOT

Plataformas	Blynt IOT 	ThingSpeak 	My device cayenne 
Plataforma de código abierto	✓	✓	✓
Facilidad de uso	✓	✓	✓
Buena seguridad de datos	✓	✓	x
Cuenta con aplicativo Móvil	✓	x	x

Interfaces amigables	✓	✓	x
Base de datos estable	✓	x	x
Compatibilidad con distintos dispositivos de Arduino	✓	✓	✓

Fuente: Elaboración propia

Luego de realizar la tabla comparativa entre las distintas plataformas dedicadas a proyectos IOT, se llegó a la conclusión que la plataforma Blynk IOT fue la plataforma indicada para la realización del prototipo con IOT debido a que cuenta con un aplicativo móvil, siendo compatible tanto para celulares Android y IOS. Blynk IOT cuenta con una interfaz amigable tanto en el servidor web como en el aplicativo permitiendo desarrollar interfaces de una forma más factible.

Según (GARCÍA 2021) menciona que:

El método Hipotético - Deductivo desempeña un papel muy importante para el proceso de verificación de la hipótesis, partiendo desde la suposición hasta la verificación de la misma, aplicando pruebas de recopilación y análisis de datos, con el fin de conocer si las predicciones iniciales son correctas o no.
(p. 68)

Así mismo (TARRÍO, 2022) “El método Hipotético - Deductivo es uno de los más usados por los investigadores actualmente. Dicho método parte de dos premisas principales; las premisas deben de estar correctamente bien formuladas y la conclusión debe de desunir de la premisa inicial.” (p. 68)

De acuerdo a Ruiz (2018), “Metodología Mobile-D es una metodología ágil creada en el 2005, el cual es una mezcla de diferentes tipos de metodologías tales como Extreme programming, Crystal Methodologies y Rational Unified Process.” (p. 52). El objetivo de la metodología es buscar el desarrollo de una manera más rápida con un equipo muy pequeño. La metodología consta de 5 fases observadas en la Figura 9.

El motivo por el cual se utilizó la metodología Mobile-D es debido a ser una metodología ágil, además de estar enfocada al desarrollo de aplicaciones

móviles. Así mismo está diseñado especialmente para grupos de 10 desarrolladores a menos.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

La investigación es de tipo aplicada, el cual VEINTIMILLA Y OTROS (2017) nos redacta que:

La investigación de tipo aplicada busca el uso del conocimiento en uno o más campos de especialización con el objetivo de aplicarlo de manera práctica para satisfacer necesidades especiales y dar solución a problemas en el sector social o productivo. (p. 45)

Así mismo se tuvo un nivel de investigación de tipo explicativo que según HERNÁNDEZ Y MENDOZA (2018) “Busca identificar las causas de eventos o fenómenos de cualquier tipo altamente estructurada, establece relaciones causales entre conceptos, variables, hechos o fenómenos en contextos específicos.” (p. 105).

Diseño de investigación

El diseño de investigación es de, pre experimental, para reforzar lo dicho BAENA (2017) define que “Los estudios experimentales se realizan mediante la manipulación de una variable experimental no probada.” (p. 43).

3.2 Variable de operacionalización

- **Variable independiente: Aplicativo Móvil**

Definición conceptual

“Las aplicaciones móviles son también llamadas Apps y las Apps móviles las cuales son específicamente diseñadas para ejecutarse en los dispositivos móviles como smartphones, tabletas, etc”. FIRZA (2021). El propietario del Sistema Operativo Móvil distribuye sus aplicaciones móviles en plataformas de distribución de aplicaciones como App Store o Google Play Store. Algunas aplicaciones son gratuitas y para algunas otras aplicaciones los usuarios tienen que pagar un precio para hacer uso de las aplicaciones. (p.18)

- **Variable dependiente: Calidad del aire**

Definición conceptual

La calidad del aire de una determinada área está fuertemente influenciada por diferentes parámetros, tales como la temperatura, magnitud o dirección del viento. Para determinar la calidad de un área se establece una escala de buena a mala. A medida que este aumenta el valor del AQI, un porcentaje de la población puede verse afectada por los efectos nocivos de contaminantes. (Porta, Andrés y otros ,2018, p 40)

Definición operacional

Se aplicará una ficha de registro en el cual se dará a conocer los datos de medición del material particulado PM10 y PM2.5 dentro de la instalación de la empresa Jyrsa DPG.

Indicadores

A. Material Particulado PM10

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA E INFORMÁTICA (2022) Son partículas compuestas por cemento, cenizas, polvo encontradas en la atmósfera. Teniendo un diámetro aerodinámico de menos de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (1 micrón equivale a una milésima de milímetro). Se compone principalmente de compuestos orgánicos tales como aluminatos, metales pesados, materia orgánica, unida a partículas de carbono. (p.4).

Según estudios de la ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (2021) se evaluó que la recomendación estándar del MP10 no debe de superar $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ por día evitando posibles enfermedades que puedan ser mortales en la salud de las personas

B. Material Particulado PM2.5

Según el INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA E INFORMÁTICA (2022) son partículas con un diámetro menor o igual de 2.5 µg/m³. Partículas muy pequeñas las cuales no se detectan con facilidad, compuestos principalmente de combustiones de vehículos, plantas de energía, humo de industrial, quema de madera, etc.

Así mismo JORQUERA (2018) resalta que el material particulado PM2.5 es uno de los contaminantes más tóxicos enlazado con diversas enfermedades peligrosas en la salud humana tales como; tos, bronquitis crónica, mortalidad prematura entre otros.

3.3 Población, muestra y muestreo

Según ANDRADE Y OTROS (2017) “La población puede ser pensada como un todo y como un universo que puede relacionarse con cualquier conjunto de elementos de los que se desee extraer sus características generales y específicas.” (p. 98). Para la investigación se estudió como población, los registros de la calidad del aire de los ambientes de la empresa Jyrsa DPG. Se aplicó un total de 20 registros por cada indicador; es decir, se aplicó 3 datos por día en los horarios de la mañana, tarde y noche, sacando un promedio general por día. Esto debido a que el hardware utilizado es un aparato recargable, lo cual impide que el dispositivo esté operativo todo el momento.

Hernández y Mendoza (2018) La muestra es un pequeño grupo de la población, si la población es menor de 30 a 50 casos, se incluye toda la población como muestra (p. 28).

Ante ello, se tendrá una muestra igual a la población debido a que se obtuvieron un total de 20 registros por cada indicador.

Tabla 2 Técnicas de instrumentos de recolección de datos

Indicador	Técnica	Instrumento	Ver
Material Particulado PM10	Fichaje	Ficha de registro	Anexo 5
Material Particulado PM2.5	Fichaje	Ficha de registro	Anexo 6

Fuente: Elaboración propia

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

Fichaje: Para PARRAGUEZ Y OTROS (2017) define que el fichaje permite registrar los datos, siendo seleccionados para el procesamiento de la información. Las aplicaciones deben usar fichas permitiendo recopilar y organizar la información. (p.150).

Instrumento

Ficha de registro: GARCÍA Y LARA (2019) Las fichas de registro son documentos estandarizados que se caracterizan por la facilidad de uso y administración, que se pueden utilizar en cualquier situación y son ventajosos para analizar y clasificar la información. (p. 103).

3.5 Procedimientos

El estudio se realizó a partir de la situación problemática de la organización, identificada a través de una entrevista dirigida al jefe de la empresa industrial Jyrsa DPG. Se determinaron las variables, dimensiones e indicadores de estudio, todo ello respaldado con datos teóricos oficiales. Así mismo se determinaron los objetivos. Luego de ello se utilizaron métodos e instrumentos para el logro de resultados con los objetivos específicos.

El aplicativo móvil con IOT fue desarrollado en base a la metodología Mobile-D debido a ser una metodología ágil, el cual fomenta una buena comunicación entre los clientes y los desarrolladores, dando lugar a una programación muy bien organizada.

3.6 Método de análisis

Hernández y Mendoza (2018) El proceso de análisis cuantitativo de datos se realiza mediante programas informáticos (p. 312). Por ello, los datos obtenidos, se analizaron utilizando la herramienta de estadística descriptiva e inferencial de IBM SPSS. A partir de ello se desarrolló el análisis estadístico descriptivo con el fin de comparar los resultados obtenidos tanto en el Pre test como en el Post test mediante gráficos de barras para un mejor entendimiento.

Así mismo se aplicó el análisis inferencial en donde se empleó Shapiro-Wilk, debido a que la cantidad de los datos es menor a 50, siendo un total de 20 registros, de igual manera utilizamos la prueba paramétrica T Student en donde se evaluó si la distribución de los datos es normal y la prueba de Wilcoxon en caso la distribución de los datos no es normal. Además de aplicar un nivel de confianza del 95% con un margen de error del 5%.

3.7 Aspectos éticos

La investigación se ejecutó a través de las normas y lineamientos establecidos por la Universidad César Vallejo. Donde las citas son referencias, respetando a los autores de cada una de las fuentes de información. Para el logro del desarrollo del aplicativo móvil se contó con la autorización del gerente de la empresa industrial Jyrsa DPG.

IV RESULTADOS

4.1 Análisis Descriptivo

Indicador 1: Índice de Material Particulado PM10

Tabla 3 Medidas Estadísticas Descriptivas PM10

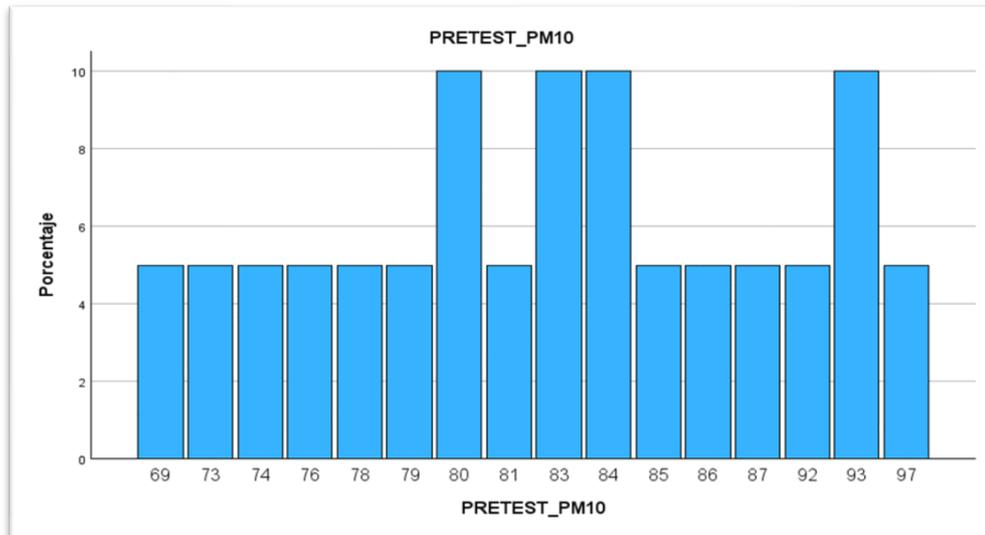
Calidad del aire					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación
Pre-test	20	69	97	83,00	7,242
Post-test	20	23	49	37,00	5,250
N	20				

Fuente: Elaboración propia

Para el indicador Índice de Material Particulado (10) el cual se visualiza en la tabla 3, se observa que el Pre test cuenta con una media del 83% mientras que el Post test muestra una media del 37% señalando una mejora del 43% luego de la implementación del aplicativo móvil con IOT. Así mismo en el Pre test se muestra un valor mínimo del 69 a comparación del Post-Test que cuenta con un valor mínimo del 23.

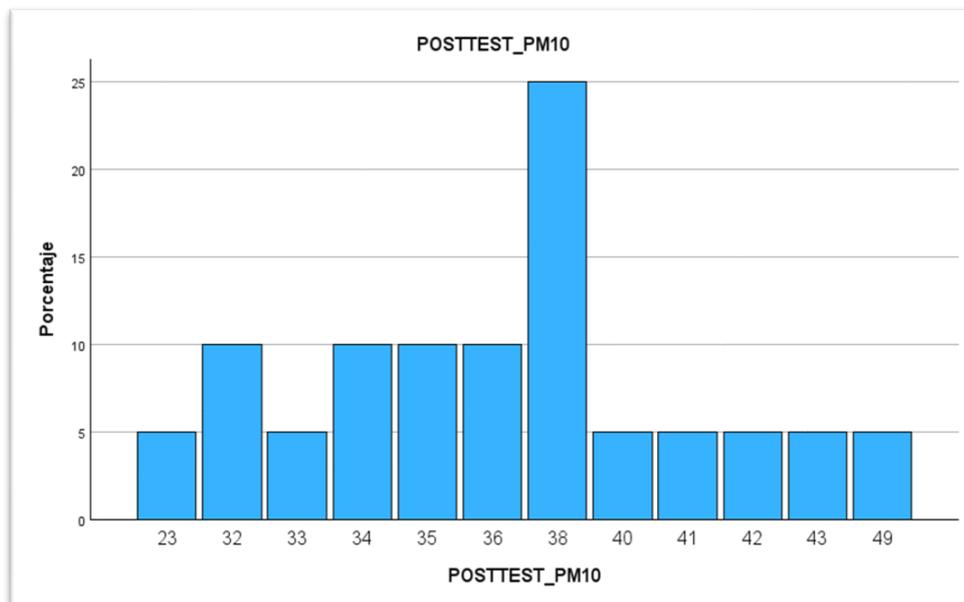
Seguidamente, se observa que el valor máximo del Pre test es de 97, mientras que el Post Test cuenta con un valor máximo de 49. Por último, se logra apreciar que la desviación fue de 7,242 en el Pre test y 5,250 en el Post Test.

Figura 1 Gráfico estadístico Pre_test PM10



Fuente: Elaboración propia

Figura 2 Gráfico estadístico Post_test PM10



Fuente: Elaboración propia

En la figura 1 y 2 se observa el porcentaje del Pre Test y Post Test del indicador Índice de Material Particulado (10), obteniendo una mejora del 43% luego de la implementación del aplicativo móvil con IOT.

Indicador 1: Índice de Material Particulado PM2.5

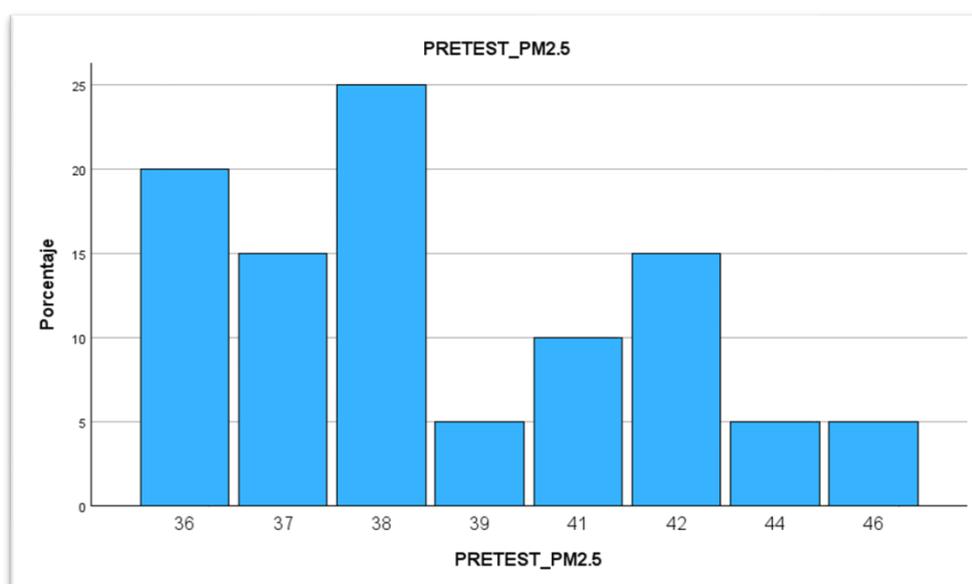
Tabla 4 Medidas Estadísticas Descriptivas PM2.5

Calidad del aire					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación
Pre-test	20	36	46	38,00	2,918
Post-test	20	10	21	18,00	2,911
N	20				

Fuente: Elaboración propia

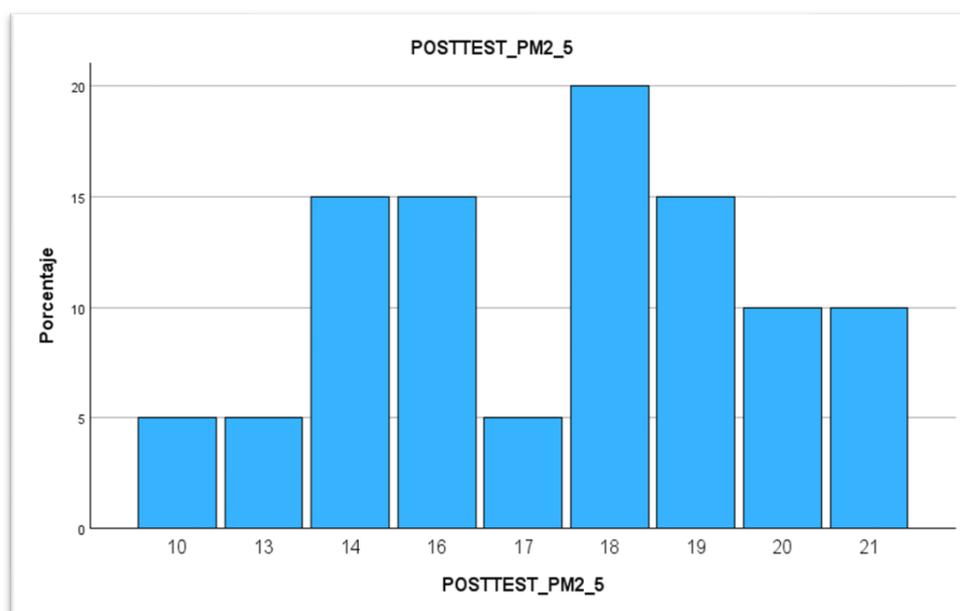
Para el indicador Índice de Material Particulado (2.5) el cual se visualiza en la tabla 4, se observa que el Pre test cuenta con una media del 38% mientras que el Post test muestra una del 18% señalando una mejora del 20% luego de la implementación del aplicativo móvil con IOT. Así mismo en el Pre test se muestra un valor mínimo del 36 a comparación del Post Test que cuenta con un valor mínimo del 10. Seguidamente, se observa que el valor máximo del Pre test es de 46, mientras que el Post test cuenta con un valor máximo de 21. Por último, se logra apreciar que la desviación fue de 2,918 en el Pre test y 2,911 en el Post Test.

Figura 3 Gráfico estadístico Pre_test PM2.5



Fuente: Elaboración propia

Figura 4 Gráfico estadístico Post_test PM2.5



Fuente: Elaboración propia

En la figura 3 y 4 se observa el porcentaje del Pre Test y Post Test del indicador Índice de Material Particulado (2.5), obteniendo una disminución del 20% luego de la implementación del aplicativo móvil con IOT.

4.2 Análisis Inferencial

Prueba de normalidad

En la prueba de normalidad se empleó Shapiro-Wilk, debido a que la cantidad de los datos es menor a 50, siendo un total de 20 registros por indicador. Para ello se ingresó los resultados en la herramienta estadística IBM SPSS. Para ello se tiene en cuenta lo siguiente:

Tabla 5 Análisis de prueba

Estadística Paramétrica	$\alpha > 0.05$
Estadística no Paramétrica	$\alpha < 0.05$

Fuente: Elaboración propia

Indicador 1: Índice de Material Particulado (10)

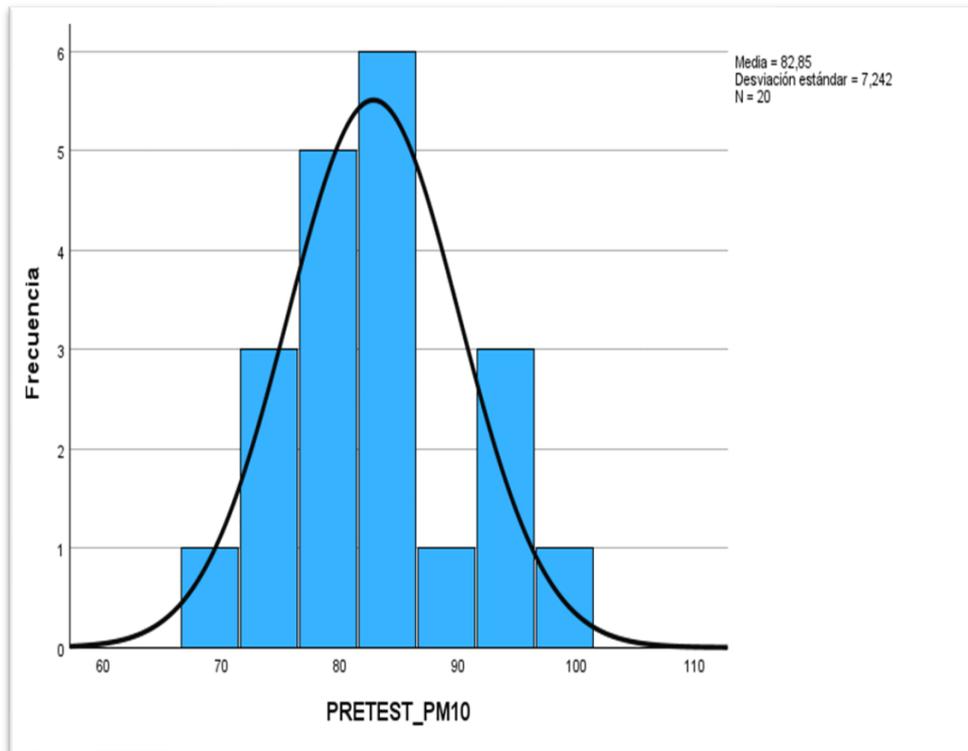
Tabla 6 Prueba de normalidad PM10

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Pre-test	0.980	20	0.935
Post-test	0.945	20	0.297

Fuente: Elaboración propia

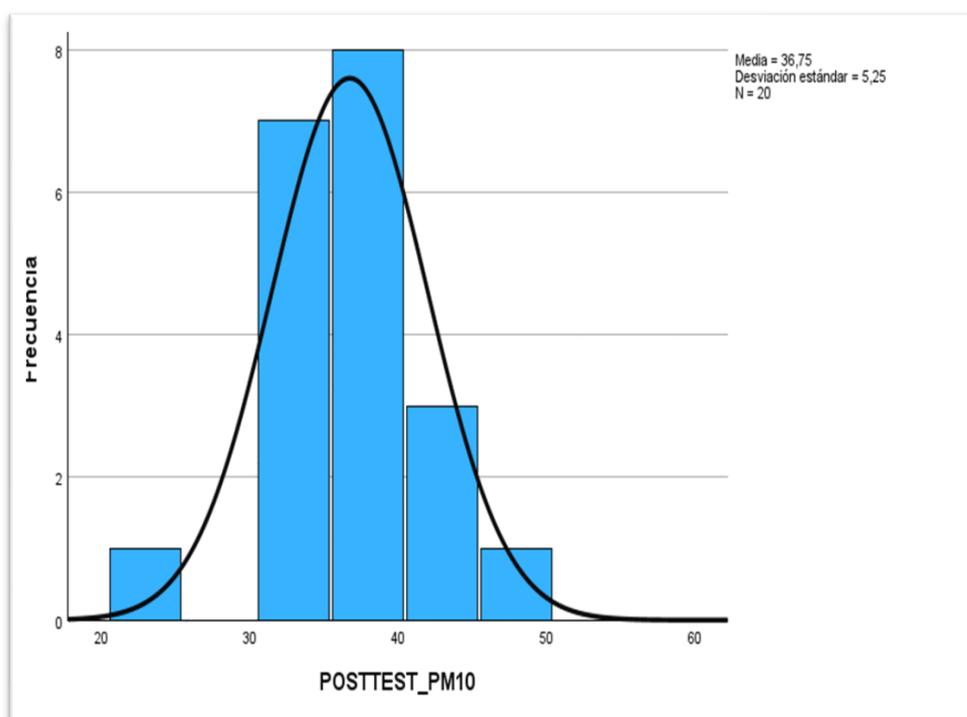
En el indicador del Índice de material Particulado (10) el cual se observa en la tabla 6, se puede apreciar que el Pre test cuenta con un valor de 0.935 siendo un valor mayor a 0.05, mientras que en el Post test cuenta con un valor de 0.297 siendo un valor mayor a 0.05. Considerando los resultados mostrados tanto en el Pre test como el Post test del indicador Índice de material Particulado (10), se llegó a la conclusión que los datos tienen una distribución normal, por lo tanto, se aplicó estadística paramétrica.

Figura 5 Prueba de normalidad Pre test PM10



Fuente: Elaboración propia

Figura 6 Prueba de normalidad Post test PM10



Fuente: Elaboración propia

Indicador 2: Índice de Material Particulado PM2.5

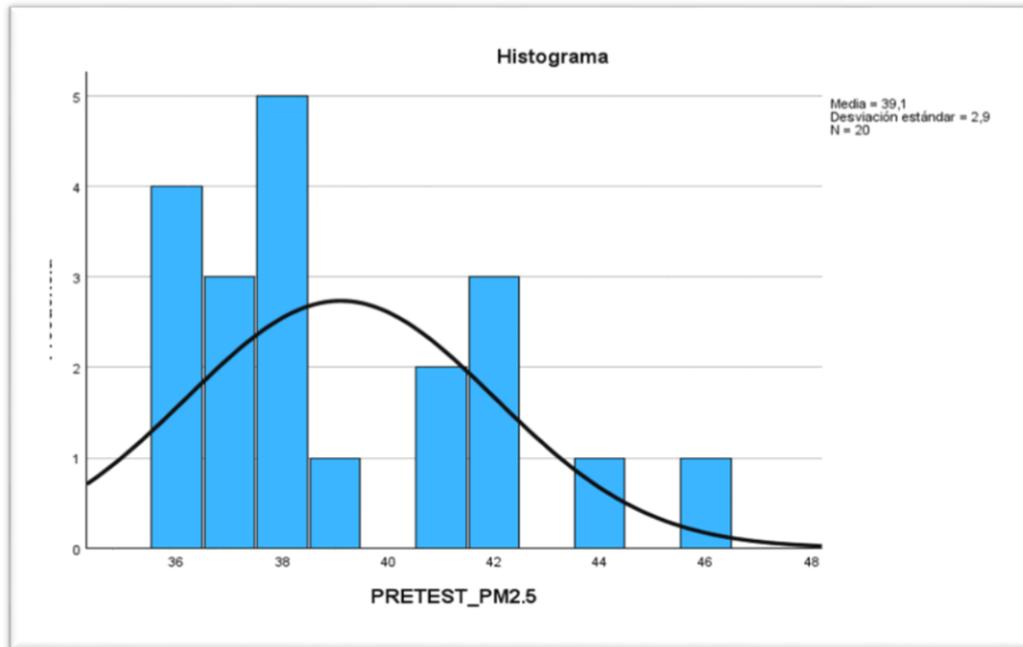
Tabla 7 Prueba de normalidad PM2.5

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Pre-test	0.882	20	0.019
Post-test	0.940	20	0.236

Fuente: Elaboración propia

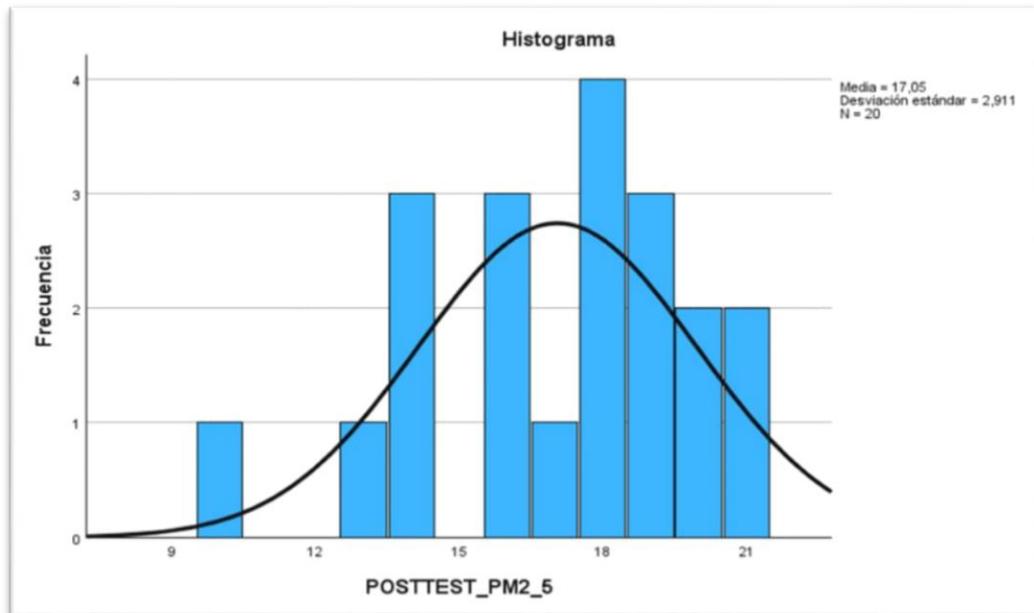
En el indicador del Índice de material Particulado (2.5) el cual se observa en la tabla 6, se puede apreciar que el Pre test cuenta con un valor de 0.019 siendo un valor menor a 0.05, mientras que en el Post test cuenta con un valor de 0.236 siendo un valor mayor a 0.05. Considerando los resultados mostrados tanto en el Pre test como el Post test del indicador Índice de material Particulado (2.5), se llegó a la conclusión que los datos tienen una distribución no normal, por lo tanto, se aplicó estadística no paramétrica.

Figura 7 Prueba de normalidad Pre test PM2.5



Fuente: Elaboración propia

Figura 8 Prueba de normalidad Post test PM2.5



Fuente: Elaboración propia

Prueba de Hipótesis

Hipótesis de Indicador 1: Índice de Material Particulado PM10

1. Planteamiento de Hipótesis

HE1: La implementación de un aplicativo móvil con IOT mejora las mediciones del índice de calidad del aire de material particulado (10) en la empresa industrial Jyrsa DPG, Lima-2023.

H0: La implementación de un aplicativo móvil con IOT mejora las mediciones del índice de calidad del aire de material particulado (10) en la empresa industrial Jyrsa DPG, Lima-2023.

HA: La implementación de un aplicativo móvil con IOT no mejora las mediciones del índice de calidad del aire de material particulado (10) en la empresa industrial Jyrsa DPG, Lima-2023.

2. Fijación de α

$\alpha < 0.05$ Rechazamos la H_0 y aceptamos la H_a .

$\alpha > 0.05$ Aceptamos la H_0 y rechazamos la H_a .

3. Estadístico de Prueba

Debido a que los resultados obtenidos del indicador Índice de Material Particulado (10) cuentan con una distribución normal (Estadística Paramétrica) se requirió utilizar la Prueba de T Student y así lograr obtener la diferencia significativa entre el Pre test y el Post test.

Tabla 8 Prueba T Student Índice de Material Particulado PM10

PreTest_PM10	T	Sig.
PostTest_PM10	22,356	0,001

Fuente: Elaboración propia

4. Decisión

En la prueba T Student (tabla 8) se logra observar que el nivel de significancia del indicador Índice de Material Particulado (10) es de 0,001, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna con un grado de confianza del 95%.

5. Conclusión

Dado los resultados de la prueba T Student, se afirma que La implementación de un aplicativo móvil con IOT mejora las mediciones

del índice de calidad del aire de material particulado (10) en la empresa industrial Jyrsa DPG, Lima-2023 en una 46%

Hipótesis de Indicador 2: Índice de Material Particulado PM2.5

1. Planteamiento de Hipótesis

HE1: La implementación de un aplicativo móvil con IOT mejora las mediciones del índice de calidad del aire de material particulado (2.5) en la empresa industrial Jyrsa DPG, Lima-2023.

H0: La implementación de un aplicativo móvil con IOT mejora las mediciones del índice de calidad del aire de material particulado (2.5) en la empresa industrial Jyrsa DPG, Lima-2023.

HA: La implementación de un aplicativo móvil con IOT no mejora las mediciones del índice de calidad del aire de material particulado (2.5) en la empresa industrial Jyrsa DPG, Lima-2023.

2. Fijación de α

$\alpha < 0.05$ Rechazamos la H_0 y aceptamos la H_a .

$\alpha > 0.05$ Aceptamos la H_0 y rechazamos la H_a .

3. Estadístico de prueba

Debido a que los resultados obtenidos del indicador Índice de Material Particulado (2.5) cuentan con una distribución no normal (Estadística no Paramétrica) se requirió utilizar la Prueba de Wilcoxon y así lograr obtener la diferencia significativa entre el Pre test y el Post test.

Tabla 9 Prueba de Wilcoxon Índice de Material Particulado PM2.5

Hipótesis nula	Prueba	Sig	Decisión
La media de diferencia entre el Pre Test y el Post Test es igual a 0	Prueba de rango con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	<0,001	Rechaza la hipótesis nula

Fuente: Elaboración propia

4. Discusión

En la Prueba de Wilcoxon (tabla 8) se logra observar que la media entre el Pre Test y el Post Test del indicador Índice de Material Particulado (2.5) es igual a 0, es decir que las medias son diferentes, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna con un grado de confianza del 95%.

5. Conclusión

Dado los resultados de la prueba de Wilcoxon, se afirma que la implementación de un aplicativo móvil con IOT mejora las mediciones del índice de calidad del aire de material particulado (2.5) en la empresa industrial Jyrsa DPG, Lima-2023 en un 20%.

V DISCUSIÓN

En la investigación se desarrolló un aplicativo móvil con IOT con el fin de medir la calidad del aire dentro de las instalaciones de la empresa Jyrsa DPG. En el primer indicador Índice de Material Particulado (10) se obtuvo una mejora del 46% luego de la implementación del aplicativo móvil con IOT. De igual forma ANITHA Y KUMAR (2023) obtuvo como resultado que los niveles de contaminación PM10 redujeron considerablemente luego de implementar un prototipo basado en sensores MQ de bajo costo apoyados de los filtros de aire. Pasando de medir intervalos de niveles graves (entre 80 y 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) sin el prototipo, a intervalos de niveles buenos (entre 40 y 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) implementado el prototipo en colaboración de los filtros de aire. De igual manera ARRIETA (2019) obtuvo como resultado la implementación de un prototipo con IOT y sensores MQ implementados en un DRON permitiendo detectar los niveles de PM10 en las instalaciones de la Universidad de Sucre, oscilando entre los 40 y 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Siendo un nivel de PM10 buena. De acuerdo a los resultados reflejados, demuestra lo dicho por la resolución ministerial de MINAM (2016) en donde se redacta; que los niveles del índice de Material Particulado PM10 son considerados buenos o aceptables si estos no sobrepasan los 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

En el segundo indicador Índice de Material Particulado (2.5) se obtuvo una mejora del 20% luego de la implementación del aplicativo móvil con IOT. De igual forma PANTELIC Y OTROS (2023) redactó en su artículo de investigación el cual tuvo como objetivo desarrollar un prototipo con IOT conectados a campanas extractoras y purificadores de aire los cuales permitieron medir y controlar los niveles de concentración de PM2.5 en ambientes interiores. Obteniendo como resultado niveles de contaminación bajos luego de la implementación, pasando de un 81% a 94%. Logrando una reducción del 13% con unas mediciones que oscilan entre los 5 a 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. De igual manera TATARI y JAZAVAC (2021) nos redactó en su tesis el cual tuvo como objetivo implementar un sistema de monitoreo del aire en la aldea Verebod, utilizando el protocolo LoRaWAN y la plataforma Thingspeak, todo ello desarrollado a través del Arduino IDE. Obteniendo como resultado el monitoreo de los niveles de Material particulado PM2.5, oscilando entre los 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Teniendo niveles de PM2.5 buenas. De acuerdo a los resultados reflejados, demuestra lo

dicho por la resolución ministerial de MINAM (2016) en donde se redacta; que los niveles del índice de Material Particulado PM2.5 son considerados buenos si los estos no sobrepasan los 25 µg/m3.

VI CONCLUSIONES

1. La implementación del aplicativo móvil con IOT mejoró la medición de la calidad del aire en la empresa industrial Jyrsa DPG, Lima-2023, logrando mejorar los niveles de Material Particulado PM10 y Material Particulado PM2.5.
2. Se concluye que implementación aplicativo móvil con IOT mejoró la medición del Índice de Material Particulado PM10 en un 46%, debido a que en el Pre test, sin el aplicativo se tuvo un resultado un 83%, mientras que en el Post test con el aplicativo móvil tuvo como resultado un 37%, validando la hipótesis: La implementación de un aplicativo móvil con IOT mejora las mediciones del índice de calidad del aire de material particulado (10) en la empresa industrial Jyrsa DPG, Lima-2023.
3. Se concluye que implementación aplicativo móvil con IOT mejoró la medición del Índice de Material Particulado PM2.5 en un 20%, debido a que en el Pre test, sin el aplicativo se tuvo un resultado un 38%, mientras que en el Post test con el aplicativo móvil tuvo como resultado un 18%, validando la hipótesis: La implementación de un aplicativo móvil con IOT mejora las mediciones del índice de calidad del aire de material particulado (2.5) en la empresa industrial Jyrsa DPG, Lima-2023.

VII RECOMENDACIONES

1. Se recomienda utilizar mejores sensores, los cuales permitan medir los niveles de calidad del aire en lugares exteriores, capaces de resistir a los cambios climáticos, sin alterar los datos que se envían por parte de los sensores.
2. Se recomienda investigar más sobre la plataforma Blynk, debido a ser una herramienta totalmente nueva, contando con diferentes opciones que hacen que los proyectos basados en IOT sean más rápidos y eficientes.
3. Se recomienda utilizar un módulo ESP32 Cam, permitiendo no solo el monitoreo del medio ambiente, sino que a su vez se logre monitorear a los trabajadores del área de producción, asegurándose que cumplan con los implementos de seguridad necesaria y evitar posibles enfermedades a futuro.

REFERENCIAS

ARIAS, José y COVINOS, Mitsuo. Diseño y metodología de la investigación [en línea]. Lima: Editorial Enfoques Consulting EIRL, 2021. [fecha de consulta: 16 de octubre de 2022].

Disponible en:
<https://es.slideshare.net/GroverManuelRiveraCa/ariascovinosdiseoymetodologiadelainvestigacion-1pdf>

ISBN: 9786124844423

ARRIETA, Felipe. Desarrollo de un prototipo para la medición de calidad del aire en la universidad de sucre empleando tecnología de vehículos aéreos no tripulados. Tesis (Tecnólogo en electrónica industrial). Sucre: Universidad de Sucre, 2019. 64 pp.

Disponible en:
<https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/handle/001/949/T629.1326%20A775.pdf?sequence=1>

BAENA, Guillermina. Metodología de la investigación [en línea]. 3a ed. México DF: Grupo Editorial Patria, 2017. [fecha de consulta: 24 de mayo de 2023].

Disponible en: www.editorialpatria.com.mxwww.sali.org.mx

ISBN: 9786077447481.

BARRIO, Moisés. Internet de las cosas [en línea]. Madrid: Reus Editorial, 2018. [fecha de consulta: 15 de octubre de 2022].

Disponible en:
https://www.google.com.pe/books/edition/Internet_de_las_Cosas/IF-LDwAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=INTERNET+DE+LAS+COSAS+Barrio,+Mois%C3%A9s&printsec=frontcover

ISBN: 9788429020380.

CAMARGO, Darío. Sistema de medición de calidad de aire e intensidad UV con sistema embebidos Bolt IOT y Arduino. Tesis (Ingeniero Electrónico). Bogotá:

Universidad Distrital Francisco José De Caldas, 2019. 76 pp.

Disponible

en:

<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/23177/CamargoTinjacadarioLeonardo2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CLARAMUNT, Tomas. Desarrollo de prototipo de medición de contaminantes gaseosos a través de sensores de bajo costo basados en sistemas Arduino. Tesis (Químico Ambiental). Santiago de Chile: Universidad de Chile, 2021. 66 pp.

Disponible en: [Desarrollo de prototipo de medición de contaminantes gaseosos a través de sensores de bajo costo basados en sistemas Arduino. \(uchile.cl\)](#).

CABEZAS, Edison, ANDRADE, Diego y TORRES, Johana. Introducción a la metodología de la investigación científica [en línea]. Sangolquí: Universidad de las fuerzas Armadas, 2018 [fecha de consulta: 14 de octubre de 2022].

Disponible

en:

<http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/bitstream/21000/15424/1/Introduccion%20a%20a%20Metodologia%20de%20la%20investigacion%20cientifica.pdf>

ISBN: 978994276544-4.

EUGENIO, Juan, SÁNCHEZ, Jesús y SANTILLÁN, Alejandro. Sistema de monitoreo móvil de calidad del aire con Raspberry PI y dispositivos móviles. Tesis (Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica). Ciudad de México: Instituto Politécnico Nacional, 2019. 136 pp.

Disponible

en:

https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/29973/Jair_Sanchez_Sandoval.pdf?sequence=1&isAllowed=y

FIRZA, Afreen. Mobile Application development [en línea]. Book Rivers, 2021. [fecha de consulta: 17 de octubre de 2022].

Disponible en: [MOBILE APPLICATIONS DEVELOPMENT - C. FIRZA AFREEN - Google Libros](#)

ISBN: 9789390548231.

García, Joaquín. Metodología de la investigación para administradores [en línea]. Ediciones de la U, 2021 [fecha de consulta: 17 de octubre de 2022].

Disponible en: https://edicionesdelau.com/?s=Metodolog%C3%ADa+de+la+investigaci%C3%B3n+para+administradores+&post_type=product&type_aws=true&id=1&filter=1&awscat=Form%3A1+Filter%3AAll

ISBN: 9789587625271.

GUILLEN, Iraní. Modelo de implementación para el monitoreo y control de condiciones ambientales basados con tecnologías de Arduino y Rasberry. Tesis (Maestro en Ciencias e informática). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2021. 158 pp.

Disponible en: <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/8a42f05c-c12b-4cd8-8b1d-56d4532ca895/content>

HAMMAMI, Amir. Smart Environment Monitoring Device. American Journal of Advanced Computing [en línea]. 2023, 2(1), 81–84 [fecha de consulta: 10 de octubre de 2022].

Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85066996624&origin=resultlist&zone=contextBox>

ISSN: 2691-5944.

HEINEMANN, Klaus. Introducción a la metodología de la investigación empírica [en línea]. Barcelona: Editorial Paidotribo, 2023. [fecha de consulta: 15 de octubre de 2022].

Disponible en: [introduccion-a-la-metodologia-de-la-investigacion-empirica-en-las-ciencias-del-deporte.pdf \(wordpress.com\)](introduccion-a-la-metodologia-de-la-investigacion-empirica-en-las-ciencias-del-deporte.pdf)

ISBN: 8480196785.

HENRIK, Lars. An Indoor / Outdoor air quality relationship analysis using internet of things. Tesis (Maestría) Bergen: Universidad de Bergen, 2019. 83 pp.

Disponible en: <https://bora.uib.no/bora-xmlui/handle/1956/20862>

HERNÁNDEZ, Roberto. Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta [en línea]. Ciudad de México: Editorial Mc Graw Education, 2018. [fecha de consulta: 15 de octubre de 2022].

Disponible en: <https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612>

ISBN: 9781456260965.

Instituto Nacional de Estadística e Informática. Dirección técnica de indicadores económicos 24 de agosto de 2022.

Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/inei/informes-publicaciones/3375595-estadisticas-ambientales-julio-2022>

MEDINA, Martha. Diseño e implementación de un dispositivo de Internet de las Cosas para la medición y monitoreo de la calidad del aire en zona urbanas. Tesis (Ingeniero Electrónico). Lima: Universidad de Ciencias y Humanidades, 2020. 132 pp.

Disponible en: https://repositorio.uch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12872/506/Medina_MR_tesis_ingenieria_electronica_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y

MENDOZA, Juan. Diseño de un sistema de censado de bajo costo para usar una red de monitoreo en tiempo real de contaminantes atmosféricos presentes en zonas urbanas. Tesis (Ingeniero Mecatrónico). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2018.

Disponible en: <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/17499>

Protocolo Nacional del Monitoreo de la Calidad del Aire. Ministerio del Ambiente. 2 de noviembre de 2019.

Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/normas/decreto-supremo-que-aprueba-protocolo-nacional-monitoreo-calidad#:~:text=El%20%E2%80%9CProtocolo%20Nacional%20de%20Monitoreo,%2C%20compatible%2C%20confiable%20y%20representativa>

PARRAGUEZ, Simona. [et al.]. El estudio y la investigación documental: estrategias metodológicas y herramientas TIC [en línea]. Lima: Gerardo Chunga Chinguel, 2017. [fecha de consulta: 15 de octubre de 2022].

Disponible en: https://www.google.com.pe/books/edition/El_estudio_y_la_investigaci%C3%B3n_documento/v35KDwAAQBAJ?hl=es&gbpv=0

ISBN: 6120026037.

PORTA, Andrés, SÁNCHEZ, Yanina y COLMAN, Esteban. Calidad del aire. Monitoreo y modelado de contaminantes atmosféricos. Efectos en la salud pública [en línea]. Buenos aires: Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP), 2018. [fecha de consulta: 15 de octubre de 2022].

Disponible en: <https://libros.unlp.edu.ar/index.php/unlp/catalog/book/1080>

ISBN: 9789503416822.

SAMPALLO, Guillermo. Internet de las cosas con ESP8266 [en línea]. Editorial Marcombo, 2020. [fecha de consulta: 15 de octubre de 2022].

Disponible en: https://www.google.com.pe/books/edition/Internet_de_las_cosas_con_ESP8266/BkxOEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0

ISBN: 8426728707.

TARRIO, José. Filosofía 1.º Bachillerato [en línea]. Ciudad de Mexico: Editorial Editex, 2022. [fecha de consulta: 15 de octubre de 2022].

Disponible en: https://www.google.com.pe/books/edition/Filosof%C3%ADa_1%C2%BA_Bachillerat

[o LOMLOE Ed 20/JYB8EAAAQBAJ?hl=es&gbpv=0](https://www.lomloe.com/Ed_20/JYB8EAAAQBAJ?hl=es&gbpv=0)

ISBN: 9788413218410.

TATARI, Hikmat y Jazavac, Nedim. IOT – Based Air Pollution Monitoring System for Smart Villages. Tesis (Licenciatura en Ciencias de la Ingeniería y Computación). Kristianstad: Kristianstad University, 2021. Disponible en: <https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1561000&dswid=-6327>

TIAN, Bin et al. Environment-Adaptive Calibration System for Outdoor Low-Cost Electrochemical Gas Sensors. IEEE Access [en línea]. 2019, 7, 62592–62605 [fecha de consulta: 15 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2s2.085066800942&origin=resultslist&sort=plff&src=s&sid=0b97767e4b5e783ed468973ace70e318&sot=b&sdt=b&s=TITLE%28EnvironmentAdaptive+Calibration+System+for+Outdoor+LowCost+Electrochemical+Gas+Sensors%29&sl=230&sessionSearchId=0b97767e4b5e783ed468973ace70e318>

ISSN 2169-3536.

Tripathy, B.K., Anuradha, J. Internet of Things (IOT) Technologies, Applications, Challenges, and Solutions [en línea]. New York: Taylor Y Francis Group, 2018. [fecha de consulta: 16 de octubre de 2022].

Disponible en: <https://www.routledge.com/Internet-of-Things-IoT-Technologies-Applications-Challenges-and-Solutions/Tripathy-Anuradha/p/book/9780367572921>

ISBN: 39781138035003.

VELASCO, Juan y PINZON, Mario. Prototipo basado en Internet de las Cosas para el monitoreo ambiental como contribución a la orientación de Bucaramanga (Colombia) hacia Smart City. Tesis (Ingeniería de Sistemas). Bucaramanga: Universidad Autónoma de Bucaramanga, 2018.

Disponible en: <https://docplayer.es/205387971-Prototipo-basado-en-internet-de-las-cosas-para-el-monitoreo-ambiental-como-contribucion-a-la-orientacion-de->

bucaramanga-colombia-hacia-smart-city.html

VILLA, Enrique y Morales, Ismael. Ciberseguridad IOT y su aplicación en Ciudades inteligentes [en línea]. RA-MA S.A. Editorial y Publicaciones, 2022. [fecha de consulta: 25 de mayo de 2023].

Disponible en: https://www.google.com.pe/books/edition/Ciberseguridad_IoT_y_su_aplicaci%C3%B3n_en_C/41W6EAAAQBAJ?hl=es&gbpv=0

ISBN: 9788419444745

WANG, Zihui et al. Association of change in air quality with hospital admission for acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease in Guangdong, China: A province-wide ecological study. Ecotoxicology and Environmental Safety [en línea]. 2021, **208**, 111590 [fecha de consulta: 15 de octubre de 2022].

Disponible en: [Association of change in air quality with hospital admission for acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease in Guangdong, China: A province-wide ecological study - ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167636921001115)

ISSN: 0147-6513.

Mapa mundial Interactivo de 2022 de las concentraciones e PM2.5 por ciudad. World Air Quality. 2022. Disponible en: <https://www.iqair.com/es/world-air-quality-report>

World Health Organization. WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. [en línea]. 2021. [fecha de consulta: 15 de octubre del 2022]. Disponible en: <https://iris.who.int/handle/10665/345329>

ISBN: 9789240034228

Visual Identity Brand Guidelines: Version 2022 - International Day of Clean Air for Blue Skies. UN Environment Programme. Septiembre del 2022. Disponible en: <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/40550>

WU, Ying et al. Estimates of Type 2 Diabetes Mellitus Burden Attributable to Particulate Matter Pollution and Its 30-Year Change Patterns: A Systematic Analysis of Data From the Global Burden of Disease Study 2019. *Frontiers in Endocrinology* [en línea]. 2021, **12** [consultado el 16 de octubre 2022]. ISSN 1664-2392.

Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fendo.2021.689079/full>

ISSN 1664-2392

ANEXOS

Anexos 1: Matriz de operacionalización de variables

Tabla 10 Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Fórmula	Escala de medición
Calidad del aire	La calidad del aire de una determinada área está fuertemente influenciada por diferentes parámetros, tales como la temperatura, magnitud o dirección del viento. Para determinar la calidad de un área se establece una escala de buena a mala. A medida que este aumenta el valor del AQI, un porcentaje de la población puede verse afectada por los efectos nocivos de contaminantes. (Porta, Andrés y otros ,2018, p 40)	Se aplicará una ficha de registro en el cual se dará a conocer los datos de medición del material particulado PM10 y PM2.5 dentro de la instalación de la empresa Jyrsa DPG		ÍNDICE DE CALIDAD DE AIRE MATERIAL PARTICULADO PM10(MINAM, 2016, PÁG.4)	$1(\text{PM10}) = [\text{PM10}] * 100/150$	Intervalo
				ÍNDICE DE CALIDAD DE AIRE MATERIAL PARTICULADO (PM2.5) (MINAM, 2016, PÁG.5)	$1(\text{PM2.5}) = [\text{PM2.5}] * 100/25$	Intervalo

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Carta de aceptación



Carta de aceptación

Mediante este documento se certifica:

Que el alumno Avellaneda Sotomayor, Lenin con DNI: 75552717 estudiante de la escuela de Ingeniería de Sistemas de la Universidad César Vallejo de la sede Ate, ha sido aceptado por nuestra empresa Jyrsa DPG con el RUC: 20600145810, para realizar el proyecto de investigación el cual se titula "Aplicativo móvil con IOT para medir la calidad del aire en la empresa industrial Jyrsa DPG, Lima-2022".

El proyecto se realizará desde el 2 de septiembre del 2022 hasta fines de julio del 2023. Así mismo resaltar que la información brindada al estudiante no será revelada ni publicada en ningún otro medio u otro propósito. El estudiante asume que la información brindada por la empresa está estrictamente dirigida para fines educativos. Reiterando el respeto a los principios éticos de toda la investigación científica.

CORPORACIÓN JYRSA S. DPG S.R.L.
AUTONETA NORMA HUAMAN PEREZ
TITULAR GERENTE
LIMA

Antonieta Norma Huaman Perez
(Gerente General)

Lima 6 de noviembre del 2022

Anexo 3: Entrevista de recolección de datos.

Ficha de entrevista

Fecha: 23/09/2022 Hora: 7:00	
Lugar: Remoto Modalidad: Vía Zoom	
Investigadores	Avellaneda Sotomayor, Lenin
Entrevistada	Norma Espinoza

- 1. ¿Cuánto tiempo lleva laborando la empresa?**
"La empresa ya viene funcionando 10 años aproximadamente"
- 2. ¿Cuál es el rubro de la empresa?**
"La empresa se dedica básicamente a la producción de pinturas, contamos con nuestra propia marca, y bueno lo distribuimos a por todo el Perú "
- 3. ¿Cuántas personas laboran en el establecimiento?**
- 4. "Bueno, aproximadamente trabajan 23 personas "**
- 5. ¿Usted tiene conocimiento sobre la mala calidad del aire que existe en el Perú?**
"Sí sé que hay lugares con mala calidad de aire. Por el Callao hay fábricas que contaminan con sustancias como el plomo, humo debido a la quema de basura, el cual afecta a las poblaciones cercanas del lugar. Por ejemplo, en Huachipa existe mucho polvo debido a que no existen pistas pavimentadas.
- 6. ¿Cuáles considera usted que son las principales causas que afectan en la calidad del aire?**
"Como le mencione anteriormente las fábricas que abundan en la zona, uso de carros viejos en las calles, mala distribución de la basura y quema de la misma."
- 7. ¿Considera usted que la contaminación en el aire puede afectar seriamente en la salud de las personas?**
"Obviamente si, afecta el sistema respiratorio, te genera muchos malestares que a la larga toman graves consecuencias"
- 8. ¿Hubo casos de enfermedades respiratorias por parte de sus trabajadores?**
"Obviamente si, afecta el sistema respiratorio, te genera muchos malestares que a la larga toman graves consecuencias"
- 9. ¿Usted tiene conocimiento de la materia Particulado PM10 y PM2.5?**
"Se hizo el día de ayer, el PM2.5 llegó a medir entre 85 y 100 ug/m3, y en PM10 llegó a 120 ug/m3."
- 10. ¿Existe aire acondicionado en el área de producción?**
"No, pero hay ventajas por el cual circula viento, sin embargo, no es suficiente".

11. ¿Existe aire acondicionado en el área de producción?

“Si, de hecho, tengo uno el cual lo utilizo, cuando hay supervisiones del municipio”

12. ¿Cuándo fue la última vez que midió la calidad del aire de la empresa? ¿Cuánto de PM10 y PM2.5 llegó a alcanzar?

“Se hizo el día de ayer, el PM2.5 llegó a medir entre 85 y 100 ug/m3, y en PM10 llegó a 120 ug/m3.”

CORPORACIÓN IVRSA & DPQ E.I.R.L.
Antonieta Norma Huaman Perez
ANTONIETA NORMA HUAMAN PEREZ
TITULAR GERENTE
11-73599145810

Antonieta Norma Huaman Perez
(Gerente General)

Anexo 4: Valores de índice de Material Particulado

Tabla 11 Valores de Índice de Material Particulado PM10

Variable	Indicador	Formula	
Calidad del aire	Índice de material Particulado PM10	$1(\text{PM10}) = [\text{PM10}] * 100/150$	
Intervalo de concentración PM10			
Buena 0-75	Moderado 76-150	Malo 151-250	Grave >250

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12 Valores de Índice de Material Particulado PM2.5

Variable	Indicador	Formula	
Calidad del aire	Índice de material Particulado PM2.5	$1(\text{PM2.5}) = [\text{PM2.5}] * 100/25$	
Intervalo de concentración PM2.5			
Buena 0-12.5	Moderado 12.6-25	Mala 25.1-125	Grave >125

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5: Ficha de registro Pre-Test PM10

Tabla 13 Ficha de registro Pre-Test Material Particulado PM10

Ficha de Registro			
Investigadores	Avellaneda Sotomayor, Lenin		
Tipo de prueba	Pre-Test		
Empresa investigada	Jyrsa DPG		
Motivo de investigación	Determinar de qué manera el aplicativo móvil con IOT mejora la medición del índice de calidad del aire de material particulado (10) en la empresa industrial Jyrsa DPG, Lima-2022		
Fecha de inicio	01/11/2022	Fecha final	30/11/2022

Fecha	Turno			Promedio	Intervalo de concentración PM10
	Mañana (7:00 AM)	Tarde (1:00 PM)	Noche (5:00 PM)		
01/10/2022	34	121	84	80	Moderado
02/10/2022	33	115	75	74	Buena

03/10/2022	37	98	84	73	Buena
04/10/2022	34	121	96	84	Moderado
07/10/2022	36	111	87	78	Moderado
08/10/2022	31	113	95	80	Moderado
09/10/2022	28	121	101	83	Moderado
10/10/2022	31	123	95	83	Moderado
11/10/2022	32	137	121	97	Moderado
14/10/2022	33	131	114	93	Moderado
15/10/2022	35	125	91	84	Moderado
16/10/2022	29	119	89	79	Moderado
17/10/2022	27	105	75	69	Buena
18/10/2022	29	110	89	76	Moderado
21/10/2022	36	125	98	86	Moderado

22/10/2022	35	126	101	87	Moderado
23/10/2022	38	123	93	85	Moderado
24/10/2022	33	125	84	81	Moderado
25/10/2022	32	136	112	93	Moderado
28/10/2022	33	124	118	92	Moderado
29/10/2022	36	135	112	94	Moderado
30/10/2022	37	121	109	89	Moderado


 CORPORACION JYRSA & DPG E.I.R.L.
 ANTONIETA NORMA HUAMAN PEREZ
 TITULAR GERENTE
 C.C. 79599145810

Antonieta Norma Huaman Perez
 (Gerente General)

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6: Ficha de registro Pre-Test PM2.5

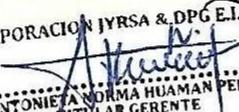
Tabla 14 Ficha de registro Pre-Test Material Particulado PM2.5

Ficha de Registro			
Investigadores	Avellaneda Sotomayor, Lenin		
Tipo de prueba	Pre-Test		
Empresa investigada	Jyrsa DPG		
Motivo de investigación	Determinar de qué manera el aplicativo móvil con IOT mejora la medición del índice de calidad del aire de material particulado (2.5) en la empresa industrial Jyrsa DPG, Lima-2022		
Fecha de inicio	01/11/2022	Fecha final	30/11/2022

Fecha	Turno			Promedio	Intervalo de concentración PM2.5
	Mañana (7:00 AM)	Tarde (1:00 PM)	Noche (5:00 PM)		
01/10/2022	23	56	33	37	Mala
02/10/2022	22	56	32	36	Mala
03/10/2022	25	58	33	39	Mala

04/10/2022	28	61	35	41	Mala
07/10/2022	20	68	36	41	Mala
08/10/2022	32	68	32	44	Mala
09/10/2022	22	69	34	42	Mala
10/10/2022	25	65	36	42	Mala
11/10/2022	21	63	32	38	Mala
14/10/2022	26	71	40	46	Mala
15/10/2022	25	65	35	42	Mala
16/10/2022	27	56	30	38	Mala
17/10/2022	23	59	29	37	Mala
18/10/2022	24	54	31	36	Mala
21/10/2022	23	57	29	36	Mala
22/10/2022	21	55	31	36	Mala
23/10/2022	23	57	34	38	Mala

24/10/2022	28	54	31	38	Mala
25/10/2022	23	59	29	37	Mala
28/10/2022	22	61	32	38	Mala
29/10/2022	25	59	27	37	Mala
30/10/2022	21	52	36	36	Mala

CORPORACION IYRSA & DPG E.I.R.L.

ANTONIETA NORMA HUAMAN PEREZ
TITULAR GERENTE
20600145810

Antonieta Norma Huaman Perez
(Gerente General)

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 7: CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO.

N	Indicadores	Pertinencia		Relevancia		Claridad		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	Índice de Material particulado PM10	x		x		x		
	Medir el índice de Material particulado PM10 en la empresa <u>Jyrsa DPG</u> 1(PM10) = [PM10] * 100/150							
2	Índice de Material particulado PM2.5	x		x		x		
	Medir el índice de Material particulado PM2.5 en la empresa <u>Jyrsa DPG</u> 1(PM10) = [PM2.5] * 100/150							

Observaciones (precisar si hay insuficiencias): _____

Opción de aplicabilidad: Aplicable (x) Aplicable después de corregir () No aplicable ()

Apellidos y nombres del juez: Huamanchumo Casanova Frank Carlos

DNI: 18139608

Especialidad del validador: Ingeniero de Computación y Sistemas / Maestro en Ciencias Económicas mención en Administración de Negocios

Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado

Relevancia: El ítem es apropiado para presentar al componente o dimensión específica del constructo

Claridad: Se entiende con dificultad alguna el anuncio del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.



Firma del Experto Informante

N	Indicadores	Pertinencia		Relevancia		Claridad		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	Índice de Material particulado PM10	x		x		x		
	Medir el índice de Material particulado PM10 en la empresa <u>Jyrsa DPG</u> 1(PM10) = [PM10] * 100/150							
2	Índice de Material particulado PM2.5	x		x		x		
	Medir el índice de Material particulado PM2.5 en la empresa <u>Jyrsa DPG</u> 1(PM10) = [PM2.5] * 100/150							

Observaciones (precisar si hay insuficiencias): _____

Opción de aplicabilidad: Aplicable (x) Aplicable después de corregir () No aplicable ()

Apellidos y nombres del juez: Angeles Pinillos Daniel Orlando DNI: 46442421

Especialidad del validador: Ingeniero de Sistemas

Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado

Relevancia: El ítem es apropiado para presentar al componente o dimensión específica del constructo

Claridad: Se entiende con dificultad alguna el anuncio del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.



Firma del Experto Informante

N	Indicadores	Pertinencia		Relevancia		Claridad		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	Índice de Material particulado PM10							
	Medir el índice de Material particulado PM10 en la empresa <u>Jyrsg DPG</u> 1(PM10) = [PM10] * 100/150	x		x		x		
2	Índice de Material particulado PM2.5							
	Medir el índice de Material particulado PM2.5 en la empresa <u>Jyrsg DPG</u> 1(PM10) = [PM2.5] * 100/150	x		x		x		

Observaciones (precisar si hay insuficiencias): _____

Opción de aplicabilidad: Aplicable (x) Aplicable después de corregir () No aplicable ()

Apellidos y nombres del juez: Chávez Pinillos Frey Elmer DNI: 40074326

Especialidad del validador: Metodólogo

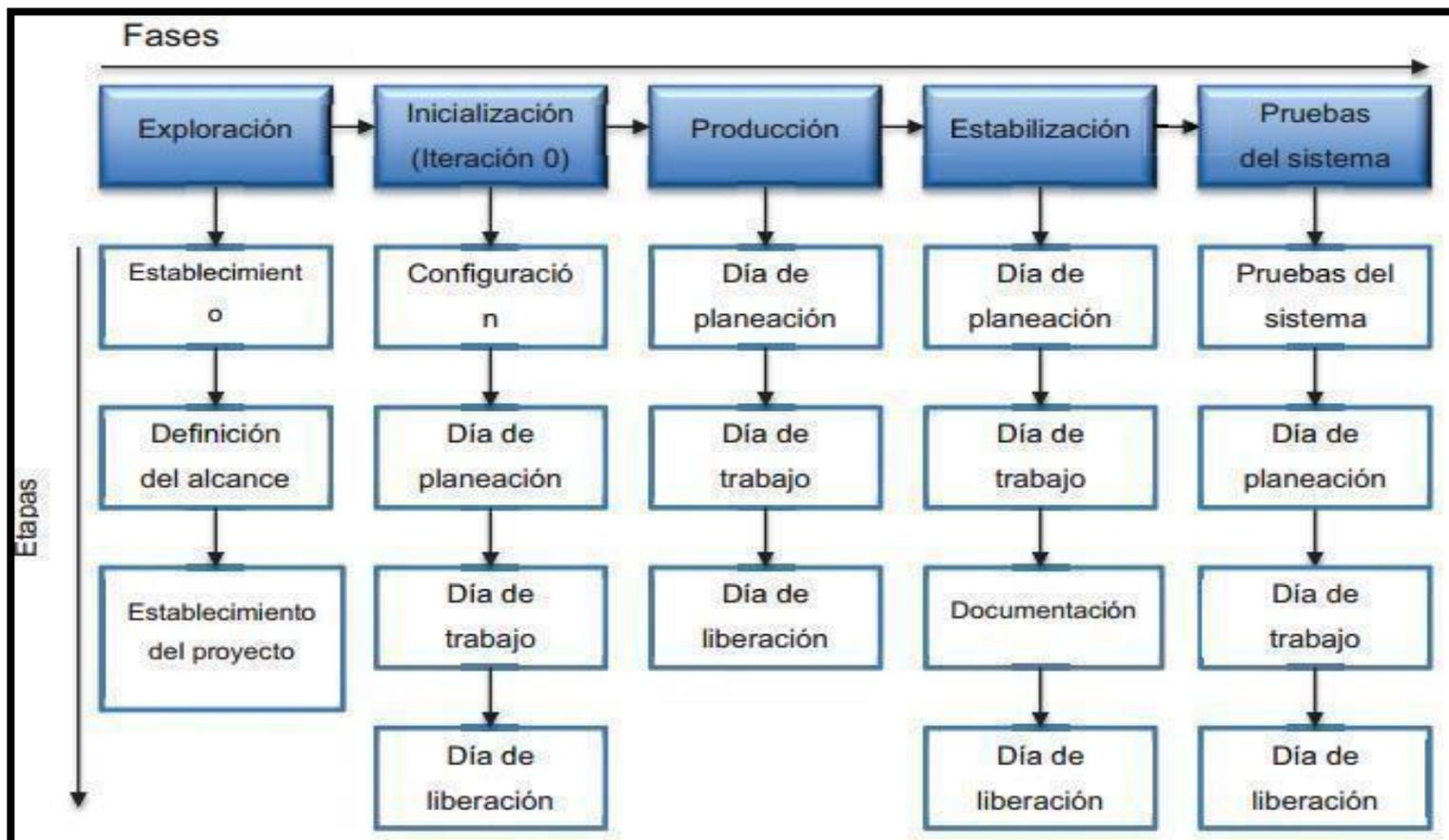
Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado
Relevancia: El ítem es apropiado para presentar al componente o dimensión específica del constructo
Claridad: Se entiende con dificultad alguna el anuncio del ítem, es conciso, exacto y directo.
Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.



Firma del Experto Informante

Anexo 8: Metodología Mobile-D

Figura 9 Metodología Mobile-D



Fuente: Elaboración propia

Anexo 9: Desarrollo de la Metodología Mobile-D

METODOLOGÍA MOBILE-D

EXPLORACIÓN

En la fase de exploración se identificó el alcance, establecimiento los lineamientos principales del proyecto, además de los actores involucrados en la realización de la misma. Además de ello, los clientes tomaron un rol importante en esta fase, debido a estar asociados previamente a los requisitos funcionales del proyecto.

Para ello se realizó un Project Charter el cual se puede visualizar en la tabla 8.

Tabla 15 Project Charter

Project Charter	
Empresa	Jyrsa DPG
Nombre del proyecto	Aplicativo móvil con IOT para medir la calidad del aire en la empresa industrial Jyrsa DPG, Lima-2022.
Siglas del proyecto	AMCAJDPG.
Cliente	Norma Espinoza Sagayo.
Gerente de Proyectos	Lenin Avellaneda Sotomayor.
Dirección de correo electrónico	johanave99@gmail.com
Número de teléfono	93684426
Fecha de inicio prevista	agosto 30, 2022
Fecha prevista de finalización	Abril 15, 2023

Problemática
En la empresa Industrial Jyrsa DPG, el cual se dedica al rubro de producción de pinturas, se observó un ambiente demasiado contaminado, específicamente en el área de producción, esto debido a:

- ✓ Emisiones de sustancias toxicas por parte del área de producción, causando contaminación de Material Particulado PM2.5
- ✓ Zona en el cual se ubica la empresa, no está correctamente pavimentada, lo que causa emisión de Material Particulado PM10

Objetivo del proyecto

Objetivo Principal

- ✓ Determinar de qué manera el aplicativo móvil con IOT mejora la medición de la calidad del aire en la empresa industrial Jyrza DPG, Lima-2022.

Objetivos Específicos

- ✓ Determinar de qué manera el aplicativo móvil con IOT mejora la medición del índice de calidad del aire de material particulado (10) en la empresa industrial Jyrza DPG, Lima-2023.
- ✓ Determinar de qué manera el aplicativo móvil con IOT mejora la medición del índice de calidad del aire de material particulado (2,5) en la empresa industrial Jyrza DPG, Lima-2023.

Presupuesto

Tipo	Descripción	Cantidad/duración	Importe
Servicio del hogar	Internet	6 meses	S/480.00
	Electricidad	4 meses	S/480.00
Servicio de transporte	Transporte	10	S/50.00
Electrodomés-tico	Ventilador	1	S/200.00
Hardware	Celular	2	S/1600.00
	Laptop	1	S/2500.00
Servicio de alimento	Refrigerio	10	S/100.00
Servicio de ensamblaje	Ensamblaje y armado del prototipo.	1	S/50.00
Materiales de oficina	Lapicero	2	S/2.00
	Hoja bond	10	S/1.00

Software	Blynk IOT (Software)	6 meses	-
	Arduino IDE (Software)	6 meses	S/156.00
Componentes de dispositivo	Placa ESP32	1	S/50.00
	Módulo de sensor de calidad del aire	1	S/25.00
	Kit componentes electrónicos	1	S/150.00
	Fuente de poder	1	S/14.00
	Lector alfanumérico LCD LC162 + Módulo I2C	1	S 25.00
	Ventilador 12V	1	S/10.00
	Sensor MQ3	1	S/13.00
TOTAL			S/5906.00
Alcance y programación del proyecto			
Alcance	La implementación del prototipo basado en IOT, permitirá monitorear y controlar el exceso de material particulado PM10 y PM2.5 dentro de las instalaciones de la empresa Jyrsa DPG.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16 Stakeholders

Stakeholders	
Nombre	Cargo
Norma Espinoza Sagayo.	Gerente general
José Espinoza Sazgayo.	Gerente de producción

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17 Valor de prioridad

Prioridad	Descripción
Alta	Requerimientos que se resuelven de manera inmediata
Media	Requerimientos que se resuelven de manera frecuente
Baja	Requerimientos que se resuelven periódicamente

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18 Requisitos Funcionales

Requisitos Funcionales			
ID	Requerimiento	Descripción	Prioridad
RF1	Prototipo	El prototipo deberá de captar los niveles de PM10 y PM2.5 dentro las instalaciones Jyrsa DPG	Alta
		El prototipo alertara a través de una bocina si los niveles de contaminación exceden el límite permitido	Alta
		El prototipo activará un ventilador, si los niveles de contaminación exceden el límite permitido	Alta
RF2	Registros de usuarios	El sistema deberá tener un LOGIN en el cual cada usuario tenga un usuario y contraseña.	Alta
		El aplicativo deberá de mostrar la opción de crear un usuario y contraseña.	Alta
		El aplicativo tendrá la opción de recuperar la contraseña en caso este sea olvidado.	Alta
RF3	Seguridad de usuarios	El aplicativo Móvil contará con un administrador de usuarios el cual podrá agregar y asignar permisos a nuevos usuarios.	Alta
RF4	Menú principal	El aplicativo móvil debe de mostrar un menú principal en el cual se visualizará si el aplicativo está correctamente conectado al prototipo.	Alta
		El sistema debe de mostrar el nombre del usuario que ha ingresado al aplicativo.	Alta

RF5	Datos mediciones y	El aplicativo móvil debe de mostrar en tiempo real los datos tanto del material Particulado PM10 como del PM2.5.	Alta
		El aplicativo móvil deberá mostrar un gráfico en el cual se guardará las medidas tomadas durante el transcurso del día.	Alta
RF6	Reportes y alerta	El aplicativo móvil contará con un servidor web. En cual se almacenarán las mediciones, y tendrás la opción de descargarlos en un Excel.	Alta
		El aplicativo móvil debe de enviar una alerta al correo electrónico del usuario en caso las mediciones sean de mayor gravedad.	Alta

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19 Requisitos no funcionales

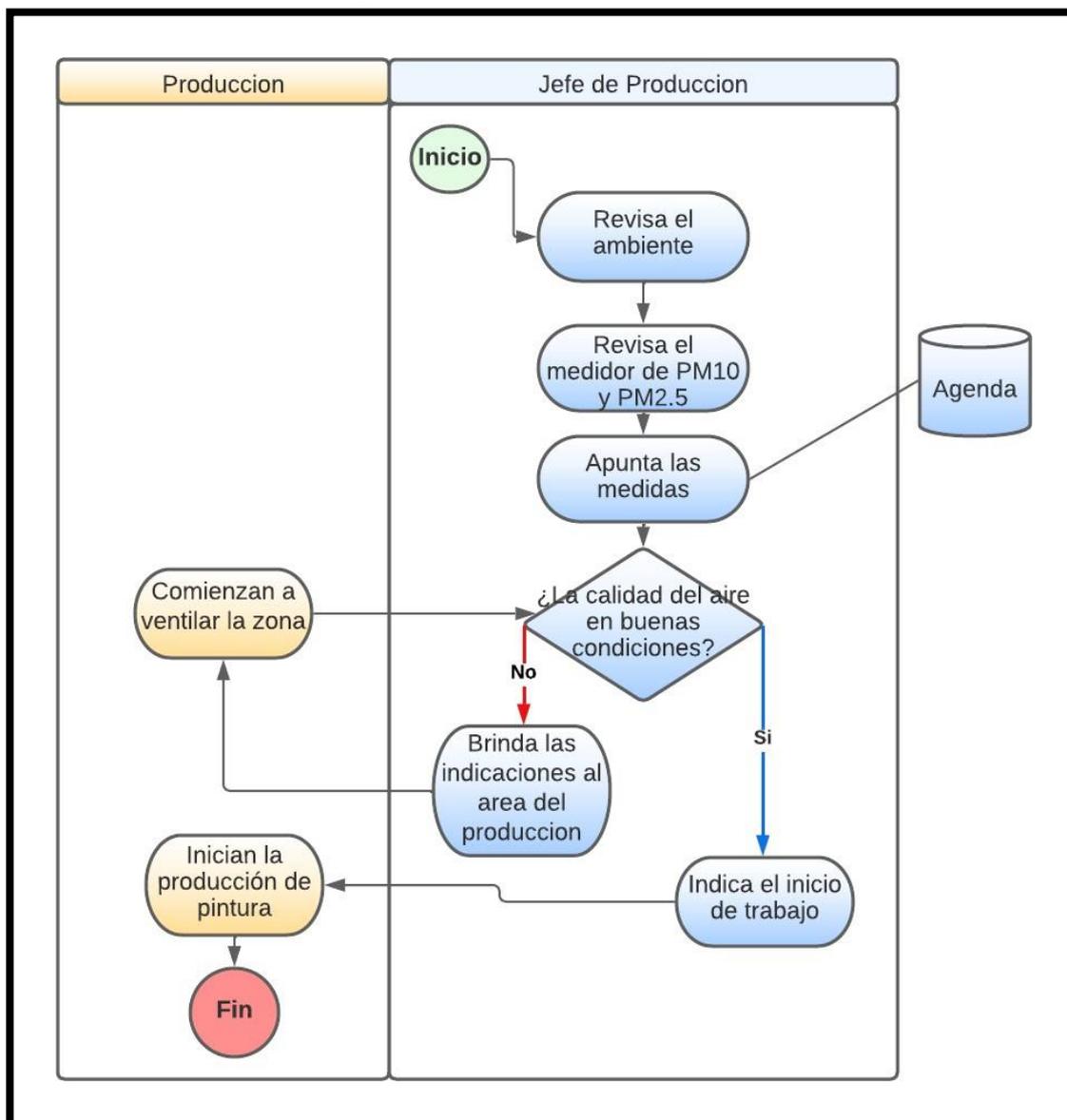
Requisitos no Funcionales			
ID	Requerimiento	Descripción	Prioridad
RNF1	Interfaz	El aplicativo móvil mostrará una interfaz fácilmente amigable.	Alta
RNF2	Comunicación	El aplicativo móvil debe de funcionar sin interrupciones.	Alta
RNF3	Plan de continuidad	El Prototipo no funcionará si en caso no existiera fluido eléctrico.	Alta
		El Prototipo no funcionará si no tiene conexión a internet.	Alta
RNF4	Compatibilidad	El aplicativo móvil será compatible tanto en Android como en IOS.	Alta
		Aplicativo móvil tendrá un servidor web.	Alta
RNF5	Confidencialidad	El aplicativo móvil solo podrá ser configurado por el administrador del sistema.	Alta
		El aplicativo móvil solo podrá ser configurado por el administrador del sistema.	Alta

RNF4	Sistema de almacenamiento	Los datos almacenados sólo podrán ser descargados desde el servidor web del aplicativo móvil.	Alta
		La información se deberá de almacenar en el servidor web de Blynk.	Alta

Fuente: Elaboración propia

Proceso de producción (ASIS)

Figura 10 Proceso de Producción ASIS



Fuente: Elaboración propia

INICIALIZACIÓN

En esta fase se preparan todos los recursos necesarios para la ejecución del proyecto tanto en lo físicos, tecnológicos y de comunicaciones.

Se identifica al equipo de desarrolladores que están involucrados en el proyecto, dando a conocer el entorno en el cual se desarrollará el trabajo. Por ello la fase de iniciación se divide en Configuración, día de planeación, día de trabajo y día de liberación.

Tabla 20 Equipo de trabajo

Equipo de trabajo	
Nombre	Cargo
Lenin Avellaneda Sotomayor	Programador
José Espinoza Sazgayo	Tester

Fuente: *Elaboración Propia*

- **Preparación del ambiente**

- ✓ **Módulo LM2996:**

El módulo LM2996 permite regular el voltaje que proporcione una proporción mayor, evitando que los componentes electrónicos sufran daños a futuro.

- ✓ **Módulo DS312:**

Permite agregar la fecha y hora a los proyectos basados en Arduino, en este caso fue de gran ayuda, debido que a que el prototipo debía de enviar reportes en unas hora y fecha específica.

- ✓ **Módulo ESP32:**

El módulo ESP32 es el corazón del prototipo, el cual permitirá conectarnos hacia la red, permitiendo alojar la información a la nube que en este caso es Blynk IOT. El módulo ESP contiene un chip integrado diseñado especialmente para proyecto IOT

✓ **Módulo adaptador LCD a I2C:**

Para que el LDC pueda funcionar en el prototipo se añadió un adaptador capaz de poner conectar el LCD, permitiendo conectar el LCD al ESP32 de una forma más rápida y sencilla.

✓ **Pantalla LCD alfanumérico:**

Es una pequeña pantalla led de con luz led azul, que contiene dos filas y 16 columnas. Permitiendo la visualización de los niveles de Material Particulado PM10 y PM2.5.

✓ **Sensor MQ-3 (PM 2.5):**

Es un sensor que detecta la calidad del aire de una determinada área, en especial partículas sumamente finas, la ventaja de este sensor es que es sumamente económico además de que no se necesita mucha energía, debido a que solo funciona con 3 voltios.

✓ **Sharp GP2Y1010AU0F (PM10):**

Sensor que mide las partículas de polvo de una determinada área, el cual funciona con un sensor infrarrojo capaz de detectar. El sensor tiene una sensibilidad de 0.5V por cada 0.1mg de polvo por metro cúbico

✓ **Ventilador Axial de 5 voltios:**

Es un mini ventilador que es alimentado con una energía no menor a 5 voltios, el mini ventilador será de gran ayuda debido a que se incluirá dentro del prototipo, que funcionará como sistema de enfriamiento, evitando que las piezas le dañen a largo plazo.

✓ **Buzzer activo de 5 voltios:**

El modelo Buzzer permite generar sonidos no menores a los 85 decibelios. El modelo Buzzer permitirá alarmar al usuario en caso los niveles de contaminación serán mayores al límite permitido

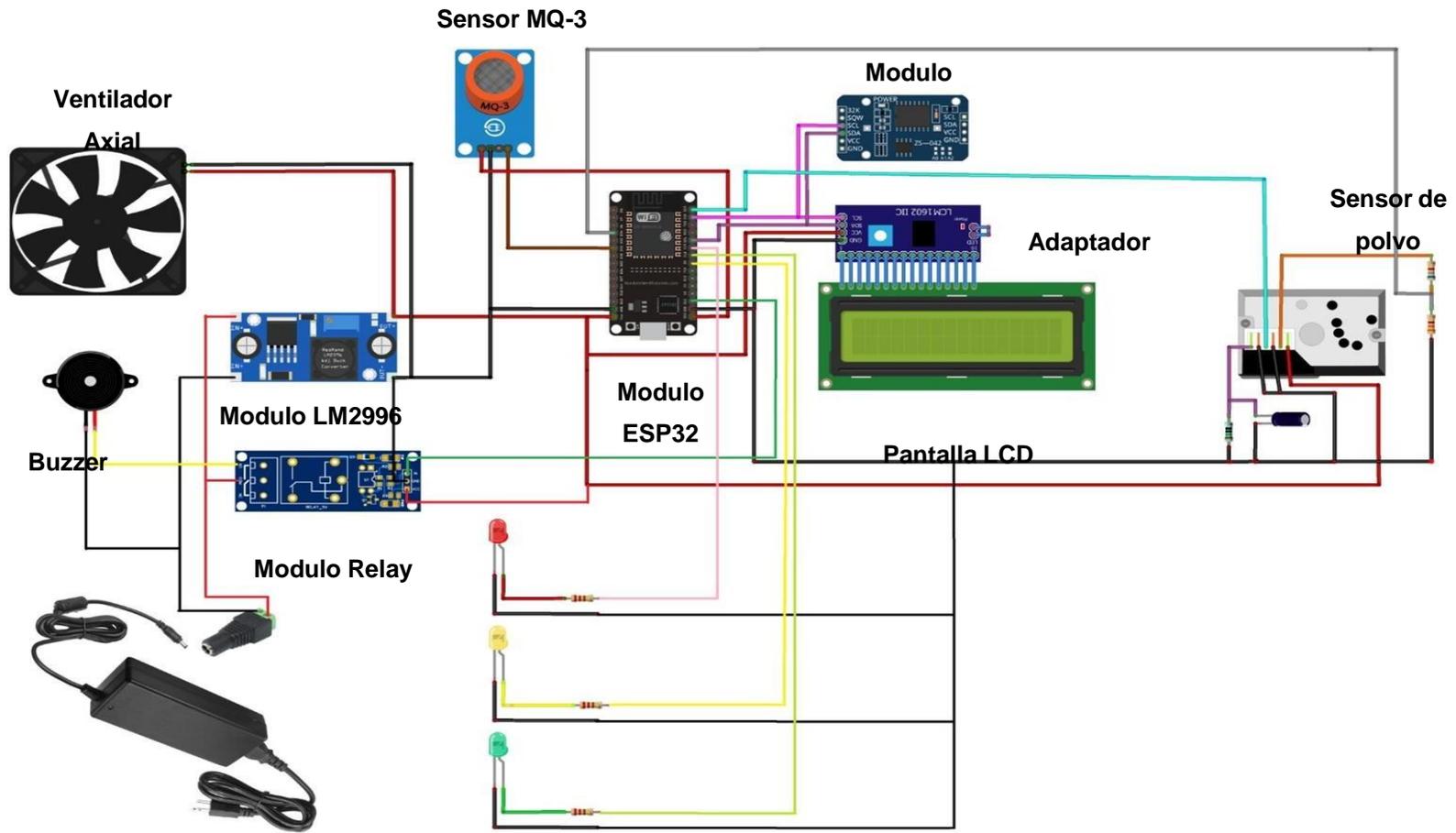
- Creación del aplicativo móvil

Para la creación de un aplicativo móvil se necesitó las siguientes herramientas.

- ✓ Arduino IDE
- ✓ Plataforma Blynk IOT
- ✓ APP Blynk IOT

- Prototipo del sistema

Figura 11 Esquema del prototipo IOT



Fuente: Elaboración Propia

- **Prototipo del sistema**

- ✓ **Interfaz iniciar sesión**

Tabla 21 Mockups Iniciar sesión

Nombre de la interfaz	Recuperar contraseña	
<p>Descripción:</p> <p>Al ingresar al aplicativo se mostrará una interfaz en el cual se ingresará un usuario y contraseña que será brindada por el administrador. Así mismo se mostrará una opción para recurrir la contraseña en caso este sea olvidado.</p>		

Fuente: Elaboración propia

- ✓ **Interfaz recuperar contraseña**

Tabla 22 Mockups Recuperar Contraseña

Nombre de la interfaz	Recuperar contraseña	
<p>Descripción:</p> <p>En la siguiente interfaz se debe de mostrar un espacio en el cual se debe de colocar el correo electrónico con el que el usuario ha sido registrado. Luego de ello se enviará un link al correo para cambiar la contraseña.</p>		

Fuente: Elaboración propia

✓ Interfaz crear nueva contraseña

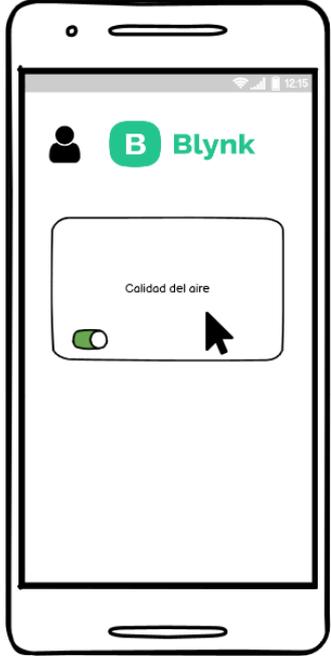
Tabla 23 Mockups Crear nueva contraseña

Nombre de la interfaz	Recuperar contraseña	
Descripción: En la siguiente interfaz se mostrará la interfaz en donde el usuario tendrá que digitalizar la nueva contraseña con las recomendaciones indicadas.		

Fuente: Elaboración propia

✓ Interfaz menú principal

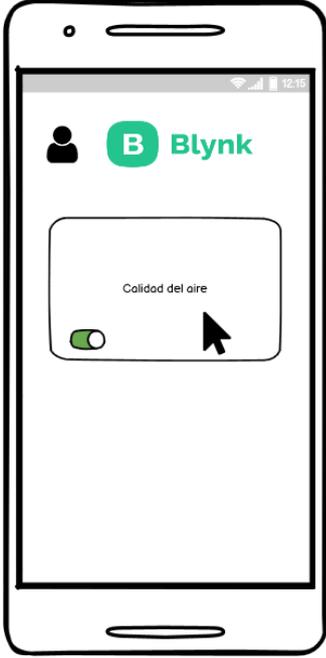
Tabla 24 Mockups Menú principal

Nombre de la interfaz	Menú Principal	
Descripción: En la siguiente interfaz se debe de mostrar el estado del prototipo. En caso el dispositivo esté conectado a la red mostrará una señal de WIFI en color verde, en caso pase lo contrario mostrará el mismo signo en color rojo.		

Fuente: Elaboración propia

✓ Interfaz visualizador de datos

Tabla 25 Mockups Visualizador de datos

Nombre de la interfaz	Menú Principal	
<p>Descripción:</p> <p>En la siguiente interfaz se debe de mostrar el estado del prototipo. En caso el dispositivo esté conectado a la red mostrará una señal de WIFI en color verde, en caso pase lo contrario mostrará el mismo signo en color rojo.</p>		

Fuente: Elaboración propia

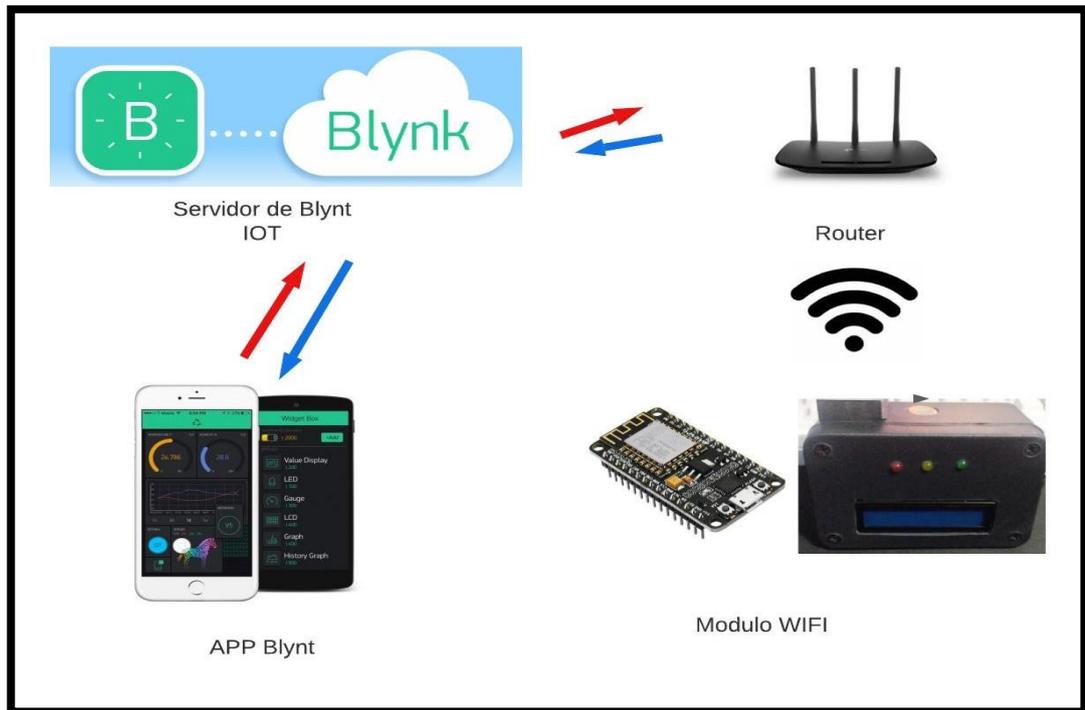
PRODUCCIÓN

- **Diseño de aplicación**

Para la aplicación del proyecto se utilizó la plataforma Blynk IOT. Cuenta con un servidor web y aplicativo móvil el cual es compatible con dispositivos Android e IOS. Permitiendo conectar diferentes tipos de módulos WIFI entre los más conocidos son el Arduino UNO y el ESP32,8866.

Para el prototipo se utilizó el módulo ESP32 debido a ser un dispositivo sumamente potente y compatible con distintas aplicaciones y sensores. Así mismo se utilizó la herramienta de programación Arduino IDE para la configuración del Módulo y los diferentes componentes que fueron implantados en el prototipo. Por último, se realizó la conexión entre el prototipo y la plataforma Blynk a través de un API brindado por la plataforma.

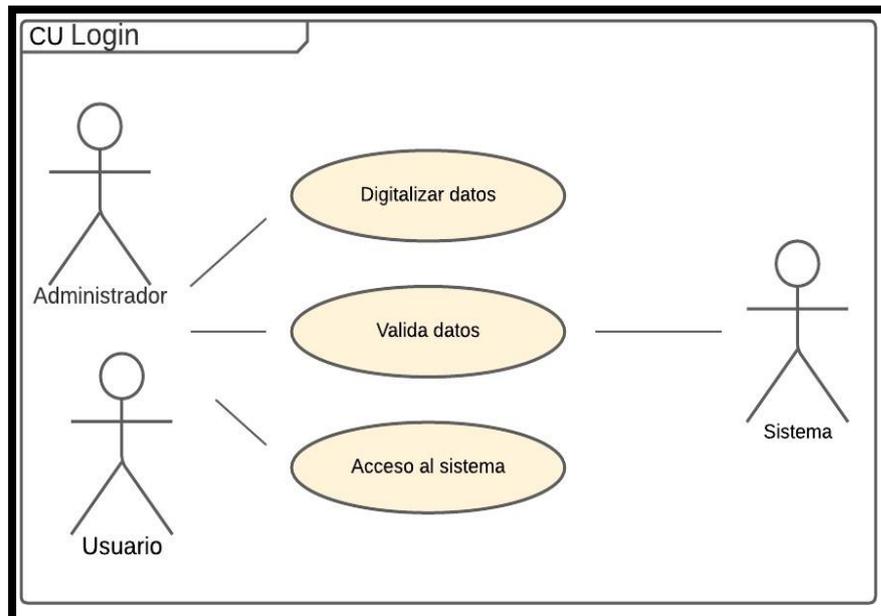
Figura 12 Diseño de aplicación



Fuente: Elaboración Propia

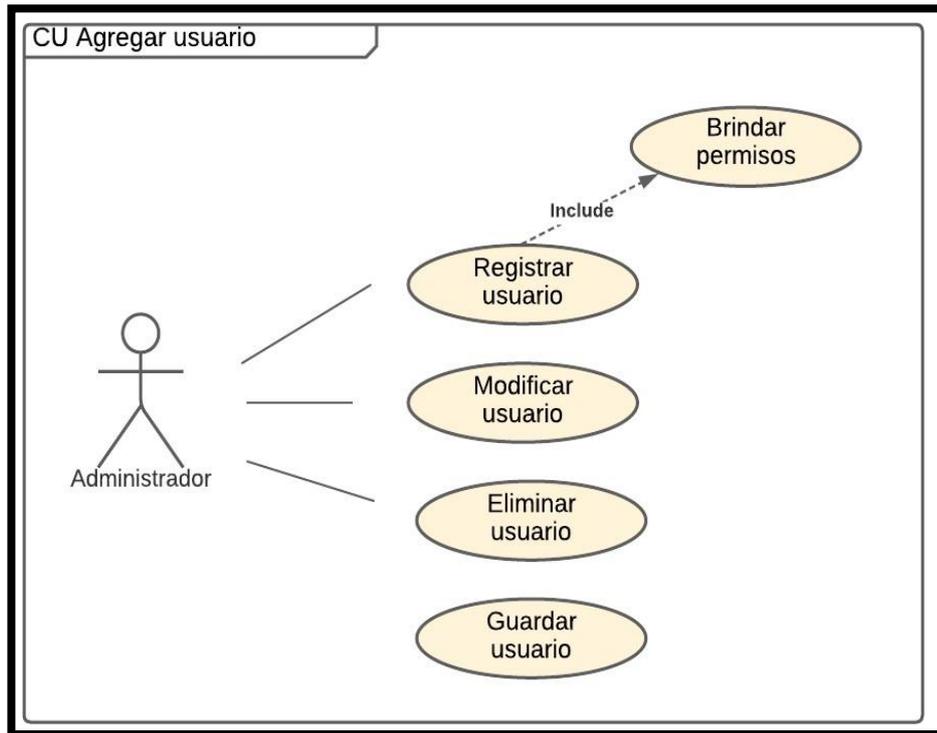
- **Casos de usos del sistema**

Figura 13 Caso de uso Login



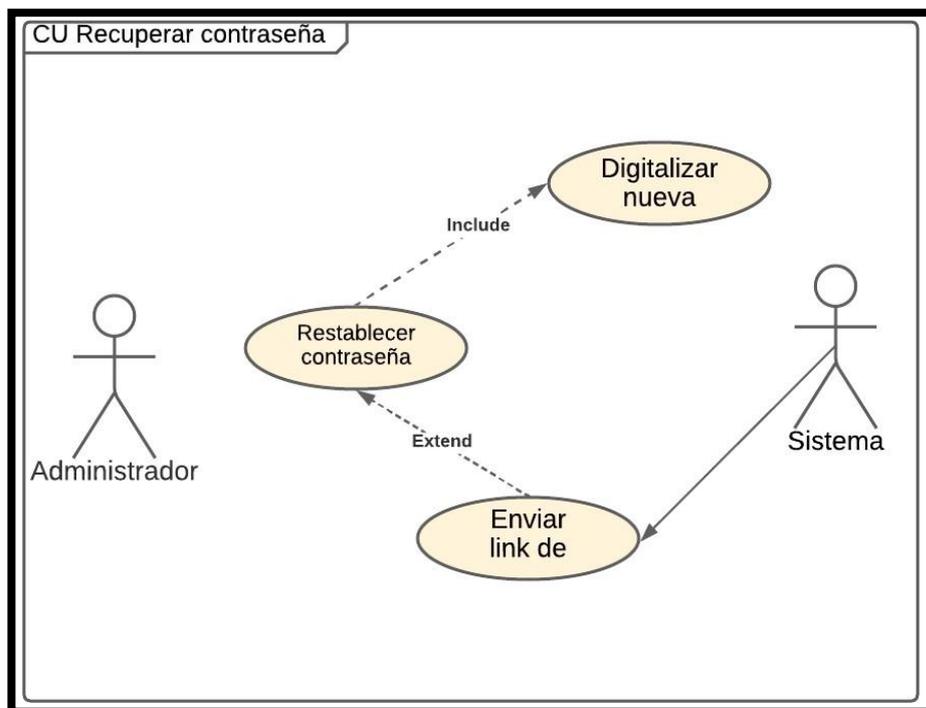
Fuente: Elaboración Propia

Figura 14 Caso de uso Agregar usuario



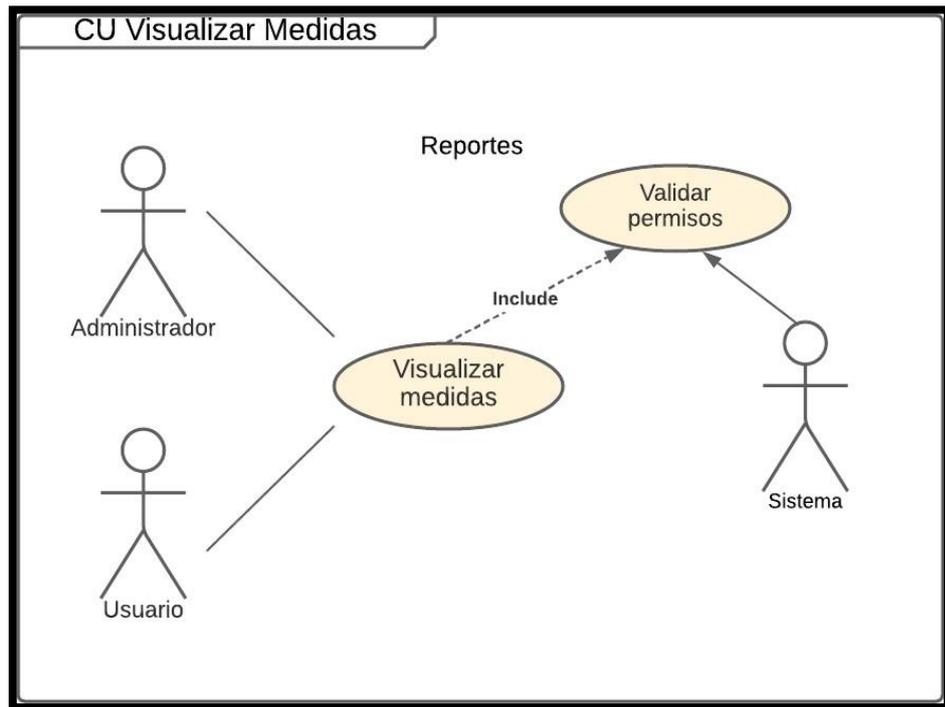
Fuente: Elaboración Propia

Figura 15 Caso de uso Recuperar contraseña



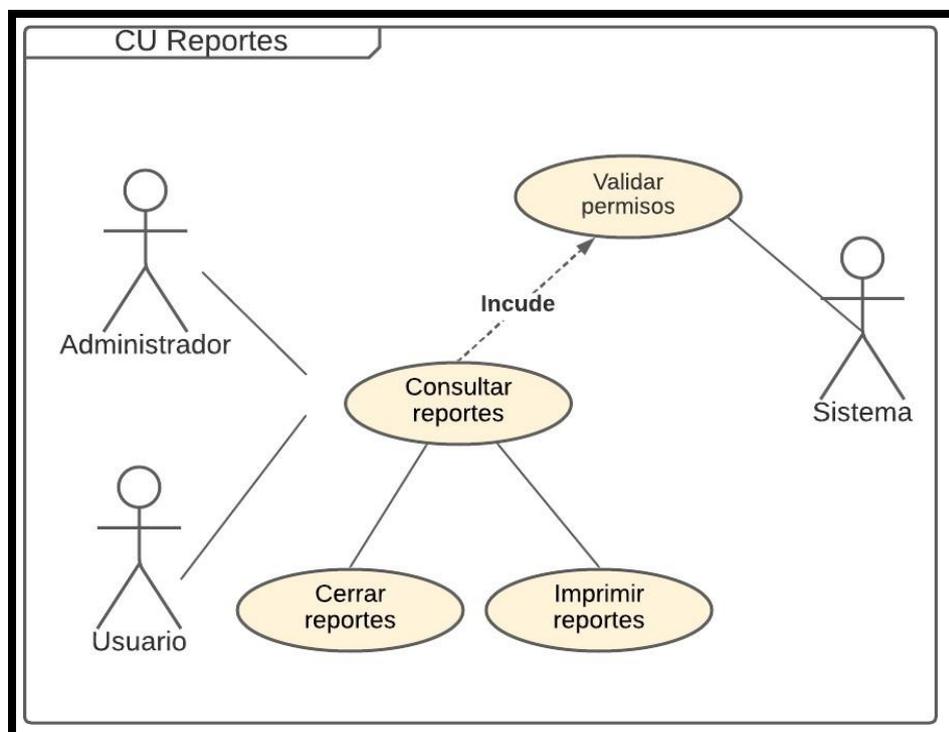
Fuente: Elaboración Propia

Figura 16 Caso de uso Visualizar Medidas



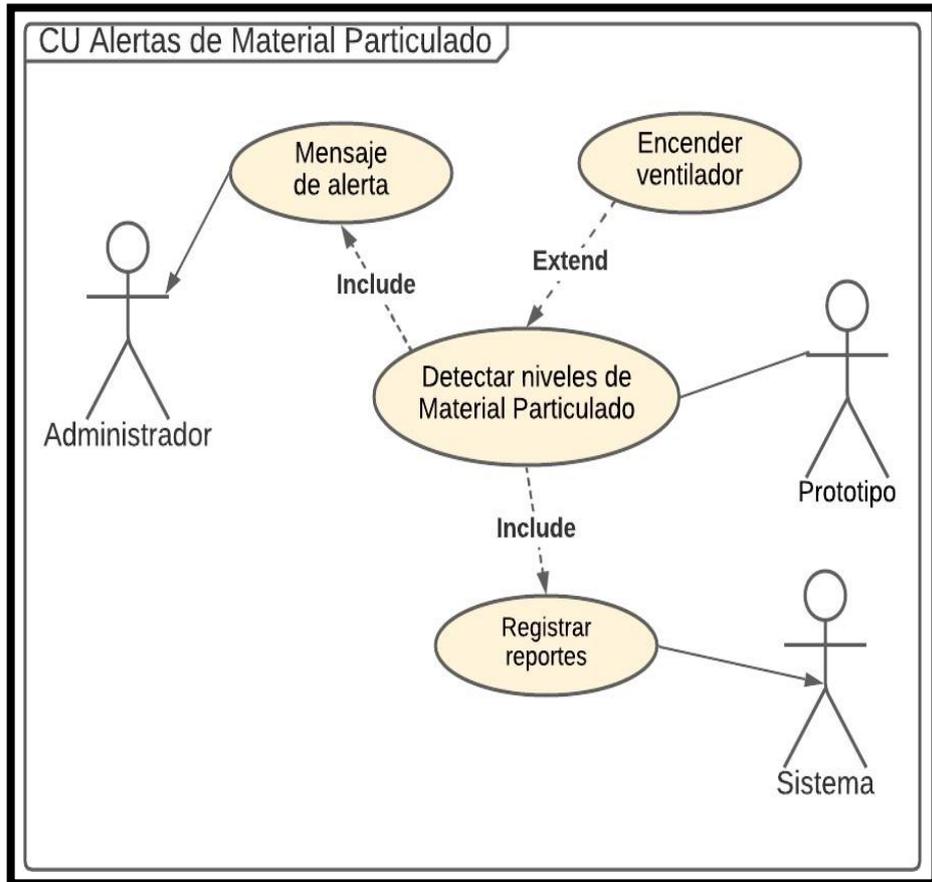
Fuente: Elaboración Propia

Figura 17 Caso de uso Reportes



Fuente: Elaboración Propia

Figura 18 Caso de uso Alertas de Material Particulado



Fuente: Elaboración Propia

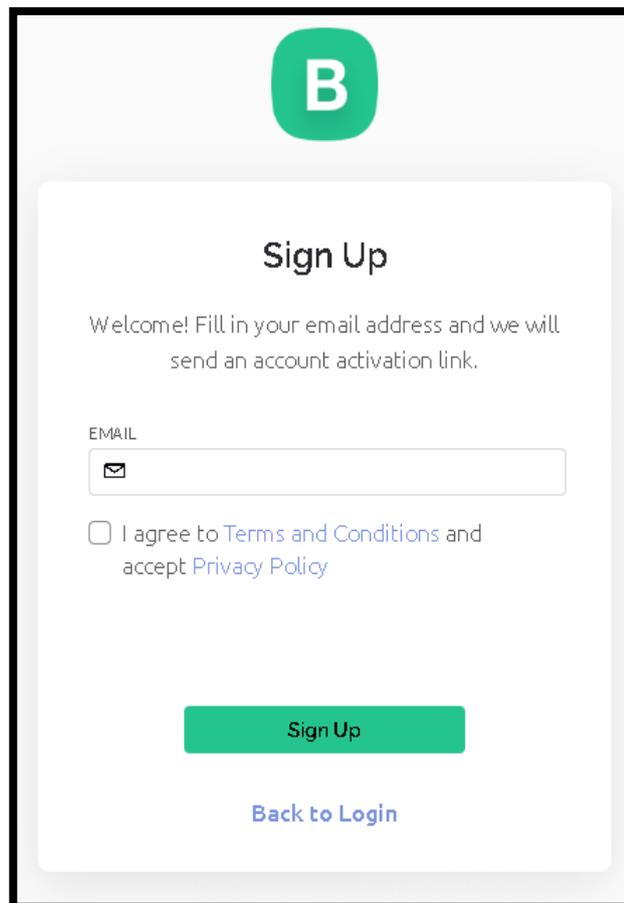
- **Creación del aplicativo**

Para la creación del aplicativo móvil se realizaron los siguientes pasos.

1. Crear usuario en Blynk IOT

Para lograr crear un proyecto en la plataforma Blynk IOT se debió de crear un usuario y contraseña. Luego de ello, se accedió al correo para poder activar la cuenta.

Figura 19 Interfaz crear Usuario

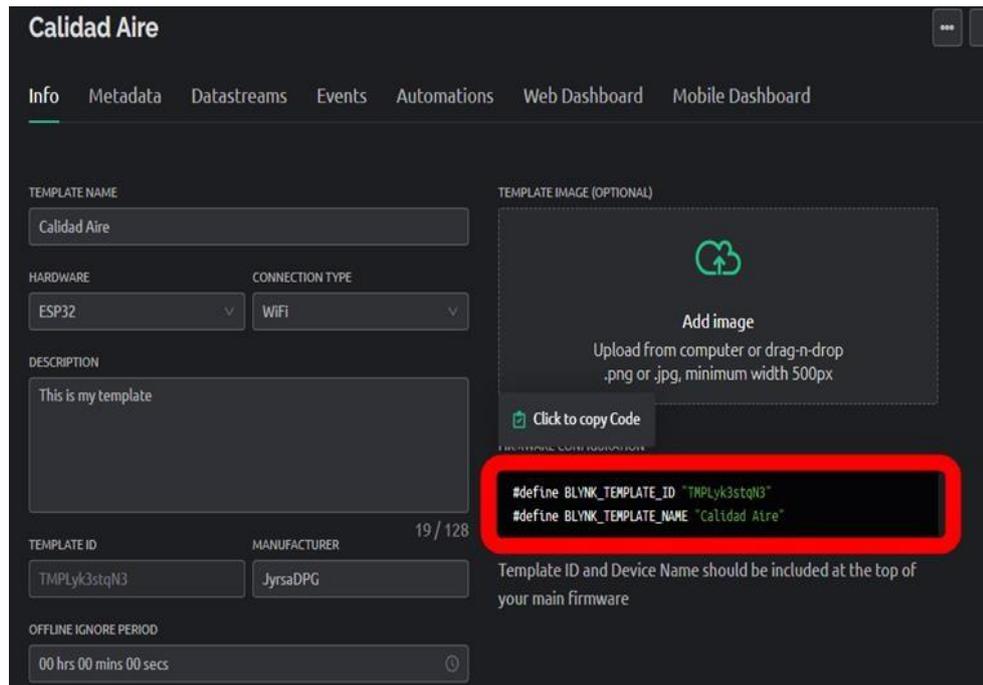
The image shows a mobile application interface for creating a user account. At the top, there is a green circular logo with a white letter 'B'. Below the logo, the text 'Sign Up' is centered. A welcome message reads: 'Welcome! Fill in your email address and we will send an account activation link.' There is an input field for an email address, with a small envelope icon on the left. Below the input field, there is a checkbox and the text: 'I agree to Terms and Conditions and accept Privacy Policy'. At the bottom, there is a green button labeled 'Sign Up' and a blue link labeled 'Back to Login'.

Fuente: Blynk IOT

2. Crear nueva plantilla

Una vez creado el usuario, se procedió a crear una nueva plantilla, indicando todos los datos y el tipo de módulo, que en este caso fue el ESP32. En la figura 20 se puede observar la plantilla creada en donde se resaltó el código de configuración del FIRMWARE, el cual permitió conectar la plataforma Blynk con el prototipo.

Figura 20 Interfaz datos del proyecto



Fuente: Blynk IOT

3. Desarrollo del código en Arduino IDE

Antes de empezar a codificar, se tuvo que insertar algunas librerías que logaran conectar el prototipo a la red.

LiquidCrystal_I2C: Permite la conexión y el uso del LCD en un prototipo, dando permiso a los caracteres que se va a digitalizar en la pantalla LCD.

BLYNK: Biblioteca de compatibilidad de la plataforma Blynt, permitiendo lograr una conexión mediante red entre el prototipo y la plataforma en tiempo real.

ESP_Mail_Client.h: Permite enviar mensajes desde el prototipo al G-mail. Cabe resaltar que se debe de crear un correo de aplicación para poder lograr la conexión entre ambos.

RTClib.h: habilita los permisos para el uso del reloj digital que está incorporado dentro del prototipo.

Figura 21 Desarrollo del código en Arduino IDE

```
4 #define BLYNK_FIRMWARE_VERSION      "0.1.0"
5 #define BLYNK_PRINT Serial
6
7 #define APP_DEBUG
8 #include "BlynkEdgent.h"
9 BlynkTimer Timer1, Timer2, Timer3;
10 //-----Reloj-----//
11 #include <Wire.h>
12 #include <SPI.h>
13 #include "RTClib.h"
14 RTC_DS3231 RTC;
15 //-----//
16 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
17 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); // set the LCD address to 0x27 for e
18 #include <ESP_Mail_Client.h>
19 //-----Enviar a correo-----//
20 #define SMTP_HOST "smtp.gmail.com"
21 #define SMTP_PORT 465
22 /* The sign in credentials */
23 #define AUTHOR_EMAIL "johanave99@gmail.com"
24 #define AUTHOR_PASSWORD "matedgwcyltradi"//correo de aplicacion
25 /* Recipient's email*/
26 #define RECIPIENT_EMAIL "johanave99@gmail.com"
27 /* The SMTP Session object used for Email sending */
28 SMTPSession smtp;
29 //-----//
30 //funcion para enviar correo
31 void smtpCallback(SMTP_Status status);
```

Fuente: Elaboración Propia

Luego de insertar las librerías, se insertó el código de configuración del FIRMWARE el cual se puede visualizar en la figura 23.

A partir de ello el prototipo deja de ser un sistema local, convirtiéndose en un sistema que está conectado a la red, permitiendo visualizar los datos de manera inalámbrica y en tiempo real

Figura 22 Inserción de las librerías Blynk

```
PM10_y_P2_5_26_3_2023_ok$ BlynkEdgent.h BlynkState.h ConfigMode.h ConfigStore.h Con
1 #define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPLYk3stqN3"
2 #define BLYNK_TEMPLATE_NAME "Calidad Aire"
3
```

Fuente: Elaboración Propia

Por último, se incorporó las funciones junto con los pines virtuales.

Figura 23 inserción de pines virtuales

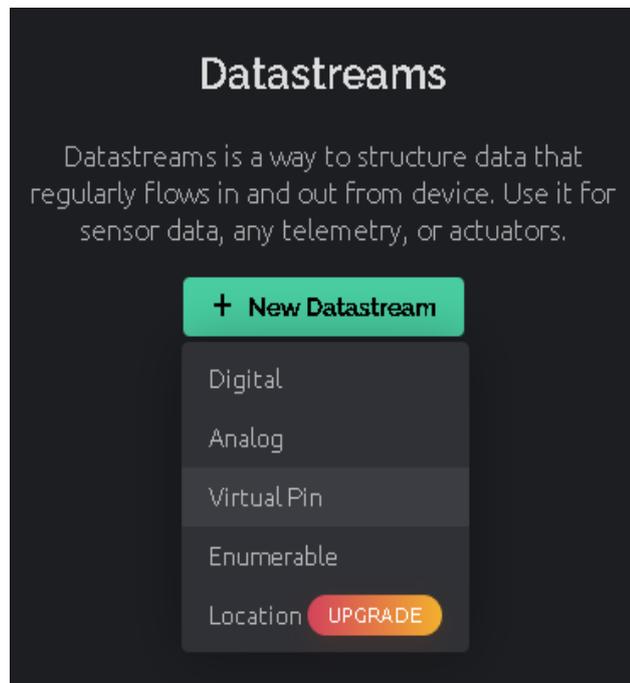
```
void Sensor_PM10() {  
    Blynk.virtualWrite(V0, Sensor_polvo());  
}  
void Sensor_PM2_5() {  
    Blynk.virtualWrite(V1, SensorMQ3());  
}
```

Fuente: Elaboración Propia

4. Creación de pines virtuales

Antes de la creación de los pines virtuales el prototipo ya debió de estar funcionando correctamente, además de estar conectado hacia el servidor Blynk IOT gracias al código de configuración del FIRMWARE observado en la Figura 14 A partir de ello se podrán observar dos pines virtuales; uno que es el Material particulado PM10, identificado con el PIN virtual V0 y el otro es el Material Particulado PM2.5, identificado con el PIN virtual V1.

Figura 24 Interfaz "Creación de pines Virtuales"



Fuente: Blynk IOT

Figura 25 Interfaz Pin-Virtual PM2.5

The image shows a configuration window titled "Virtual Pin Datastream" with the following fields:

NAME	ALIAS
PM10	PM10

PIN	DATA TYPE
V0	Double

UNITS
None

MIN	MAX	DECIMALS	DEFAULT VALUE
0	500	###	Default Value

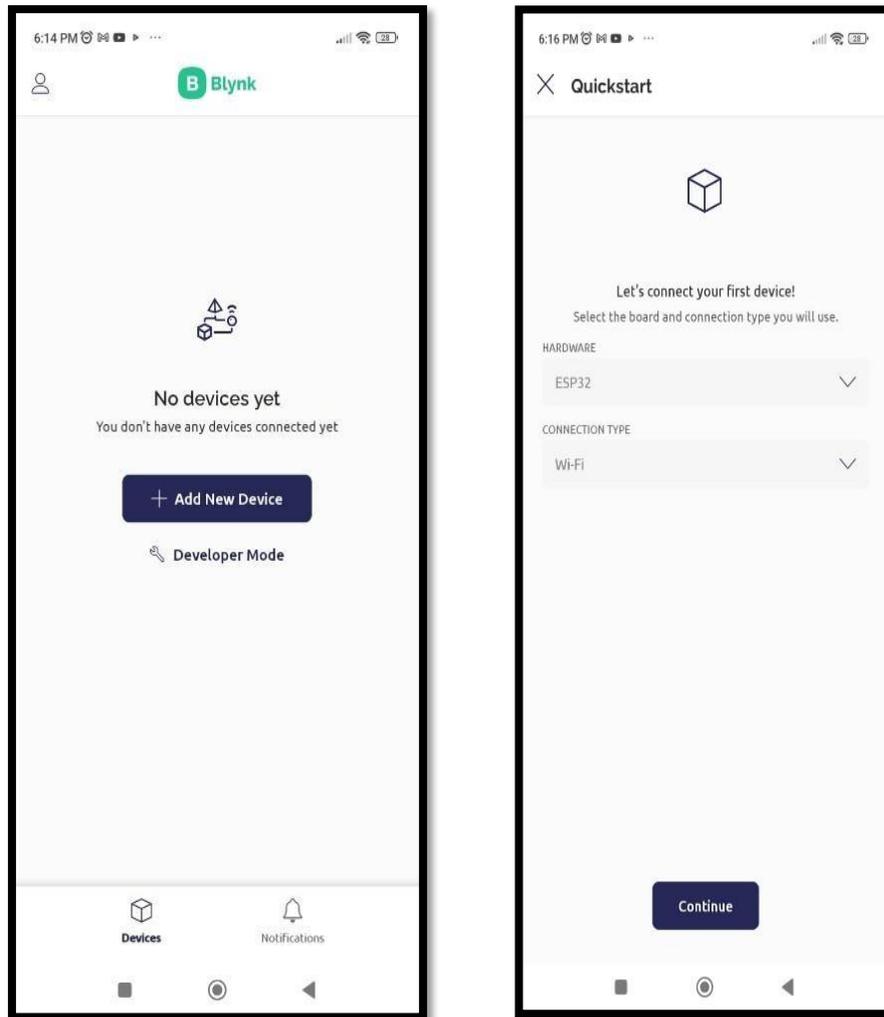
At the bottom, there is an "ADVANCED SETTINGS" section and two buttons: "Cancel" and "Create".

Fuente: Blynk IOT

5. Sincronizar al teléfono

Al ingresar al teléfono ya con el aplicativo Blynk descargado se procedió a ingresar el usuario y contraseña ya antes creado. Una vez dentro se volvió a crear una nueva plantilla con los datos ya antes mencionados.

Figura 26 interfaz Sincronización entre el teléfono y el prototipo

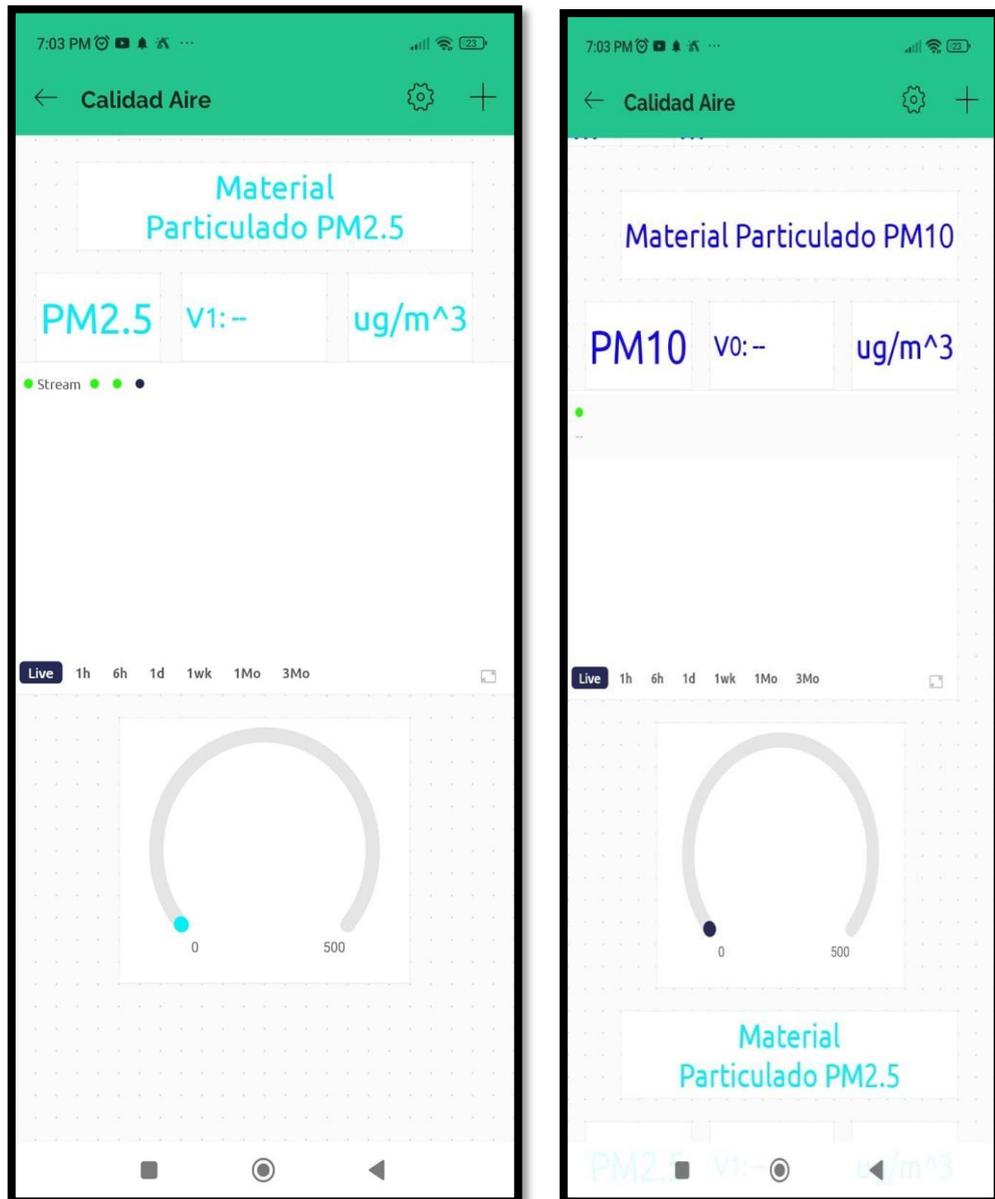


Fuente: Blynk IOT

6. Creación de Widget

Seguidamente se creó las interfaces y gráficos, los cuales permitieron visualizar las medias; en este caso se escogió dos Label, dos indicadores (Gauge) y dos gráficos de barras

Figura 27 Interfaz creación de la interfaz



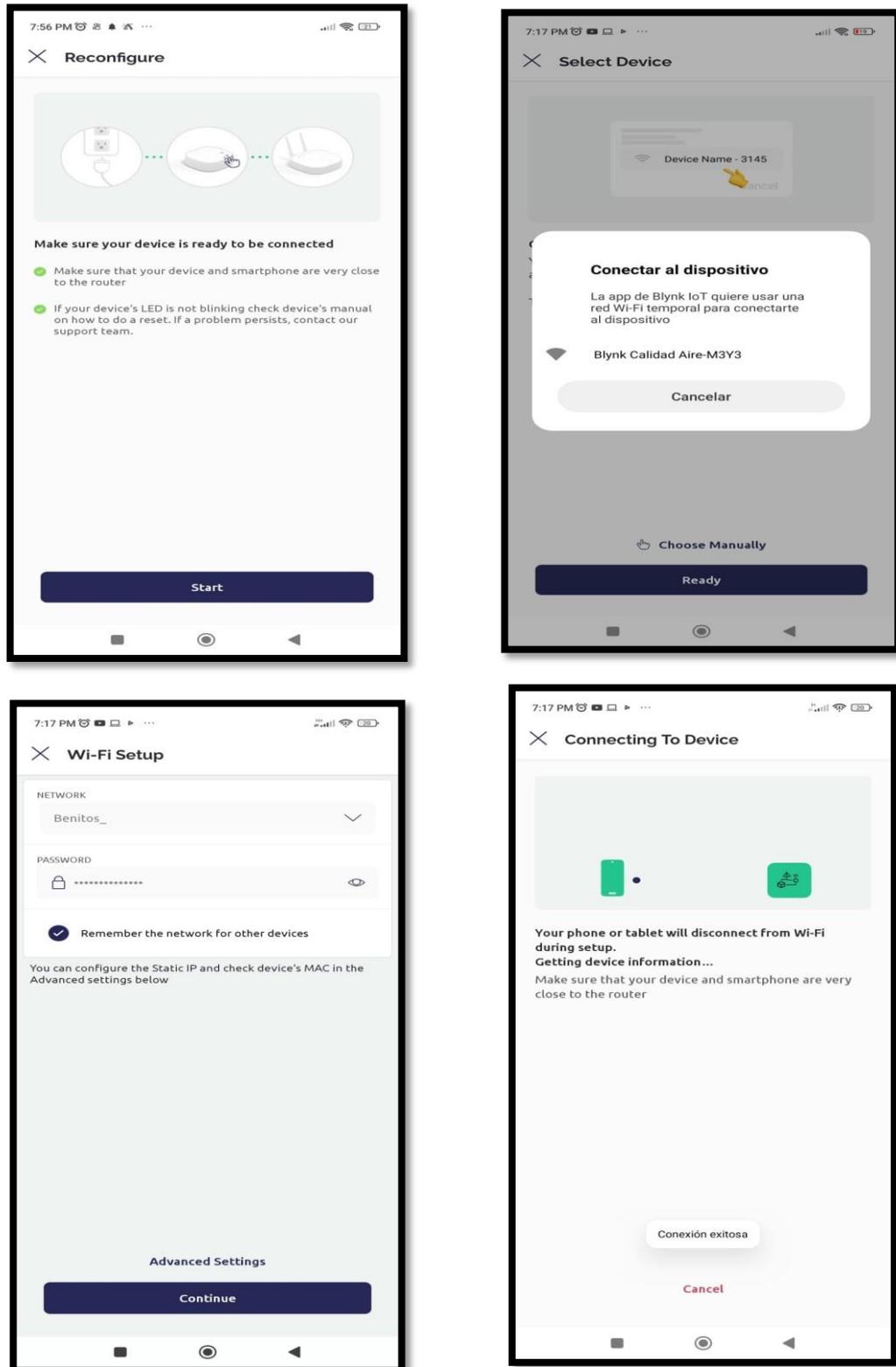
Fuente: Blynk IOT

7. Conexión del aplicativo

Una vez creado los Widget se realizó la conexión entre el aplicativo Blynk IOT y la plataforma, para ello se ingresó a la configuración de la plantilla ya creada en el aplicativo, seguidamente se seleccionó “configurar conexión”, en donde empezará a buscar el prototipo en funcionamiento dentro de la red. Una vez encontrado el prototipo se ingresó el nombre y contraseña de la red donde se realizó el proyecto.

Luego de haber completado todos esos pasos se logró visualizar los datos en tiempo real.

Figura 28 Interfaz Conexión del aplicativo

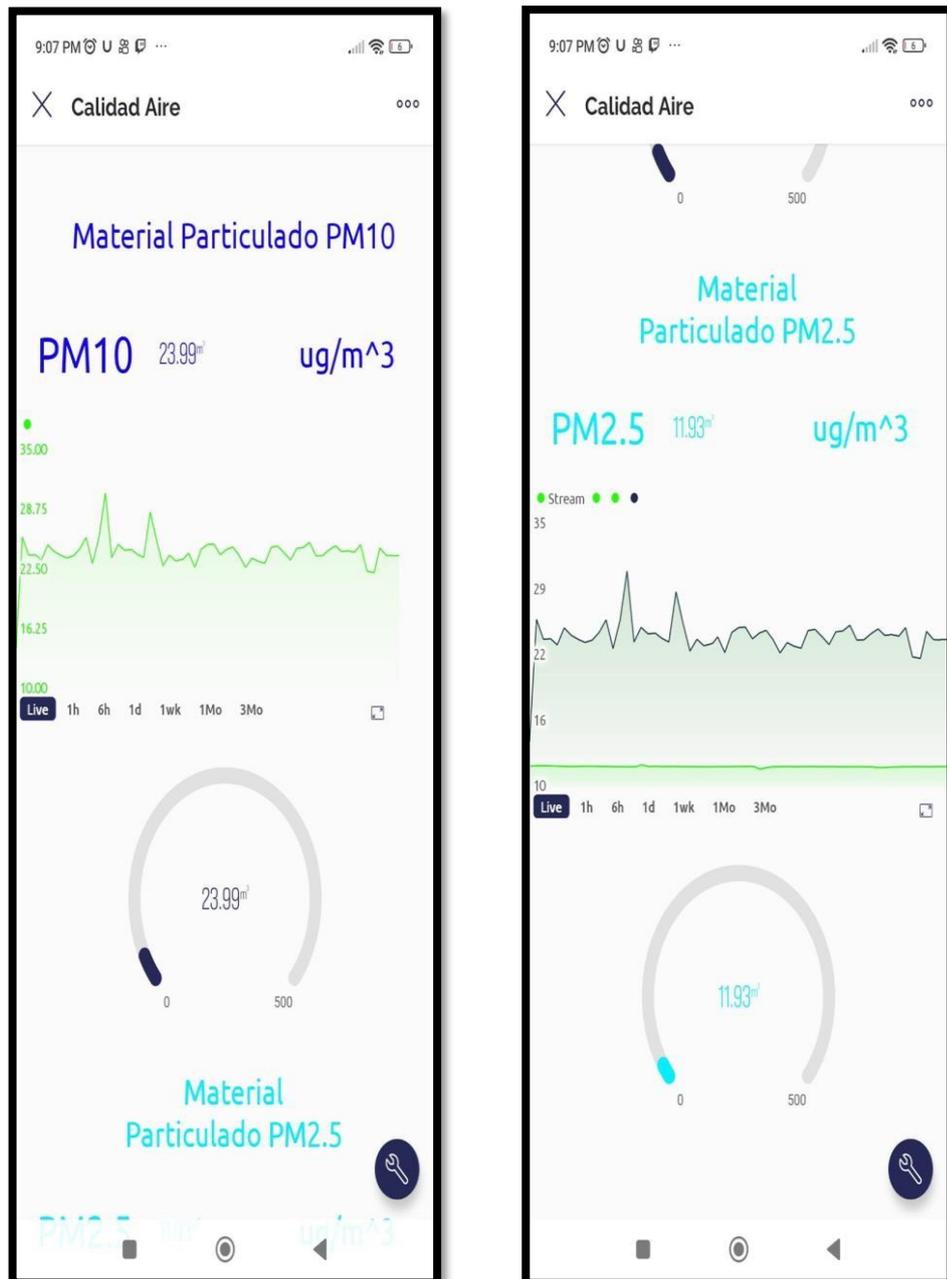


Fuente: Blynk IOT

8. Visualización del prototipo

Luego de que el aplicativo se sincronice correctamente con el prototipo. Se vuelve a ingresar a la aplicación y se selecciona la plantilla ya creada y automáticamente se visualizará los datos tanto del PM10 y PM2.5 en tiempo real.

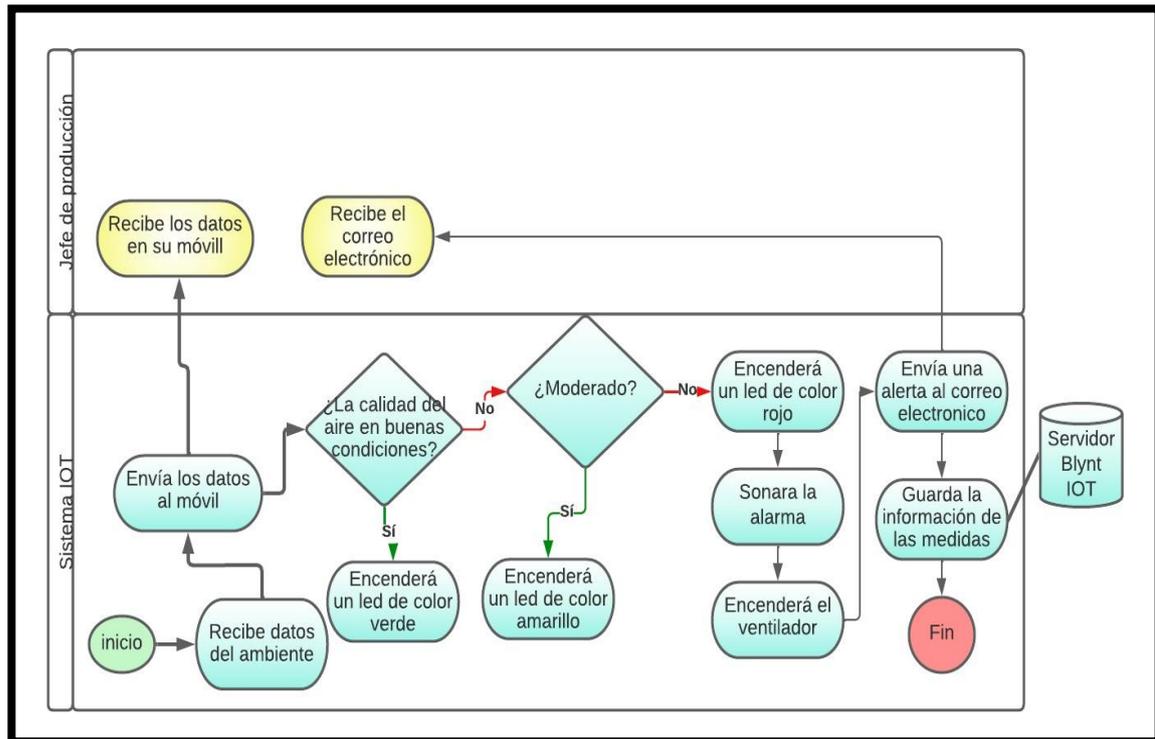
Figura 29 interfaz visualización de datos



Fuente: Blynk IOT

- **Proceso de producción (TOBE)**

Figura 30 Proceso de producción TOBE

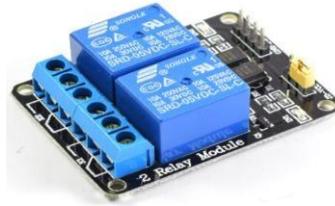


Fuente: Elaboración Propia

ESTABILIZACIÓN

En la fase de estabilización se realizó las pruebas del funcionamiento del prototipo con IOT y aplicativo móvil. Permitiendo detectar fallas con la finalidad de resolverlas de forma inmediata, evitando incidencias que puedan ocurrir dentro de la fase del Post Test. Dentro de la fase ocurrió un problema con la fuente de poder el cual lograba que el prototipo encendiera, llegando a presentar fallas debido a que estaba encendido las 24 horas. Ante ello se solucionó adquiriendo un Módulo Relay, permitiendo controlar el encendido y apagado del equipo, así mismo se añadió un pequeño ventilador dentro del prototipo, evitando que los componentes incorporados se recalienten.

Figura 31 Módulo Relay



Fuente: Naylamp

PRUEBAS DEL SISTEMA

Se realizó las pruebas funcionales del aplicativo móvil y prototipo, logrando cumplir con todos los requerimientos sugeridos por el cliente de la empresa Jyrsa DPG

Prueba funcional			
Prueba N°	PF-01	Fecha de ejecución	03/04/2023
Nombre del encargado	José Espinoza Sazgayo	Caso de uso	Login
Descripción del caso de prueba	Validar el correcto inicio de sesión de sistema		
1. CASO DE PRUEBA			
a. Precondiciones			
Registrarse en la cuenta Blynt IOT.			
b. Pasos de la prueba			
El encargado debe de ingresar el usuario y contraseña en el aplicativo móvil IOT.			
Ingresará a la interfaz principal en donde se visualizará el prototipo en línea.			
2. RESULTADOS DE PRUEBA			
Observaciones		Veredicto	

Ninguno	Paso correctamente
---------	--------------------

Prueba funcional			
Prueba N°	PF-02	Fecha de ejecución	03/04/2023
Nombre del encargado	José Espinoza Sazgayo	Caso de uso	Registrar usuario
Descripción del caso de prueba		Validar el registro de nuevos usuarios por parte del administrador.	
1. CASO DE PRUEBA			
a. Precondiciones			
Registrarse e ingresar en la plataforma Blynt IOT.			
El usuario a invitar debe de brindar su correo electrónico al administrador.			
b. Pasos de la prueba			
El administrador debe de ingresar a la opción configuración.			
El administrador debe de ingresar a la opción de usuarios.			
El administrador debe de hacer click en la opción agregar nuevo usuario.			
El Administrador deberá de crear un nombre y digitalizar el correo del nuevo usuario, además de darle el rol de espectador y administrador.			
Automáticamente el sistema le enviará un correo al nuevo usuario indicando que cree una contraseña.			
Se verifica ingresando los datos del nuevo usuario al aplicativo Blynk.			
3. RESULTADOS DE PRUEBA			
Observaciones		Veredicto	

Ninguno	Paso correctamente
---------	--------------------

Prueba funciona			
Prueba N°	PF-03	Fecha de ejecución	03/04/2023
Nombre del encargado	José Espinoza Sazgayo	Caso de uso	Visualización de los datos y mediciones
Descripción del caso de prueba		Validar la correcta visualización de las medidas en tiempo real.	
1. CASO DE PRUEBA			
a. Precondiciones			
Registrarse e ingresar en la plataforma Blynk IOT.			
El prototipo debe de estar encendido.			
b. Pasos de la prueba			
Ingresar en la interfaz “Calidad del aire”.			
Se visualizará los 3 tipos de gráficos del Material Particulado PM10, en tiempo real.			
Se visualizará los 3 tipos de gráficos del Material Particulado PM2.5, en tiempo real.			
4. RESULTADOS DE PRUEBA			
Observaciones		Veredicto	
Ninguno		Paso correctamente	

Prueba funcional			
Prueba N°	PF-04	Fecha de ejecución	03/04/2023
Nombre del encargado	José Espinoza Sazgayo	Caso de uso	Reportes
Descripción del caso de prueba	Validar el correcto inicio de sesión de sistema		
1. CASO DE PRUEBA			
a. Precondiciones			
Registrarse e ingresar en la plataforma Blynk IOT.			
b. Pasos de la prueba			
En la plataforma el administrador debe de ingresar en la opción mis dispositivos			
Seleccionar el dispositivo "Calidad del aire".			
Seleccionar los 3 puntos que se encuentran en la parte inferior del nombre del dispositivo.			
Seleccionar la opción Descargar Reportes.			
5. RESULTADOS DE PRUEBA			
Observaciones		Veredicto	
Ninguno		Paso correctamente	

Prueba funcional			
Prueba N°	PF-05	Fecha de ejecución	03/04/2023
Nombre del encargado	José Espinoza Sazgayo	Caso de uso	Alertas

Descripción del caso de prueba	Validar las alertas recibidas cuando los niveles de material particulado PM10 y PM2.5 llegan a un límite no permitido
1. CASO DE PRUEBA	
a. Precondiciones	
Registrarse e ingresar en la plataforma Blynk IOT.	
El prototipo debe de estar encendido	
Los niveles de material particulado llegan a un límite no permitido	
b. Pasos de la prueba	
El administrador visualizará en su correo electrónico las alertas enviadas por el prototipo	
Si los niveles de concentración son malas o graves, automáticamente el prototipo encenderá un ventilador de manera automática	
6. RESULTADOS DE PRUEBA	
Observaciones	Veredicto
Ninguno	Paso correctamente

Prueba funcional			
Prueba N°	PF-06	Fecha de ejecución	03/04/2023
Nombre del encargado	José Espinoza Sazgayo	Caso de uso	Prototipo
Descripción del caso de prueba	Validar si el prototipo está activo las 24 horas sin ninguna inconveniencia.		

1. CASO DE PRUEBA	
a. Precondiciones	
Registrarse e ingresar en la plataforma Blynk IOT.	
El prototipo debe de estar encendido	
Los niveles de material particulado llegan a un límite no permitido	
b. Pasos de la prueba	
El administrador visualizará en su correo electrónico las alertas enviadas por el prototipo	
Si los niveles de concentración son malas o graves, automáticamente el prototipo encenderá un ventilador de manera automática	
7. RESULTADOS DE PRUEBA	
Observaciones	Veredicto
Ninguno	Paso correctamente

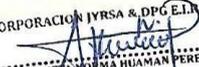
Anexo 10: Carta de implementación



Carta de implementación

Mediante este documento se certifica que el proyecto titulado "Aplicativo móvil con IOT para medir la calidad del aire en la empresa industrial Jyrsa DPG, Lima-2022" desarrollado por Lenin Avellaneda Sotomayor con el DNI 75552717, ha sido implementado en empresa Jyrsa DPG con el RUC 20600145810, ubicado en la zona de Huachipa-San Juan de Lurigancho, desde el 10-04-2023 al 30-04-2023.

Cabe resaltar que, debido a confidencialidad, seguridad y protocolos de la empresa, se le brindó acceso al servidor por única vez, para la puesta en marcha del proyecto.

CORPORACION JYRSA & DPG E.I.R.L.

ANTONIETA NORMA HUAMAN PEREZ
TITULAR GERENTE
75599145810

Antonieta Norma Huaman Perez
(Gerente General)

Lima 9 de abril del 2023

Anexo 11: Ficha de registro Post-Test Material Particulado PM10

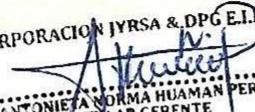
Tabla 26 Ficha de registro Post--Test Material Particulado PM10

Ficha de Registro			
Investigadores	Avellaneda Sotomayor, Lenin		
Tipo de prueba	Pre-Test		
Empresa investigada	Jyrsa DPG		
Motivo de investigación	Determinar de qué manera el aplicativo móvil con IOT mejora la medición del índice de calidad del aire de material particulado (10) en la empresa industrial Jyrsa DPG, Lima-2023		
Fecha de inicio	10/04/2023	Fecha final	10/05/2023

Fecha	Turno			Promedio	Intervalo de concentración PM10
	Mañana (7:00 AM)	Tarde (1:00 PM)	Noche (5:00 PM)		
10/04/2023	9	45	41	32	Buena
11/04/2023	37	37	40	38	Buena
12/04/2023	38	38	39	38	Buena

13/04/2023	38	38	38	38	Buena
14/04/2023	36	38	40	38	Buena
17/04/2023	23	24	24	23	Buena
18/04/2023	41	23	34	33	Buena
19/04/2023	34	52	44	43	Buena
20/04/2023	37	35	35	36	Buena
21/04/2023	32	37	32	34	Buena
24/04/2023	31	32	51	38	Buena
25/04/2023	40	41	41	41	Buena
26/04/2023	44	46	37	42	Buena
27/04/2023	43	44	37	40	Buena
28/04/2023	34	36	35	35	Buena
01/05/2023	24	36	36	32	Buena
02/05/2023	36	37	36	36	Buena

03/05/2023	35	35	35	38	Mala
04/05/2023	31	35	31	37	Mala
05/05/2023	39	35	28	38	Mala

CORPORACION JYRSA & DPG E.I.R.L.

 ANTONIETA NORMA HUAMAN PEREZ
 TITULAR GERENTE
 C.C. 79699145810

Antonieta Norma Huaman Perez
 (Gerente General)

Fuente: Elaboración propia

Anexo 12 Ficha de registro Post-Test Material Particulado PM2.5

Tabla 27 Ficha de registro Post--Test Material Particulado PM2.5

Ficha de Registro			
Investigadores	Avellaneda Sotomayor, Lenin		
Tipo de prueba	Pre-Test		
Empresa investigada	Jyrsa DPG		
Motivo de investigación	Determinar de qué manera el aplicativo móvil con IOT mejora la medición del índice de calidad del aire de material particulado (2.5) en la empresa industrial Jyrsa DPG, Lima-2023		
Fecha de inicio	10/04/2023	Fecha final	10/05/2023

Fecha	Turno			Promedio	Intervalo de concentración PM10
	Mañana (7:00 AM)	Tarde (1:00 PM)	Noche (5:00 PM)		
10/04/2023	11	16	15	14	Moderado
11/04/2023	14	20	20	18	Moderado
12/04/2023	15	23	23	20	Moderado

13/04/2023	14	22	22	19	Moderado
14/04/2023	18	22	24	21	Moderado
17/04/2023	15	21	13	16	Moderado
18/04/2023	15	17	16	16	Moderado
19/04/2023	11	23	26	20	Moderado
20/04/2023	8	13	10	10	Buena
21/04/2023	10	22	24	19	Moderado
24/04/2023	20	23	12	18	Moderado
25/04/2023	10	20	23	18	Moderado
26/04/2023	10	20	13	14	Moderado
27/04/2023	9	19	13	14	Moderado
28/04/2023	9	19	20	16	Moderado
01/05/2023	20	23	20	21	Moderado
02/05/2023	12	22	22	19	Moderado

03/05/2023	12	21	20	18	Moderado
04/05/2023	11	21	20	17	Moderado
05/05/2023	19	12	9	13	Moderado

CORPORACION JYRSA & DPG E.I.R.L.
Antonieta
ANTONIETA NORMA HUAMAN PEREZ
TITULAR GERENTE
C.C. 70690145810

Antonieta Norma Huaman Perez
(Gerente General)

Fuente: Elaboración propia

Anexo 13: Implementación del prototipo dentro de las instalaciones JyrsaDPG



Anexo 14 Acta del cierre del proyecto



Acta de cierre del proyecto

Por medio de la presente acta deja constancia de la finalización y cierre del proyecto titulado "Aplicativo móvil con IOT para medir la calidad del aire en la empresa industrial Jyrza DPG, Lima-2022" desarrollado por Lenin Avellaneda Sotomayor con el DNI 75552717, implementado desde el 10-04-2023 hasta el 30-04-2023.

En este punto se da por cerrado el proyecto, cumpliendo con todos los requerimientos solicitados por el Gerente General Jose Espinoza Sayago.

CORPORACION JYRSA & DPG E.I.R.L.
Antonieta
.....
ANTONIETA NORMA HUAMAN PEREZ
TITULAR GERENTE
DNI: 70600145810

Antonieta Norma Huaman Perez
(Gerente General)

Lima 22 de mayo de 2023



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, RODRIGUEZ BACA LISET SULAY, 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: "APLICATIVO MÓVIL CON IOT PARA MEDIR LA CALIDAD DEL AIRE EN LA EMPRESA INDUSTRIAL JYRSA DPG, LIMA-2023", cuyo autor es AVELLANEDA SOTOMAYOR LENIN JOHAN, 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 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, 03 de Julio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
RODRIGUEZ BACA LISET SULAY DNI: 41353210 ORCID: 0000-0003-1850-615X	Firmado electrónicamente por: LRODRIGUEZB14 el 10-07-2023 19:16:12

Código documento Trilce: TRI - 0566815