



FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

TESIS

**SISTEMA ONLINE PARA ALERTAR RIESGOS DE FUGA DE GAS
LICUADO DE PETRÓLEO EN ESPACIOS CERRADOS IQUITOS 2023**

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE PROFESIONAL DE
INGENIERO DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**

PRESENTADO POR:

CLIVER OMAR FLORES PACHECO

ZAMED MIRZAIN WESEMBER GOMEZ

ASESOR:

ING. JOSÉ EDGAR GARCÍA DÍAZ, Mgr.

IQUITOS , PERÚ

2024

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS - 2024

En Iquitos, en la modalidad presencial, a los 20 días del mes de setiembre del 2024, a horas 11:00 a.m, se dio inicio a la sustentación de la Tesis Titulada: "SISTEMA ONLINE PARA ALERTAR RIESGOS DE FUGA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO EN ESPACIOS CERRADOS IQUITOS 2023.", presentado por los bachilleres: CLIVER OMAR FLORES PACHECO y ZAMED MIRZAIN WESEMBER GÓMEZ, para optar el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas e Informática, que otorga la Universidad de acuerdo a Ley y Estatuto.

El Jurado calificador y dictaminador designado mediante Resolución Decanal N°191-D-FISI-UNAP-2024, está integrado por:

- | | |
|---|------------|
| ✓ Ing. Rafael Vilca Barbarán, Mtro. | Presidente |
| ✓ Ing. Antonio Noronha Gómez, Mtro. | Miembro |
| ✓ Ing. Jorge Augusto Bartens López, Mtro. | Miembro |



Luego de haber el Jurado escuchado con atención y formulado las preguntas necesarias, las cuales fueron respondidas: CORRECTAMENTE

El jurado después de las deliberaciones correspondientes, llegó a las siguientes conclusiones:

La Sustentación de la Tesis ha sido: APROBADA con la calificación de: 17.2

Estando los Bachilleres aptos para obtener el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas e Informática.

Siendo las 12:30 se dio por terminado el acto de sustentación.



Ing. Rafael Vilca Barbarán, Mtro.
Presidente



Ing. Antonio Noronha Gómez, Mtro.
Miembro



Ing. Jorge Augusto Bartens López, Mtro.
Miembro



Ing. José Edgar García Díaz, Mgr.
ASESOR

JURADO Y ASESOR

TESIS APROBADA EN SUSTENTACIÓN PÚBLICA EL DÍA 20 DE SETIEMBRE
AÑO 2024 EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E
INFORMÁTICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA
PERUANA, EN IQUITOS - PERÚ.



Ing. RAFAEL VILCA BARBARÁN, Mtro.
Presidente



Ing. ANTONIO NORONHA GÓMEZ, Mtro.
Miembro



Ing. JORGE AUGUSTO BARTENS LÓPEZ, Mtro.
Miembro



Ing. JOSÉ EDGAR GARCÍA DÍAZ, Mgr.
Asesor

FLORES PACHECO / WESEMBER GOMEZ

FISI_TESIS_FLORES PACHECO_WESEMBER GOMEZ.pdf

18-22NOV

My Files

Universidad Nacional De La Amazonia Peruana

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::20208:410029904

Fecha de entrega

27 nov 2024, 9:39 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

27 nov 2024, 1:52 p.m. GMT-5

Nombre de archivo

FISI_TESIS_FLORES PACHECO_WESEMBER GOMEZ.pdf

Tamaño de archivo

814.3 KB

41 Páginas

9,500 Palabras

48,888 Caracteres



Página 1 of 48 - Portada

Identificador de la entrega trn:oid::20208:410029904



Página 2 of 48 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid::20208:410029904

25% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 22% Fuentes de Internet
- 2% Publicaciones
- 15% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

A mis padres por su amor incondicional y la fortaleza que me dieron para seguir adelante y desarrollar esta bonita vocación.

Cliver

A mi familia, por ser parte de mi crecimiento y desarrollo como persona, y, sobre todo, por su apoyo incansable, que me permitieron cumplir con esta meta.

Zamed

AGRADECIMIENTO

- ❖ A la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, que imparte los medios para el progreso de nuestra región Loreto.
- ❖ A la facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática, por contribuir con el desarrollo de la enseñanza.
- ❖ A nuestros docentes, por instruirnos, fomentando sus conocimientos, como profesional en la facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática.
- ❖ A nuestra familia por la fortaleza y a nuestro asesor por acompañarnos en el proceso.

INDICE DE GENERAL

PORTADA.....	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS.....	ii
JURADO Y ASESOR.....	iii
RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD.....	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
INDICE DE GENERAL.....	vii
INDICE DE CUADROS	viii
INDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	2
1.1. Antecedentes.....	5
1.2. Bases teóricas.....	9
1.3. Definición de términos.....	13
CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	3
2.1. Formulación de la hipótesis.....	17
2.2. Variables y su operacionalización.....	17
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	4
3.1. Diseño metodológico.....	19
3.2. Diseño muestral	20
3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	21
3.4. Procesamiento y análisis de datos.....	21
3.5. Aspectos éticos.....	22
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....	5
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....	6
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES.....	7
CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES	8
CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN	9
ANEXOS	10

1. Matriz de consistencia	43
2. Instrumento de recolección de datos	44
4. Diagrama de arquitectura del sistema online	46
5. Interfaz de la App.....	47
6. Prototipo.....	51
7. Sistema online convencional (Tuya Smart PST-PA-210)	52
8. Costos de ensamblaje.....	53
9. Cuestionario SUS.	55

INDICE DE CUADROS

Tabla 1: Especificaciones técnicas para el gas licuado de petróleo (GLP).....	11
Tabla 2: Resultados de la evaluación de tiempos de detección de fuga de gas licuado de petróleo registrados.	23
Tabla 3: Prueba de normalidad para las muestras usando Shapiro-Wilk test en SPSS.....	24
Tabla 4: Tiempo de respuesta de la alerta sonora (en segundos).....	26
Tabla 6: Tiempo en segundos de respuesta de la alerta sonora	27
Tabla 7: Prueba de normalidad para la muestra usando Shapiro-Wilk test en SPSS.	27
Tabla 8: Nivel de satisfacción de los usuarios testificaron el funcionamiento del sistema online.	30
Tabla 9: Resumen de niveles de satisfacción por usuarios.	31

INDICE DE FIGURAS

Gráfico 1: Tiempos de detección en segundos de fuga de gas licuado de petróleo registrados.....	23
Gráfico 2: Incidentes de falsos positivos: evaluación a través de 20 pruebas con diversos gases.	25
Gráfico 3: Errores y éxitos producidos en el sistema online.....	25
Gráfico 4: Tiempo de respuesta de la alerta sonora (porcentaje)	27
Gráfico 5: Nivel de satisfacción de los usuarios que utilizan el sistema online propuesto.	29
Gráfico 6: Nivel de satisfacción de los usuarios que utilizan un sistema online convencional.	29

SISTEMA ONLINE PARA ALERTAR RIESGOS DE FUGA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO EN ESPACIOS CERRADOS DE IQUITOS 2023

Bach. Cliver Omar Flores Pacheco
Bach. Zamed Mirzain Wesember Gomez

RESUMEN

El gas licuado del petróleo (GLP) es un combustible comúnmente utilizado en las cocinas para la preparación de alimentos, y su uso se ha expandido a diferentes sectores, como la industria, el transporte, la agricultura y para la generación de energía. Sin embargo, una de las principales causas de incendios es la fuga de gas en espacios cerrados, siendo muy peligroso si no es alertado a tiempo y prevenimos su expansión. La investigación propuesta se enfoca en la implementación y evaluación de medidas preventivas para mitigar el riesgo de fuga de gas licuado de petróleo en entornos cerrados de la ciudad de Iquitos mediante el uso de un sistema basado en la integración de componentes clave, como una placa Arduino UNO y un sensor MQ6, los cuales operan en conjunto con una aplicación móvil dedicada. Esta aplicación móvil y el detector mantienen una conexión permanente con un servidor en la nube para la transmisión continua de datos relacionados a la presencia de GLP en el entorno. La aplicación móvil permite el monitoreo en tiempo real, la vinculación con el detector y la visualización de un historial de incidencias. Cuando se detecta una fuga de GLP, el sistema emite una alerta a través de la aplicación móvil y el detector. Esta solución proporciona un enfoque avanzado y efectivo para garantizar la seguridad en espacios cerrados.

Palabras clave: Sistema online, Monitoreo de GLP, Arduino UNO, IoT, Sensor MQ6, Aplicación móvil, Tiempo Real, Fuga de GLP.

ABSTRACT

Liquefied petroleum gas (LPG) is a fuel commonly used in kitchens for food preparation, and its use has expanded to different sectors, such as industry, transportation, agriculture and for power generation. However, one of the main causes of fires is the leakage of gas in closed spaces, being very dangerous if it is not alerted in time and its expansion is prevented. The proposed research focuses on the implementation and evaluation of preventive measures to mitigate the risk of liquefied petroleum gas leakage in closed environments in the city of Iquitos through the use of a system based on the integration of key components, such as an Arduino UNO board and an MQ6 sensor, which operate in conjunction with a dedicated mobile application. This mobile application and the detector maintain a permanent connection with a cloud server for the continuous transmission of data related to the presence of LPG in the environment. The mobile application allows real-time monitoring, linking with the detector and viewing a history of incidents. When an LPG leak is detected, the system issues an alert via the mobile app and the detector. This solution provides an advanced and effective approach to ensuring safety in confined spaces.

Keywords: Online system, LPG Monitoring, Arduino UNO, IoT, MQ6 Sensor, Mobile application, Real Time, LPG Leak.

INTRODUCCIÓN

El gas licuado del petróleo (GLP) es un combustible que se consigue a través de la refinación del crudo del petróleo, este comúnmente utilizado en las cocinas para la preparación de los alimentos. En el Perú, según el informe de la (Encuesta Residencial de Consumo y Usos de Energía, 2021):“el principal combustible utilizado en las cocinas en el Perú fue el GLP, alcanzando una participación en el 74% de los hogares.”. Su utilización actualmente abarca en más actividades de nuestra vida cotidiana. Según la (Asociación Mundial de GLP): “Cientos de millones de personas actualmente usan GLP y dependen de él para miles de aplicaciones, en negocios comerciales, industria, transporte, agricultura, generación de energía, cocina, calefacción y para fines recreativos.”.

Por otro lado, una de las principales causas por las que se presentan los incendios, es la fuga de gas, que consta de la filtración de este en ambientes que se exponen las personas, ya sea en entornos cerrados o en sectores industriales que se trabajen con este material como combustible. El GLP está compuesto por los gases butano y propano, ambos son hidrocarburos altamente inflamables, lo cual, fuera de sus límites establecidos de contención y el punto de incendio de una materia combustible, se puede ocasionar incendios. Según el informe de (La Seguridad en la distribución y manipulación del G.L.P., 2020) “Los gases butano y propano son inflamables porque si se mezclan en una proporción adecuada con el aire y se les aplica un punto de ignición arden. [...] El principal peligro potencial del GLP es el fuego. Esto deriva de su característica de alta inflamabilidad y en casos extremos puede combinarse con la característica de presión; que nos conduce el fenómeno BLEVE (Explosión de Vapores en Expansión y Líquidos en Ebullición)”.

Esto representa un riesgo para la salud de las personas, por lo que se precisa de un sistema capaz de alertar de manera eficiente cuando se detecte este combustible fuera de sus límites de contención. Lo cual nos hizo plantearnos si: ¿Con el uso de un sistema online se mejora la alerta temprana de fuga de gas licuado de petróleo en espacios cerrados de la ciudad de Iquitos?

Nuestro objetivo general es mejorar la alerta temprana de fuga de gas licuado de petróleo en espacios cerrados de Iquitos mediante el uso de un sistema online.

Los objetivos específicos son:

-) Evaluar los tiempos de respuesta del sistema online para detectar y alertar sobre fugas de gas licuado de petróleo en espacios cerrados de Iquitos.
-) Evaluar la eficiencia del sistema online en la detección y notificación de fugas de gas licuado de petróleo en espacios cerrados de Iquitos.
-) Determinar el nivel de satisfacción de los usuarios con el sistema online para la alerta temprana de fugas de gas licuado de petróleo en espacios cerrados de Iquitos.

La hipótesis planteada manifiesta que con el uso de un sistema online se mejora significativamente la alerta temprana de fuga de gas licuado de petróleo en espacios cerrados de Iquitos.

La presente tesis de investigación tiene un enfoque cuantitativo, es de tipo aplicada, observacional y prospectivo; busca mejorar la alerta temprana de fuga de gas licuado de petróleo en espacios cerrados y plantea la evaluación de una solución basada en la tecnología Arduino UNO y el sensor MQ6, que permitirá la detección del GLP, para luego emitir alerta tanto sonora como digital a través de una aplicación móvil dedicada; y esta contendrá al marco teórico, hipótesis y variables, metodología, resultados, discusión, recomendaciones y fuentes de información; asignados en 8 capítulos respectivamente con el fin de una mejor comprensión del trabajo.

En el primer capítulo, se realiza una investigación de antecedentes relevantes para este proyecto, por tal motivo nos permite tener una mejor visión para el desarrollo de la investigación, así mismo se presenta una base teórica detallada que comprenden los fundamentos, normas, definiciones y otros aspectos esenciales relacionados con las variables analizadas en el estudio: Sistema online para alertar riesgos de fuga de gas licuado de petróleo en espacios cerrados Iquitos 2023. Además, se realiza una definición de términos técnicos para un mejor entendimiento de los lectores.

En el segundo capítulo, en el presente se verán las hipótesis y variables los cuales serán objetivos de evaluación. Por tal motivo las hipótesis, elaboradas a fin de mejorar significativamente la alerta temprana de fuga de gas licuado de petróleo en espacios cerrados de Iquitos a través de un sistema online. Dicho sistema está

conformado por el detector un servidor web y una aplicación móvil el cual mostrara la información de la presencia de GLP en el entorno donde se instala el dispositivo (detector). Lo cual será medido con un sensor MQ6, además se medirá el tiempo en segundos para detectar un nivel peligroso de fuga de GLP, el porcentaje de fugas de GLP detectadas correctamente y el nivel de satisfacción de los usuarios que utilizan el sistema online.

En el tercer capítulo, se presenta detalladamente el diseño metodológico que orientará la ejecución de la investigación. La elección y justificación de cada elemento metodológico se fundamenta en la naturaleza y objetivos del estudio, guiados por la necesidad de validar un sistema online destinado a mejorar la alerta temprana de fuga de gas licuado de petróleo (GLP) en espacios cerrados de Iquitos.

La investigación adoptará un enfoque cuantitativo, respaldado por el uso de estadísticas para validar el sistema online propuesto. Este enfoque será aplicado y de nivel aplicativo, orientándose a la implementación de una solución práctica para la mejora de alerta temprana. Además, se empleará un diseño experimental cuasi experimental con grupo de control y mediciones de post test para ambos grupos. La provocación controlada de incidencias de fuga de gas será el escenario para evaluar la aceptación y eficacia de la propuesta.

La población de estudio consistirá en pruebas de fuga de GLP, se aplicará una muestra no probabilística por conveniencia, seleccionando veinte pruebas de fuga de GLP simuladas en un espacio cerrado controlado de dimensiones específicas (4x4 metros, 3 metros de altura). La elección de este diseño muestral busca garantizar la viabilidad y eficiencia del estudio.

La recolección de datos se llevará a cabo mediante la observación directa y la aplicación de encuestas SUS para usuarios del sistema online. Se utilizarán fichas de observación y cuestionarios cerrados tipo SUS, centrados en la variable dependiente "alertar fuga de GLP". Estos instrumentos permitirán evaluar la usabilidad del sistema y medir los indicadores de la variable dependiente.

Las pruebas in situ se realizarán para observar el funcionamiento de los dispositivos, comparando la eficiencia de detección entre el sistema online convencional y el sistema online propuesto. La información recolectada será procesada mediante el software estadístico SPSS, utilizando la prueba estadística

de T-Student, Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon y la escala de validación de SUS. Los resultados se presentarán en tablas de frecuencia y gráficos con Excel para facilitar la interpretación.

Se establecen compromisos éticos para garantizar la confidencialidad y la utilización ética de los datos de los usuarios. La información obtenida se utilizará exclusivamente para el desarrollo de la investigación. Este compromiso refleja la responsabilidad hacia la integridad y privacidad de los participantes en la investigación.

En el cuarto capítulo, se muestran los resultados obtenidos de las diferentes pruebas los cuales se han estructurado conforme a los objetivos específicos establecidos para la investigación.

En el quinto capítulo, se explican los resultados obtenidos a fin de determinar si se cumple la hipótesis planteada considerando el tiempo de detección de GLP, la eficiencia del sistema online y satisfacción del usuario.

En el sexto capítulo, se presentan las conclusiones de la investigación, resumiendo los resultados alcanzados y recalando la relevancia de implementar un sistema online para alertar riesgos de fuga de gas licuado de petróleo en espacios cerrados Iquitos 2023.

En el séptimo capítulo, se proporciona recomendaciones para la implementación efectiva del sistema online propuesto. Desde la capacitación del usuario hasta medidas técnicas como el uso de UPS, estas recomendaciones buscan maximizar la utilidad y aceptación del sistema. El desarrollo de un sistema amigable para el usuario, la selección cuidadosa de espacios cerrados para la implementación y la promoción de buenos hábitos refuerzan la eficacia preventiva del sistema.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

-) En la tesis: “Desarrollo de un sistema digital detector de gases con arduino empleando sensores MQ.”. Abordan una problemática de relevancia en las grandes ciudades, donde la calidad del aire se ve afectada por la presencia de gases tóxicos, en particular el monóxido de carbono de vehículos con combustibles fósiles y el gas licuado de petróleo (GLP) utilizado en la cocina y otros usos domésticos e industriales. Además, la emisión de humo de diversas fuentes, como la quema de basura y la actividad industrial, contribuye a esta problemática. El estudio se centra en el diseño y desarrollo de un prototipo que busca abordar estos desafíos. El diseño del dispositivo propuesto permite tomar las partes por millón (ppm) de gases como el GLP, CO y humo en tiempo real utilizando la placa microcontroladora de Arduino Uno y los sensores de calidad de aire MQ-2 y MQ-135 (Borja Hurtado, et al., 2023).

-) En el trabajo de investigación: “Diseño de un prototipo de detector de gas comunitario en la ciudad de guayaquil para la Cooperativa 4 de Marzo”. Se centra en el diseño de un innovador sistema detector de gas, aprovechando la tecnología Zigbee y el estándar IEEE 802.15.4. La propuesta busca la creación de múltiples nodos para establecer redes de sensores inalámbricos que ofrezcan un equilibrio entre costo reducido, velocidad de transmisión moderada y una autonomía mejorada. En este sistema, un nodo sensor es instalado en las cocinas de las viviendas, y su función principal es la detección de concentraciones de GLP en partes por millón (ppm) que superen los límites establecidos. Cuando se identifican valores por encima de este umbral, el nodo sensor emite una señal al nodo coordinador, ubicado estratégicamente en una zona central del vecindario. Esta acción desencadena una alarma comunitaria para alertar a los residentes sobre la fuga de gas. Además, se muestra la ubicación exacta de la fuga en una pantalla de cristal líquido (LCD) y se notifica al propietario de la vivienda afectada a través de llamadas telefónicas y mensajes de texto (SMS) (Berechez Samaniego, 2022).

-) En el trabajo de investigación: “Implementación de un prototipo de un sistema de alerta por fuga de gas GLP en residencias”. Realizaron un prototipo de sistema capaz de alertar y reducir los riesgos por fuga de gas GLP. Determinaron que a mayor concentración del gas en un ambiente de la residencia, aumenta la inflamabilidad por lo tanto la posibilidad de riesgos que pueda generar, para ello, diseñaron un sistema de ventilación para disipar el gas, que este es controlado por servomotores, el cual se activa cuando el sensor MQ6 que detecta el GLP, determina que el valor de concentración de gas es superior a 130.5 ppm, que es el límite que se estableció al sensor para detectar la fuga de gas, siendo obtenido a través de una fórmula que tiene en consideración el poder calórico superior, el límite de inflamabilidad y la sensibilidad del sensor; Todo esto puede ser monitoreado por el usuario a través de la aplicación móvil desarrollada en App Inventor, siendo comunicada con el sistema por medio de Bluetooth. Obteniendo buenos resultados en su trabajo de investigación, determinando que su sistema puede conseguir reducir accidentes generados por fuga de gas (Rodríguez Ortiz, y otros, 2021).
-) En la tesis: “Dispositivo inteligente con tecnología móvil para la detección y prevención de accidentes causados por fuga de gas doméstico: modelo de implementación para la empresa Intec PC.”. Se centró en el desarrollo de un dispositivo inteligente capaz de detectar fugas de gas GLP, utilizando componentes de Arduino y Android, teniendo como objetivo mejorar los dispositivos detectores de gas existentes en el mercado mediante la integración de una aplicación móvil que enviara alertas en tiempo real en caso de detectar una fuga de gas. Este enfoque resultó en un sistema de monitorización eficaz que comunicaba de manera inmediata con los usuarios a través de la red WiFi, ofreciendo una solución más avanzada y asequible en comparación con otras alternativas disponibles. Además, plantea la tecnología móvil para brindar una nueva alternativa para prevenir intoxicaciones y daños a la salud causados por la inhalación de gas GLP. La aplicación en tiempo real mejoró la respuesta ante problemas no deseados, lo que se tradujo

en una mayor seguridad para los usuarios (Benavides Ramírez, 2020).

- J) En la tesis: “Sistema de sensores y monitoreo de fuga de gas a fin de reducir riesgos domésticos de Iquitos 2019”. Desarrollaron un prototipo basado en el internet de las cosas, con el que pueden detectar a través del sensor MQ2 y alertar fuga de gases en tiempo real, notificando por mensaje de texto a un número telefónico asignado haciendo uso del GPRS la ubicación brindada por el GPS, los datos obtenidos de la detección podrán ser monitoreados en un servidor público de Thingspeak. Lograron cumplir sus objetivos planteados haciendo incrementar la eficiencia en la reducción de riesgos domésticos, demostrándolo en base al tiempo de respuesta, resultando ser un 36.2% más eficiente que el dispositivo similar puesto a prueba. Esta investigación expone un escenario bastante similar al nuestro, por tanto, nos sirve como referencia para el desarrollo del sistema de alerta planteado en nuestro trabajo de investigación (Pacaya Chilicahua, et al., 2019).

- J) En el trabajo de investigación: “Desarrolló un sistema de monitoreo, detección y control de fugas de gas (GLP) para uso doméstico”. Propone la creación de un sistema que utiliza sensores capaces de detectar y monitorear la concentración de gas en el ambiente e indicar la cantidad de gas disponible dentro del contenedor, haciendo uso del MQ6 y una celda de carga. Los datos obtenidos son enviados a una aplicación móvil, la cual, puede activar los dispositivos diseñados para controlar la válvula electromagnética que permite el flujo del gas, siendo el usuario previamente alertado a través de un mensaje de texto y una llamada que son efectuadas por el módulo GSM SIM 800, si la concentración del gas supera las 4000 ppm. Consiguiendo satisfacer los objetivos planteados, cumpliendo con las pruebas de validación del funcionamiento del sistema, obteniendo porcentajes que demuestran la confiabilidad de este en todos sus componentes principales (Guallichico Iza, 2019).

-) En el trabajo de investigación: “Diseño y desarrollo de un sistema de control y monitoreo remoto de gas licuado de petróleo (GLP) para uso residencial”. Desarrollaron un sistema que al detectar los gases GLP y CO en el ambiente, haciendo uso de los sensores MQ2 y MQ7, enviará una notificación de alerta al aplicativo móvil Blynk por medio del módulo WIFI ESP8266. Logrando cumplir con sus objetivos planteados, identificando las normas de manipulación del contenedor de gas, determinando una adecuada ubicación para el sistema y desarrollándolo en base a los criterios que se establecieron; consiguiendo resultados óptimos, logrando la funcionalidad de su sistema (Falcón Barrionuevo, et al., 2019).
-) En la tesis: “Diseño y desarrollo de prototipo para detección de fugas de gas L.P. en una casa habitación”. Aborda el diseño y desarrollo de un detector de gas licuado de petróleo (LP) programado en arduino que utiliza tecnología accesible y eficiente para prevenir incidentes relacionados con fugas de gas LP en el entorno doméstico, se realiza implementación de una aplicación móvil mediante App Inventor que permite a los usuarios monitorear la cantidad de gas LP presente en su cocina o área de servicio desde la comodidad de su teléfono móvil. El detector desarrollado es capaz enviar mensajes y llamadas a un número celular en caso de detectar una concentración de gas que alcance el 50% del límite inferior de explosión. La elección de utilizar Bluetooth para la comunicación entre la aplicación móvil y el detector, así como un módulo SIM para mensajes y llamadas, demuestra la eficacia y la accesibilidad de la tecnología utilizada en el proyecto. Además, la programación en Arduino muestra la versatilidad y la capacidad de adaptación de la plataforma (Alarcón Martínez, 2018).
-) En la tesis: “Implementación de redes de sensores inalámbricas en un sistema telemétrico para detectar y controlar fugas de gas GLP y monóxido de carbono en usos domésticos”. Desarrolló un sistema que permite la medición remota del GLP y CO, esto a través de redes de sensores MQ6 y MQ7. Monitorean los datos del sistema a través de

mensajes de texto, mediante el ingreso de claves, el módulo GSM SIM 900 se encargará de permitir la respuesta con los datos detectados. Obtuvo resultados favorables con errores absolutos menores al 10%, porcentaje que resultó de las pruebas establecidas con otros dispositivos, los cuales fueron el MX6-IBRID y el MGT-5 que permiten la detección de ambos gases; cumpliendo con el objetivo de obtener un diseño adaptable y sencillo (Segura Cruz, 2017).

1.2. Bases teóricas

Ñ Arduino UNO

(Herrero Herranz, et al., 2015) manifiesta que: Es un sistema microcontrolador monoplaca, de hardware libre, de fácil uso y bajo coste, desarrollado inicialmente para facilitar el uso de electrónica en diseños artísticos e interactivos y la aplicación de esta por personas no expertas. Arduino se puede utilizar para desarrollar objetos interactivos, que pueden funcionar de forma autónoma, sin necesidad de estar conectados a un ordenador, o puede conectarse con otro software que se esté ejecutando en un ordenador, como por ejemplo Flash, Processing, Max/MSP, LabView, MatLab, entre otros.

Ñ Visual Studio Code

(Del Sole, 2018) nos dice que: Visual Studio Code ha sido la primera herramienta de desarrollo multiplataforma de la familia Microsoft Visual Studio que se ejecuta en Windows, Linux y macOS. Es gratuito, de código abierto y definitivamente es una herramienta centrada en el código, que facilita la edición de archivos de código y sistemas de proyectos basados en carpetas, así como la escritura cruzada. aplicaciones web y móviles de plataforma sobre las plataformas más populares, como Node.js y .NET Core, con soporte integrado para una gran cantidad de idiomas y funciones de edición enriquecidas como IntelliSense, búsqueda de referencias de símbolos, búsqueda rápida de una definición de tipo y mucho más.

Visual Studio Code se basa en Electron, un marco para crear aplicaciones multiplataforma con tecnologías nativas, y combina la simplicidad de un potente editor de código con las herramientas que un desarrollador necesita para respaldar el ciclo de vida de la aplicación. desarrollo, incluyendo depuradores e integración de control de versiones basado en Git. Se trata, por tanto, de una completa herramienta de desarrollo, más que de un simple editor de código.

) **Gas licuado de petróleo**

(Asociación Colombiana del GLP), expresa que: El Gas Licuado del Petróleo- GLP es un combustible que proviene de la mezcla de dos hidrocarburos principales: el propano y butano y otros en menor proporción. Es obtenido de la refinación del crudo del petróleo o del proceso de separación del crudo o gas natural en los pozos de extracción. El GLP es incoloro e inodoro. Se le añade un agente fuertemente “odorizante” para detectar con facilidad cualquier fuga. En condiciones normales de temperatura, el GLP es un gas. El GLP se utiliza para cocinar, calentar el agua y sirve como combustible para generar energía eléctrica.

- Cocción de alimentos, en parrillas y cocina.
- Calentadores de agua y piscinas climatizadas.
- Fuente de energía para equipos de calefacción, neveras, lavadoras, chimeneas, cortacéspedes.

Tabla 1: Especificaciones técnicas para el gas licuado de petróleo (GLP).

CLASE DE PRODUCTO COMBUSTIBLE		Fecha efectiva: Enero 2019		
TIPO DE PRODUCTO MEZCLA COMERCIAL PROPANO - BUTANO		Reemplaza edición de: Enero 2014		
NOMBRE DE PRODUCTO GAS LICUADO DE PETRÓLEO PETROPERÚ				
ENSAYOS	ESPECIFICACIONES (a)		MÉTODO	
	MIN.	MAX.	ASTM	OTROS
VOLATILIDAD				
Temperatura del 95 % de evaporado, °C	2.2		D-1837	
Presión de vapor a 37.8°C, KPa (psi)	793 (115)	1435 (206)	D-1267, D-2598, D-6897	
Densidad relativa ó gravedad específica a 15.6/15.6°C	Reportar		D-1657, D-2598	
MATERIAL RESIDUAL				
Residuo de evaporación de 100 mL, mL	0.05		D-2158	
Prueba de la mancha de aceite	Pasa		D-2158	
COMPOSICIÓN, % vol				
Hidrocarburos C ₂	Limitado por la presión de vapor			
Hidrocarburos C ₃	(b)			
Hidrocarburos C ₄	Limitado por la presión de vapor			
Hidrocarburos C ₅ y más pesados	2			
Hidrocarburos no saturados	Reportar			
Dienos (como 1,3 butadieno)	0.5			
CORROSIVIDAD				
Azufre total, mg/Kg	140 (c)		D-6667	
Corrosión lámina de cobre, 1h, 37.8°C, N°	1		D-1838	
Sulfuro de hidrógeno	Pasa		D-2420	
CONTAMINANTES				
Agua libre	Nulo			Visual (d)
Olor	Característico			
Humedad	Nulo		D-2713	

Fuente: <https://www.petroperu.com.pe/Docs/spa/files/productos/et-glp.pdf>

Ñ Peligros por gas inflamable

(Honeywell Analytics, 2013), en su libro expresa que: La combustión es una reacción química bastante sencilla en la que el oxígeno, combinándose rápidamente con otra sustancia, produce una liberación de energía. Esta energía aparece principalmente como calor, a veces en la forma de llamas. La sustancia de ignición es normalmente, aunque no siempre, un componente de hidrocarburo y puede ser un sólido, un líquido, un vapor o un gas.

El proceso de combustión se puede representar con el conocido triángulo del fuego:

- Una fuente de ignición.
- Oxígeno.
- Combustible en forma de gas o vapor.

Ñ **Sensor de gas**

(Castañeda Aviña, 2018), en su palabra dice: Los sensores de gases más utilizados se basan en óxidos metálicos semiconductores cuya conductividad eléctrica se ve modulada como consecuencia de la reacción producida entre el semiconductor y los gases presentes en la atmósfera. El dióxido de estaño es uno de los semiconductores que presenta más interés tecnológico como material activo en sensores de gases. Las propiedades de sensado del dióxido de estaño [SnO₂] (sensibilidad, selectividad y reproducibilidad) dependen de varios factores, siendo los más relevantes el tamaño de partícula, distribución de tamaño de partícula y área superficial específica.

Los sensores de gases semiconductores, ya sean de películas gruesas, películas delgadas de metal-óxido-semiconductore (MOS -metal oxide semiconductor- por sus siglas en inglés), micro-maquinado, entre otros, requieren ser calefactados de manera localizada y uniforme entre 200 y 450 °C (para mantenerlo a una temperatura óptima para la detección de gas). Debido a que su sensibilidad depende fuertemente de la temperatura de operación, es necesario controlar cuidadosamente dicha temperatura.

Los sensores, pueden detectar una gran gama de gases en rangos de ppm o combustibles. Se pueden conseguir diferentes características de respuesta variando los materiales, las técnicas del proceso y la temperatura de trabajo. Su simplicidad de construcción resulta en una vida de 10 a 25 años libre de problemas. Son robustos, aguantan choques y vibraciones siendo válido para servicio anti explosión.

Ñ **Sistema online**

(Hurtado Carmona, 2011), nos dice que: Sistema es el conjunto de partes que interactúan entre sí para lograr un objetivo.

De esta forma podemos extender el concepto para definir sistema online (en línea) como un tipo de sistema o aplicación informática que opera a través de una conexión a internet. En otras palabras, es un sistema que está disponible y accesible a través de la web. Estos sistemas permiten

a los usuarios interactuar con ellos, acceder a sus funciones y datos, y realizar tareas específicas a través de un navegador web o una aplicación dedicada que requiere una conexión activa a internet.

1.3. Definición de términos

Ñ **GLP**

Es la abreviatura de los Gases Licuados del Petróleo, los cuales se clasifican en dos tipos: el butano y el propano (Propano Gas, 2021).

Ñ **Dispositivo móvil**

Aparato de pequeño tamaño, con algunas capacidades de procesamiento, con conexión permanente o intermitente a una red, con memoria limitada, que ha sido diseñado específicamente para una función, pero que puede llevar a cabo otras funciones más generales (Delgadillo Gómez, et al., 2015).

Ñ **Aplicación móvil**

También llamada app móvil, es un tipo de aplicación diseñada para ejecutarse en un dispositivo móvil, que puede ser un teléfono inteligente o una tableta. Incluso si las aplicaciones suelen ser pequeñas unidades de software con funciones limitadas, se las arreglan para proporcionar a los usuarios servicios y experiencias de calidad (Herazo, 2020).

Ñ **Sensor MQ-6**

Sensor que nos va permitir detectar la presencia de GLP en el ambiente (Technology, 2015).

Ñ **LCD1602**

Pantalla LCD compuesta de 2 filas y 16 columnas, cada espacio ocupa un carácter/dígito, misma donde se dará a conocer al usuario si se está detectando o no la presencia de gas (ELECTRONICS, 2022).

Ñ **HC-06**

Módulo que permitirá la conexión vía bluetooth de nuestro detector con el dispositivo móvil mediante la app, es decir funcionará como esclavo en la comunicación (Guangzhou HC Information Technology Co., 2011).

Ñ **ESP8266**

Módulo de antena WiFi, que junto al Arduino UNO nos permitirá establecer comunicación con la red de internet para alertar, por medio de una aplicación móvil, al usuario cuando suceda un incidente de fuga de GLP (Nabto, 2024).

Ñ **I2C**

El Módulo de interfaz serial I2C se refiere a una unidad funcional que permite la comunicación a través del protocolo I2C, ya sea como un componente externo conectado a un sistema o como una funcionalidad incorporada en un microcontrolador. Estos módulos facilitan la implementación de la comunicación I2C al proporcionar las funciones y conexiones necesarias para establecer la comunicación y transferir datos entre dispositivos compatibles con I2C. Esto facilitara de la pantalla LCD a nuestra placa Arduino UNO (NXP Semiconductors, 2021)

Ñ **Placa experimental**

En inglés "Stripboard", es una placa de circuito con huecos que sirve para hacer pruebas, requieren que los componentes se encuentren soldados a la misma (Academia Lab, 2024).

Ñ **Diodo led**

Dispositivo semiconductor pequeño que puede emitir luz en diversos colores (Mecatrónica LATAM, 2021).

Ñ **Buzzer**

Es un dispositivo electrónico que actúa como un transductor. Su función es producir un sonido agudo o zumbido mientras se le está suministrando corriente. Por eso es ideal para integrar con Arduino, porque cuando se genere algún evento del que quieras avisar o alertar (Hardware Libre, 2019).

Ñ **Programación**

Es un proceso mediante el cual se codifican una serie de instrucciones, en un determinado lenguaje, para ser posteriormente decodificados y ejecutados por un sistema computacional, todo ello con el fin de resolver un problema. Es decir, implementar desde un algoritmo hacia un lenguaje de programación y dar solución a un problema (Caceres Espinoza, 2019).

Ñ **IDE**

Siglas en inglés de Integrated Development Environment, que significa “Entorno de Desarrollo Integrado”, es la aplicación informática donde realizaremos la programación (Red Hat, 2023).

Ñ **C++**

Lenguaje de programación que utilizaremos en el IDE de Arduino para realizar los procesos que permitirán el funcionamiento del sistema (OpenWebinars, 2019).

Ñ **Dart**

Lenguaje de programación que utilizaremos en el SDK Flutter para desarrollar la aplicación móvil en el IDE Visual Studio Code (inLab, 2020).

Ñ **Flutter**

Es un kit de desarrollo de software (SDK) de código abierto desarrollado por Google, para la creación de aplicaciones móviles, web y de escritorio (Flutter, 2024).

Ñ **PHP**

Lenguaje de programación del lado del servidor, donde se procesará la información proporcionada por el detector de gas (The PHP Group, 2024).

Ñ **IoT**

Los componentes ubicuos inteligentes (llamados en la actualidad objetos del Internet de las cosas, IoT) a través de la computación ubicua apoyan esta tendencia. La computación ubicua permite proyectar los sistemas de información futuros y cómo se pueden integrar estos sistemas con componentes inteligentes, con el objetivo de facilitar las condiciones de vida del ser humano y generar confort y transparencia en el manejo de las nuevas tecnologías (La computación ubicua: omnipresencia en los sistemas de información, 2015).

CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1. Formulación de la hipótesis

2.1.1. Hipótesis de la investigación

-) Con el uso de un sistema online se mejora significativamente la alerta temprana de fuga de gas licuado de petróleo en espacios cerrados de Iquitos.

2.1.2. Hipótesis Específicas

-) Con el uso de un sistema online se mejora significativamente los tiempos de respuesta para detectar y alertar sobre fugas de gas licuado de petróleo en espacios cerrados de Iquitos.
-) Con el uso de un sistema online se mejora significativamente la eficiencia en la detección y notificación de fugas de gas licuado de petróleo en espacios cerrados de Iquitos.
-) Con el uso de un sistema online se mejora significativamente el nivel de satisfacción para la alerta temprana de fugas de gas licuado de petróleo en espacios cerrados de Iquitos.

2.2. Variables y su operacionalización

Variable independiente (X): Sistema online

Variable dependiente (Y): Alertar fuga de gas licuado del petróleo.

Tabla de operacionalización de variables

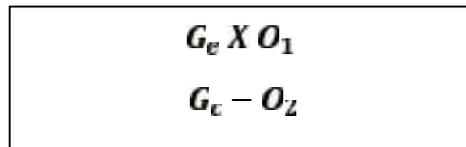
Variable	Definición	Tipo por su naturaleza	Indicador	Escala de medición	Categorías	Valores de las Categorías	Medio de Verificación
Independiente: Sistema online.	Software y hardware que permitirá alertar y notificar frente a la detección de fuga de gas.	Cualitativa	- Presencia/Ausencia	Nominal	- Presencia - Ausencia	Si No	Observación
Dependiente: Alertar fuga de gas licuado del petróleo.	Reducción de la posibilidad de que ocurran daños ante la fuga de gas.	Cuantitativa	- Tiempo en segundos para detectar un nivel peligroso de fuga de GLP. - Porcentaje de fugas de GLP detectadas correctamente.	De Intervalo	- Rápido - Normal - Lento - Eficiente - No eficiente	- [0 < t ≤ 10] - [11 < t ≤ 15] - [t > 15] - ≥80% - < 80%	Ficha de Observación.
		Cualitativa	- Nivel de satisfacción de los usuarios que utilizan el sistema de online.	Ordinal	- Muy satisfecho - Algo satisfecho - Indeciso - Algo insatisfecho - Muy insatisfecho	5 4 3 2 1	Resumen del Cuestionario SUS

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Diseño metodológico

El enfoque de esta investigación será **cuantitativo** porque se hará uso de las estadísticas para la validación del sistema online, será del tipo **aplicada** y de nivel **aplicativo** porque se pretende implementar una solución de mejora en la alerta temprana de fuga de gas licuado de petróleo en espacios cerrados, será **analítico** porque se comparará los efectos después de utilizar nuestra propuesta, será **transversal** porque se recopilará datos en un solo intervalo de tiempo y será **prospectivo** porque los datos se recolectarán como nuevos en la medida que se efectúa la investigación. Asimismo, el diseño de la investigación será **experimental** del tipo **cuasi experimental con grupo de control** y con mediciones solamente de post test para ambos grupos; los datos estarán basados en la provocación de incidencias de fuga de gas para poder comprobar la aceptación de la propuesta.

Esquema:



Donde:

G_e : Grupo experimental, pruebas a evaluar con el uso del sistema online propuesto.

G_c : Grupo de control, pruebas a evaluar con el uso de un sistema online convencional de fábrica.

X : Aplicación del sistema online propuesto.

$-$: Ausencia del uso del sistema online.

O_1 : Evaluación de datos a las post pruebas con el uso del sistema online propuesto.

O_2 : Evaluación de datos a las post pruebas con el uso de un sistema online convencional de fábrica.

3.2. Diseño muestral

3.2.1. Población de estudio

La población estaría conformada por las pruebas de fuga de GLP a realizarse en distintos espacios cerrados ubicados en la ciudad de Iquitos, ya sean en lugares domésticos o establecimientos comerciales, como por ejemplo tenemos a las cocinas de las casas, apartamentos, restaurantes, cevicherías, pollerías, almacén o punto de venta de GLP entre otros.

3.2.2. Muestra

Es evidente que hacer pruebas de fuga de GLP en distintos espacios cerrados es muy complicado, por su accesibilidad, y la tarea de recolectar datos tomaría mucho tiempo, por lo tanto, para nuestra investigación se tomará una muestra de manera no probabilística por conveniencia o también conocida como juicio de experto.

Entonces, nuestra muestra estará conformada por veinte (20) pruebas de fuga de GLP provocadas, las mismas que se realizarán dentro de un espacio cerrado simulado con un área de aproximadamente 16 metros cuadrados y 3 metros de altura.

3.2.3. Criterios de selección

) Criterios de inclusión

- ❖ Espacio cerrado de Iquitos con un área de no más de 16 m² y 3 m de altura
- ❖ En el espacio cerrado debe existir un artefacto que contenga GLP.
- ❖ El usuario debe disponer de un celular con acceso a internet para recibir las alertas.

) Criterios de exclusión

- ❖ No estar en espacios abiertos, como por ejemplo en puntos de ventas sin techo y que abastecen de GLP al público en general.

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica de recolección de información que se utilizará será la observación directa y la encuesta SUS para los usuarios que utilicen el sistema online propuesto, donde se tendrá en cuenta cada indicador de la variable dependiente “alertar fuga de gas licuado del petróleo”, la cual se aplicará luego del uso del “sistema online” para el espacio cerrado determinado por conveniencia.

Como instrumentos se utilizarán las fichas de observación y cuestionarios cerrado tipo SUS con preguntas sobre la usabilidad del sistema, cuyos datos una vez recolectados servirán para medir los indicadores de la variable dependiente.

3.4. Procesamiento y análisis de datos

Para obtener los datos relacionados se realizarán pruebas in situ en un espacio cerrado que cumpla con las dimensiones que se mencionó anteriormente en el punto 4.2, con la finalidad de observar el funcionamiento de los dispositivos, es decir, se deberá verificar el tiempo y la eficiencia de detección de fuga de gas a través del uso de un instrumento tradicional o sistema online convencional de fábrica en contraste con el uso de nuestro sistema online propuesto.

Con respecto a la evaluación de la eficiencia se tendrá en cuenta si es que el sistema online (el de fábrica y el propuesto) están detectando eficientemente la fuga de GLP en comparación con otros tipos de gases como, por ejemplo: el vapor de la gasolina, el humo del cigarrillo, entre otros. Asimismo, es preciso indicar que se tomarán todas las medidas de seguridad para realizar dichas pruebas.

Finalmente, toda la información recolectada será procesada haciendo uso del software estadístico informático SPSS, herramienta que se empleará también para el análisis e interpretación de los datos, además de la contrastación de la hipótesis de investigación, donde se pretende utilizar la prueba estadística de T – Student para los datos cuantitativos y la escala de validación de SUS para determinar el nivel de satisfacción de los usuarios. Siendo, también los resultados obtenidos representados en tablas de

frecuencia y gráficos con Excel para facilitar un mejor análisis y comprensión de los mismos.

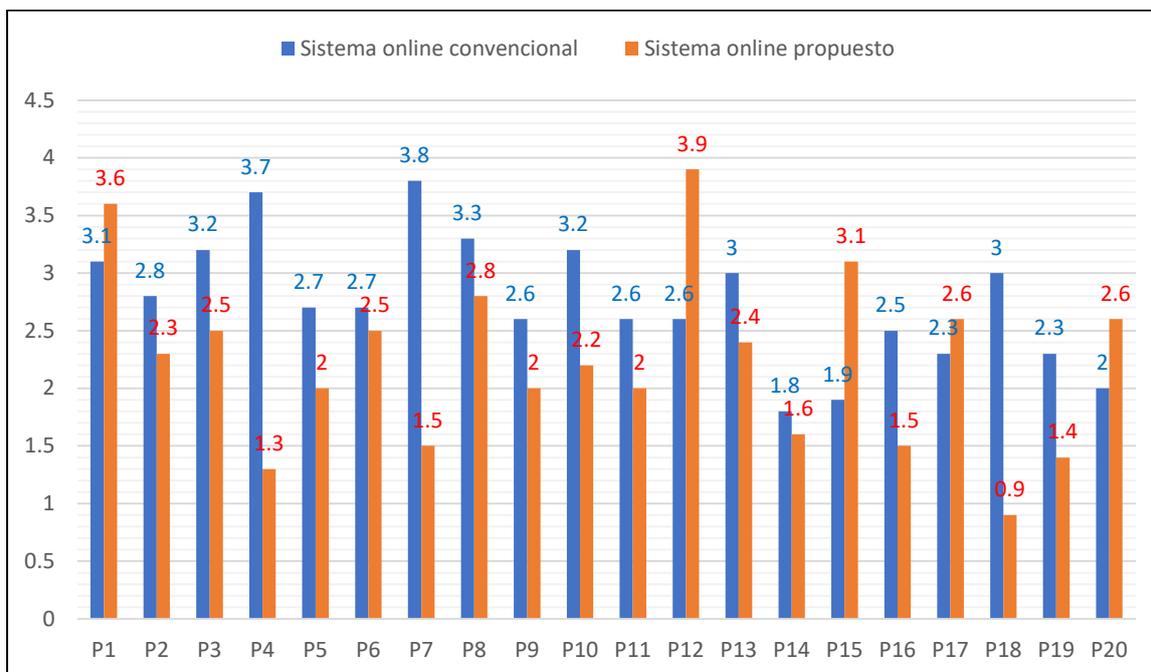
3.5. Aspectos éticos

Los datos de los usuarios obtenidos a través de fichas, cuestionarios o través del software (la app) no serán divulgados ni tergiversados bajo ninguna circunstancia, asumimos el compromiso de utilizar la información provista únicamente para el desarrollo de esta investigación que dará lugar a la alerta temprana de fuga de gas licuado de petróleo (GLP).

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Evaluación de los tiempos de detección para alertar fuga de gas licuado de petróleo mediante el uso del sistema online en espacios cerrados de Iquitos.

Gráfico 1: *Tiempos de detección en segundos de fuga de gas licuado de petróleo registrados.*



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2: *Resultados de la evaluación de tiempos de detección de fuga de gas licuado de petróleo registrados.*

Tiempo de detección			
Sistema online convencional		Sistema online propuesto	
Promedio	Desviación estándar	Promedio	Desviación estándar
2.755	0.547217844	2.235	0.765901601

Fuente: Elaboración propia.

Se observa un promedio total de 2.235 segundos obtenido del tiempo de detección de fuga de gas licuado de petróleo por parte del sistema online propuesto en esta investigación estando entre el rango de aceptación planteado, a diferencia del sistema online convencional puesto a prueba, puesto que su promedio de tiempo de detección fue de 2.755 segundos, valor que pasa del rango de aceptación establecido.

4.1.1. Prueba de hipótesis

Para determinar si las muestras se distribuyen normalmente, se emplea la prueba de Shapiro-Wilk en el software SPSS puesto que es la prueba recomendada para muestras pequeñas (menor a 30).

Tabla 3: Prueba de normalidad para las muestras usando Shapiro-Wilk test en SPSS.

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Sistema_online_convencional	0.975	20	0.854
Sistema_online_propuesto	0.971	20	0.771

Fuente: Software SPSS.

Considerando la existencia de normalidad en ambas muestras y siendo 20 pruebas se propone usar la prueba estadística T de Student para comprobar si: con el uso un sistema online se mejora significativamente los tiempos de respuesta del sistema online para detectar y alertar sobre fugas de gas licuado de petróleo en espacios cerrados de Iquitos.

a) H_0 : El uso un sistema online no mejora significativamente los tiempos de respuesta para detectar y alertar sobre fugas de gas licuado de petróleo en espacios cerrados de Iquitos.

H_1 : El uso un sistema online mejora significativamente los tiempos de respuesta para detectar y alertar sobre fugas de gas licuado de petróleo en espacios cerrados de Iquitos.

$$\begin{cases} H_0 : \mu_1 \leq \mu_2 \\ H_1 : \mu_1 > \mu_2 \end{cases}$$

b) Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

c) Estadístico de prueba t – Student para muestras independientes: $t_c = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$

$$t_c = \frac{2.755 - 2.235}{\sqrt{\frac{0.547217844^2}{20} + \frac{0.765901601^2}{20}}} \approx 2.47$$

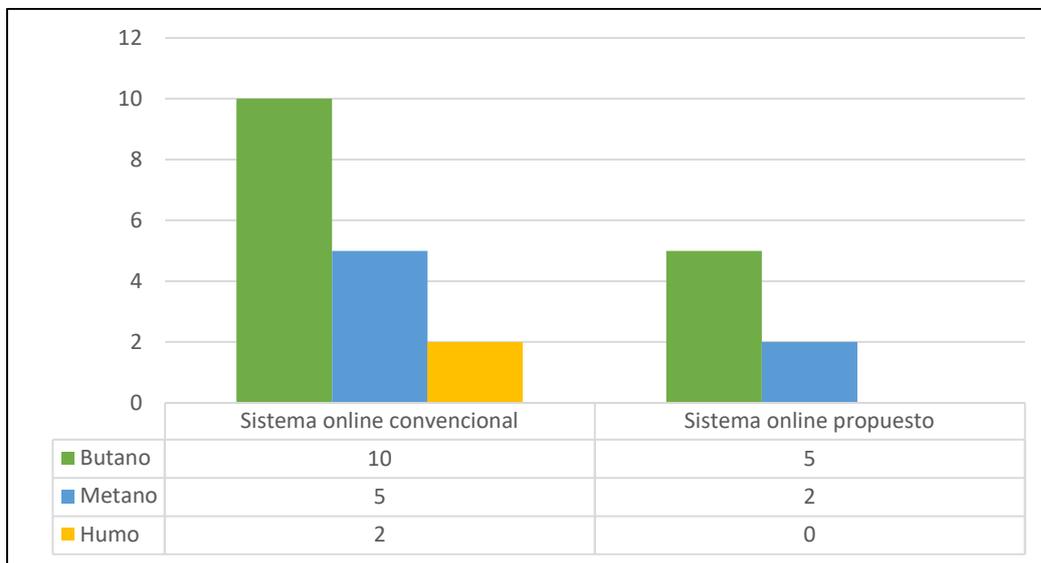
d) Grados de libertad: $g = n_1 + n_2 - 2 = 38$

e) Región crítica: $C = \{T: t_c > T_{\alpha, g}\} = \{T: t_c > -1.686\} = \{T: 2.47 > -1.686\}$

f) Conclusión: Rechazar H_0 , pues $T = 2.47 > -1.686$ y concluimos, que un sistema online mejora significativamente los tiempos de respuesta para detectar y alertar sobre fugas de gas licuado de petróleo en espacios cerrados de Iquitos.

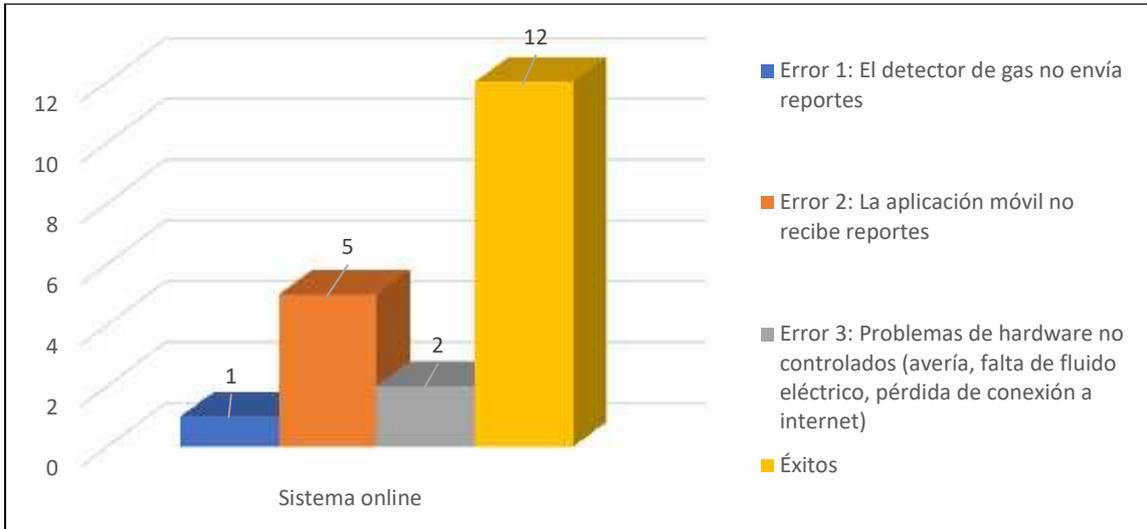
4.2. Evaluación de la eficiencia para alertar y notificar fuga de gas licuado de petróleo mediante el uso del sistema online en espacios cerrados de Iquitos.

Gráfico 2: Incidentes de falsos positivos: evaluación a través de 20 pruebas con diversos gases.



Fuente: Ficha de observación aplicada.

Gráfico 3: Errores y éxitos producidos en el sistema online



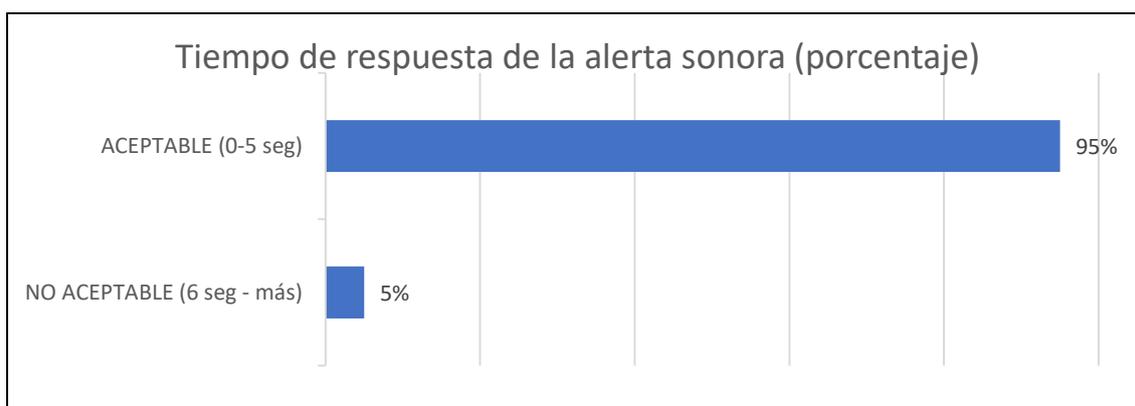
Fuente: Ficha de observación aplicada.

Tabla 4: Tiempo de respuesta de la alerta sonora (en segundos).

	Sistema online propuesto
P1	3.3
P2	3
P3	4
P4	4.1
P5	3
P6	3
P7	4
P8	3.5
P9	2.6
P10	6
P11	2.6
P12	2.6
P13	3.5
P14	1.5
P15	1.6
P16	3
P17	2.2
P18	2
P19	2.2
P20	2

Fuente: Ficha de observación aplicada.

Gráfico 4: Tiempo de respuesta de la alerta sonora (porcentaje)



Fuente: Ficha de observación aplicada.

Tabla 5: Tiempo en segundos de respuesta de la alerta sonora

Ítem	Promedio	Desviación estándar
Tiempo en segundos de respuesta de la alerta sonora	2.99 segundos	1.045428645 segundos

Fuente: Elaboración propia.

El tiempo promedio de respuesta de la alerta sonora fue de 2.99 segundos con una desviación estándar de 1.045428645 segundos. Además, se puede observar que 15 pruebas lo hicieron en un tiempo “Aceptable” (de 0 a 5 segundos), equivalente al 95%, y 5 pruebas lo hicieron en un tiempo “No Aceptable” (de 6 segundos a más), equivalente al 5%.

4.2.1. Prueba de hipótesis

Se verifica la normalidad usando la prueba de Shapiro-Wilk para muestras pequeñas:

Tabla 6: Prueba de normalidad para la muestra usando Shapiro-Wilk test en SPSS.

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Sistema_online_propuesto	0.920	20	0.101

Fuente: Software SPSS.

Con la finalidad de verificar si un sistema online mejora significativamente la eficiencia para detectar y notificar fugas de gas licuado de petróleo en espacios cerrados de Iquitos, se midió en una muestra de 20 pruebas los tiempos de dicho proceso. Se utilizó la prueba T – Student para evaluar la media de una población conocida, siendo la población los tiempos de detección.

a) H_0 : El uso de un sistema online no mejora significativamente la eficiencia para detectar y notificar fugas de gas licuado de petróleo en espacios cerrados de Iquitos.

H_1 : El uso de un sistema online mejora significativamente la eficiencia para detectar y notificar fugas de gas licuado de petróleo en espacios cerrados de Iquitos.

$$\begin{cases} H_0: \mu \geq 6 \\ H_1: \mu < 6 \end{cases}$$

b) Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

c) Estadístico de prueba: $T = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$

$$T = \frac{2.99 - 6}{\frac{1.045428645}{\sqrt{20}}} \approx -12.876$$

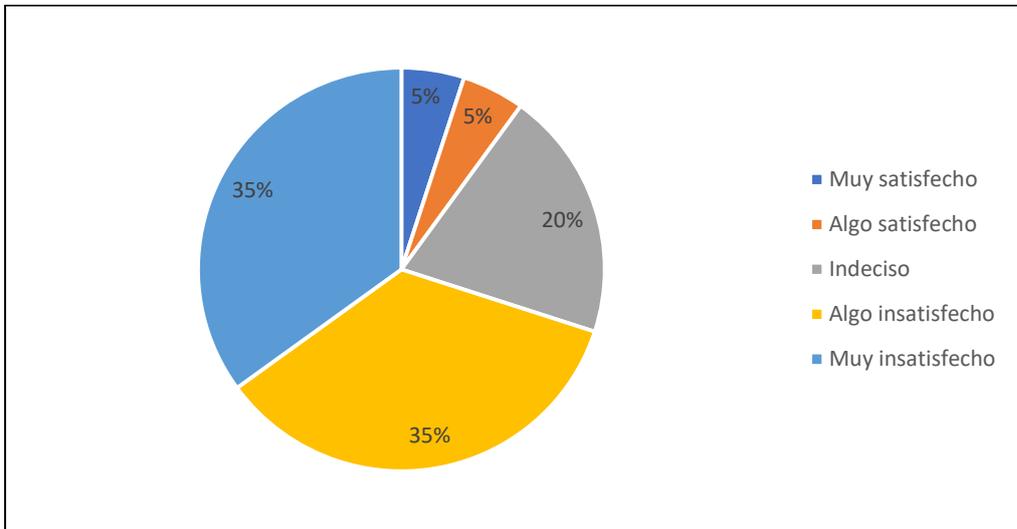
d) Grados de libertad: $g = n - 1 = 19$

e) Región crítica: $C = \{T: T < Z_{\alpha, g}\} = \{T: T < -1.729\} = \{T: -12.876 < -1.729\}$

f) Conclusión: Rechazar H_0 , pues $T = -12.876 < -1.729$ y concluimos, que un sistema online mejora significativamente la eficiencia para detectar y notificar fugas de gas licuado de petróleo en espacios cerrados de Iquitos.

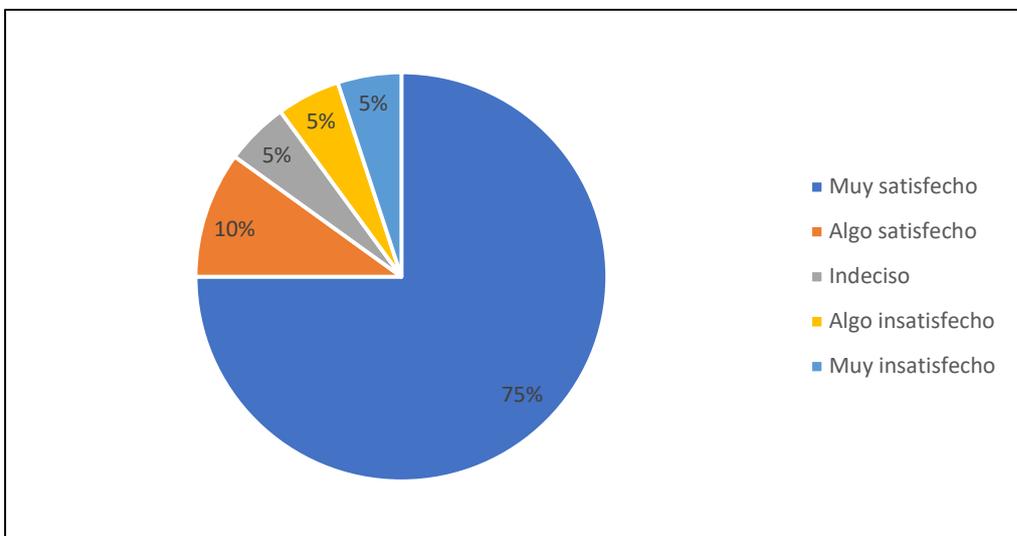
4.3. Determinación del nivel de satisfacción de los usuarios que utilizan el sistema online para la alerta temprana de fugas de gas licuado de petróleo en espacios cerrados de Iquitos.

Gráfico 5: Nivel de satisfacción de los usuarios que utilizan el sistema online propuesto.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 6: Nivel de satisfacción de los usuarios que utilizan un sistema online convencional.



Fuente: Elaboración propia.

Se llevó a cabo una encuesta para evaluar el nivel de satisfacción de los usuarios quienes evaluaron las pruebas con un sistema online convencional y el sistema online propuesto, los resultados se distribuyeron en categorías que van desde "Muy satisfecho" hasta "Muy insatisfecho". A continuación, se presenta un análisis estadístico de los datos recopilados:

Tabla 7: Nivel de satisfacción de los usuarios testificaron el funcionamiento del sistema online.

Nro	Usuarios	Calificación en base SUS	
		Sistema online convencional	Sistema online propuesto
1	Rod Durand	5	5
2	Eleazar Urdiales	5	4
3	Jhens Maytahuari	3	5
4	Noé Muñoz	2	4
5	Edgar Rinaby	2	5
6	Betty Rodriguez	3	4
7	Santiago Montejo	2	5
8	Nahomi Arevalo	3	5
9	Chris Gomez	1	3
10	Andrea Ferreyra	1	5
11	Maria Villacorta	3	5
12	Pablo Guerra	1	2
13	Adrian Saldaña	2	5
14	Rafael Quispe	1	1
15	Alfonso Panduro	2	5
16	Ariana Menendez	4	3
17	Abel Guzman	1	5
18	Leandro Acosta	2	5
19	Valentina Flores	1	5
20	Wesley Salas	2	5

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8: Resumen de niveles de satisfacción por usuarios.

Nivel de satisfacción	Usuarios que utilizaron Sistema online convencional	Usuarios que utilizaron Sistema online propuesto
Muy satisfecho (5 puntos)	2	13
Algo satisfecho (4 puntos)	1	3
Indeciso (3 puntos)	4	2
Algo insatisfecho (2 puntos)	7	1
Muy Insatisfecho (1 punto)	6	1

Fuente: Elaboración propia.

Muy Satisfecho:

-) Sistema Online Convencional: El 10% de los usuarios calificaron como "Muy satisfechos" con el sistema online convencional.
-) Sistema Online Propuesto: El 65% de los usuarios se encuentran "Muy satisfechos". Este resultado sugiere una mejora significativa en la satisfacción al utilizar el sistema online propuesto en comparación con el sistema online convencional.

Algo Satisfecho:

-) Sistema Online Convencional: El 5% de los usuarios se clasificaron como "Algo satisfechos".
-) Sistema Online Propuesto: Aproximadamente el 15% de los usuarios expresaron estar "Algo satisfechos". Aunque es un porcentaje menor en comparación con el sistema online convencional, aún indica una satisfacción positiva en este grupo.

Indeciso:

-) Sistema Online Convencional: El 20% de los usuarios se mostraron "Indecisos".
-) Sistema Online Propuesto: El 10% de los usuarios se clasificaron como "Indecisos". Este resultado sugiere una reducción en la indecisión al utilizar el sistema online.

Algo Insatisfecho:

-) Sistema Online Convencional: El 35% de los usuarios indicaron estar "Algo insatisfechos".
-) Sistema Online Propuesto: Aproximadamente el 5% de los usuarios expresaron estar "Algo insatisfechos" con el sistema online. Este resultado destaca una mejora significativa en la satisfacción al utilizar el sistema online.

Muy Insatisfecho:

-) Sistema Online Convencional: El 30% de los usuarios se clasificaron como "Insatisfechos".
-) Sistema Online Propuesto: El 5% de los usuarios indicaron estar "Insatisfechos" con el sistema online. Este resultado sugiere una considerable reducción en la insatisfacción al utilizar el sistema online propuesto en comparación con el sistema online convencional.

4.3.1. Prueba de hipótesis

Con una muestra de 20 usuarios o testigos, se comprueba la mejora significativa del nivel de satisfacción para la alerta temprana de fugas de gas licuado de petróleo con el uso del sistema online, en espacios cerrados de Iquitos.

Para respaldar nuestra hipótesis, podemos emplear la prueba de Wilcoxon, ya que se adecua a las siguientes condiciones:

-) Comparación de muestras relacionadas: Esta prueba es apropiada para analizar dos conjuntos de datos vinculados, es decir, cuando estamos evaluando la misma población o grupo de individuos en diferentes situaciones.
-) Naturaleza ordinal de la variable de interés: Nuestra variable de interés, que en este caso es el nivel de satisfacción, se mide en una escala cualitativa ordenada. La prueba de Wilcoxon es pertinente en este contexto, ya que está diseñada para manejar variables ordinales de manera efectiva.

a) H_0 : El uso de un sistema online no mejora significativamente el nivel de satisfacción de los usuarios para la alerta temprana de fugas de gas licuado de petróleo en espacios cerrados de Iquitos.

H_1 : El uso de un sistema online mejora significativamente el nivel de satisfacción de los usuarios para la alerta temprana de fugas de gas licuado de petróleo en espacios cerrados de Iquitos.

$$\begin{cases} H_0 : u_1 \geq u_2 \\ H_1 : u_1 < u_2 \end{cases}$$

b) Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

c) Cálculo:

Nro	Calificación en base SUS		Diferencia (C1-C2)	Calificación de la diferencia
	Sistema online convencional	Sistema online propuesto		
1	5	5	0	0
2	5	4	1	2.5
3	3	5	-2	7
4	2	4	-2	7
5	2	5	-3	12.5
6	3	4	-1	2.5
7	2	5	-3	12.5
8	3	5	-2	7
9	1	3	-2	7
10	1	5	-4	17
11	3	5	-2	7
12	1	2	-1	2.5
13	2	5	-3	12.5
14	1	1	0	0
15	2	5	-3	12.5
16	4	3	1	2.5
17	1	5	-4	17
18	2	5	-3	12.5
19	1	5	-4	17
20	2	5	-3	12.5

R-	10.38	R+	2.5
Min (R-, R+)	2.5		

Valor critico	60
----------------------	----

d) Estadístico de prueba:

$$W = \sum_{i=1}^n s_i (d_i) * R_i$$

Donde:

W: Prueba de Wilcoxon

d_i : diferencia entre la i – ésima pareja de observaciones

$s_i (d_i)$: función de signo de d_i , que es +1 si $d_i > 0$, -1 si $d_i < 0$, y 0 si $d_i = 0$

n : Tamaño de muestra

R_i : Rango asignado a la i – ésima diferencia

$$W = \frac{2.5 + 2.5}{2}$$

$$W = 2.5$$

e) Región crítica: $C = \{ : W < W_{\alpha, n} \} = \{ |W| : W < 60 \} = \{ |W| : 2.5 < 60 \}$

f) Conclusión: Rechazar H_0 , pues $W = 2.5 < 60$ y concluimos, que el uso de un sistema online mejora significativamente el nivel de satisfacción de los usuarios para la alerta temprana de fugas de gas licuado de petróleo en espacios cerrados de Iquitos.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

El objetivo general de esta investigación fue mejorar la alerta temprana de fuga de gas licuado de petróleo en espacios cerrados de Iquitos mediante el uso de un sistema online. En donde se buscó la eficiencia a través de factores como el tiempo de detección, porcentaje de éxito y la satisfacción del usuario.

Los resultados obtenidos del Gráfico 1 y la Tabla 2 revelan que la implementación del sistema online propuesto logra significativamente reducir los tiempos de detección de fugas de gas en comparación con un sistema online convencional en espacios cerrados de Iquitos. Este avance se traduce en una mejora sustancial en el tiempo disponible para que el usuario pueda tomar medidas correctivas de manera oportuna.

Asimismo, los Gráficos 2, 3 y 4, junto con la información proporcionada en la Tabla 7, demuestran de manera concluyente que la adopción del sistema online propuesto contribuye a mejorar la eficiencia en la detección de fugas de gas en tiempo real en entornos cerrados. Estas conclusiones se alinean con los hallazgos previos de (Rodríguez Ortiz, y otros, 2021) quienes, en su tesis titulada "Implementación de un Prototipo de un Sistema de Alerta por Fuga de Gas GLP en Residencias", abogaron por la implementación de un prototipo de detección de gas GLP.

En su investigación, Rodríguez Ortiz y colaboradores abordaron la problemática mediante la interconexión de una placa Arduino con un sensor, permitiendo la verificación de datos generados por el sensor y el monitoreo en tiempo real a través de una aplicación móvil. Destacaron la importancia crucial de este monitoreo en tiempo real, subrayando que el sistema alertará al usuario ante cualquier incidencia. Estos resultados refuerzan la relevancia y eficacia de la implementación de sistemas en línea para mejorar la seguridad en la detección de fugas de gas en entornos cerrados.

Mediante el Gráfico 5, se demuestra el nivel de satisfacción del usuario respecto al sistema online convencional, obteniendo un promedio de 2.1 puntos. Mediante el Gráfico 6 respecto al sistema online propuesto se obtiene 4.45 puntos, siendo 5 el grado de satisfacción más alto. Finalmente, en la Tabla 8 se contrasta la satisfacción para ambos sistemas, siendo el sistema online propuesto el preferido.

En esta investigación diseñamos e implementamos un sistema online para alertar fugas de GLP, difiriendo la metodología usada por Guallichico Iza (2019) en su tesis titulado “Desarrollo De Un Sistema De Monitoreo, Detección Y Control De Fugas De Gas (GLP) Para Uso Doméstico” en el cual emplea el método de investigación inductivo para determinar el funcionamiento y factibilidad de utilización de los dispositivos electrónicos que integran el sistema de monitoreo, detección y control de fuga de gas; sin embargo, se consideró las etapas propuestas como una viabilidad para validar el funcionamiento de nuestro proyecto.

Para determinar si el uso del sistema online propuesto, mejora significativamente los tiempos de respuesta para detectar y alertar sobre fugas de gas licuado de petróleo en espacios cerrados, en comparación de otro sistema online convencional se hizo uso de la distribución T-Student, debido a que el tamaño de la muestra es menor a 30, con un nivel de significancia del 5% y comprobando la normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk (siendo p' valor=0.854) en la Tabla 3, se concluyó que efectivamente el uso del sistema online propuesto si mejora significativamente los tiempos de respuesta para detectar y alertar sobre fugas de gas licuado de petróleo en espacios cerrados de Iquitos, teniendo como promedio de tiempo aceptable de 2.235 segundos.

Para determinar si el uso de un sistema online mejora significativamente la eficiencia en la detección y notificación de fugas de gas licuado de petróleo en espacios cerrados, se utilizó la distribución T-Student y con un nivel de significancia del 5%, se concluyó que, en efecto, el uso del sistema online propuesto mejora significativamente la eficiencia en la detección y notificación de fugas de gas licuado de petróleo en espacios cerrados de Iquitos, con un tiempo promedio de respuesta de la alerta sonora de 2.99 segundos y un 95% del total de la muestra obtuvo un tiempo aceptable.

Respecto a definir si el uso del sistema online propuesto mejora significativamente el nivel de satisfacción para la alerta temprana de fugas de gas licuado de petróleo en espacios cerrados, también se realizó una prueba de Wilcoxon para muestras pareadas, con un nivel de significancia del 5% y se concluyó que, la implementación del sistema online propuesto mejora significativamente el nivel de satisfacción para la alerta temprana de fugas de gas licuado de petróleo en espacios cerrados de Iquitos.

En términos generales, se concluye que el uso del sistema online propuesto mejora significativamente la alerta temprana de fuga de gas licuado de petróleo en espacios cerrados de Iquitos, ya que, alcanza un tiempo aceptable de detección en comparación a otro sistema online convencional, cuenta con una mejor eficiencia y un grado alto de satisfacción del usuario respecto a su uso.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

- Con un nivel de significancia del 5%, el uso del sistema online propuesto mejora significativamente los tiempos de respuesta para detectar y alertar sobre fugas de gas licuado de petróleo en espacios cerrados de Iquitos, en un rango aceptable menor a 10 segundos.
- Con un nivel de significancia del 5%, el uso del sistema online propuesto mejora significativamente la eficiencia en la detección y notificación de fugas de gas licuado de petróleo en espacios cerrados de Iquitos, obteniendo un porcentaje aceptable superior al 80% de aciertos de acciones permitiendo cumplir con este objetivo.
- Con un nivel de significancia del 5%, el uso de un sistema online mejora significativamente el nivel de satisfacción para la alerta temprana de fugas de gas licuado de petróleo en espacios cerrados de Iquitos, siendo la puntuación promedio de 4.45 en base al cuestionario SUS.
- Se acepta la Hipótesis de la Investigación: Con el uso de un sistema online se mejora significativamente la alerta temprana de fuga de gas licuado de petróleo en espacios cerrados de Iquitos.

CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES

- J Se recomienda aprovechar la tecnología y la innovación para crear mejores productos que permitan salvaguardar la vida humana y/o los daños materiales, tal y como se ha presentado en esta tesis.
- J Capacitar al usuario que va a hacer uso del sistema de alerta a fin de dar a conocer las funcionalidades del programa y las acciones que debe tomar cuando sea alertado.
- J Se recomienda al usuario contar con UPS (Uninterruptible power supply - Sistema de alimentación ininterrumpida) de 30 minutos cuando haya cortes o interrupción de energía para que el dispositivo detector y el equipo de conexión a internet se mantengan en funcionamiento.
- J Las apps de alerta creadas para el usuario deben ser intuitivas para un rápido entendimiento y mayor alcance.
- J Se recomienda implementar este sistema de alerta en espacios cerrados que cuenten con cocina a gas, conexión a internet estable y cuenten con celulares con Android 4.4 o iOS 7, o versiones recientes.
- J Como medida adicional de prevención se recomienda al usuario instalar sus cocinas en espacios abiertos y ventilados.
- J Se recomienda al usuario y sus convivientes reforzar la prevención con buenos hábitos como lo es el cierre de la llave del balón de gas o evitar fumar en el comedor.
- J Se recomienda descartar el uso de la interfaz I2C para simplificar los pines que usa el LCD1602 debido a que ese protocolo no es compatible con UART, lo que deriva en la corrupción de datos entre los componentes Arduino UNO y ESP8266.

CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN

Academia Lab. 2024. Academia Lab. [En línea] 2024. [Citado el: 6 de Enero de 2024.] <https://academia-lab.com/enciclopedia/tablero-de-striptease/>.

Agency, International Energy. 2019. International Energy Agency. [En línea] World Energy Outlook, 2019. [Citado el: 15 de Mayo de 2023.] <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2019>.

Alarcón Martínez, Jorge Alberto. 2018. *DISEÑO Y DESARROLLO DE PROTOTIPO PARA DETECCIÓN DE FUGAS DE GAS L.P. EN UNA CASA HABITACIÓN.* Instituto Politécnico Nacional. Ciudad de México : s.n., 2018. pág. 84.

Asociación Colombiana del GLP. GASNOVA. [En línea] [Citado el: 12 de Febrero de 2022.] <https://www.gasnova.co/sobre-el-glp/que-es-el-glp/>.

Asociación Mundial de GLP. WLPGA. WLPGA. [En línea] www.wlpga.org.

Benavides Ramírez, John Cristian. 2020. *DISPOSITIVO INTELIGENTE CON TECNOLOGÍA MÓVIL PARA LA DETECCIÓN Y PREVENCIÓN DE ACCIDENTES CAUSADOS POR FUGA DE GAS DOMÉSTICO: MODELO DE IMPLEMENTACIÓN PARA LA EMPRESA INTEC PC.* Universidad Regional Autónoma de los Andes. Ibarra : s.n., 2020. pág. 76.

Berechez Samaniego, Andrés Eduardo. 2022. *DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE DETECTOR DE GAS COMUNITARIO EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL PARA LA COOPERATIVA 4 DE MARZO.* Guayaquil : s.n., 2022. pág. 91.

Borja Hurtado, Ashley Tahiri y Caguana Velásquez, Marcos. 2023. *DESARROLLO DE UN SISTEMA DIGITAL DETECTOR DE GASES CON ARDUINO EMPLEANDO SENSORES MQ.* Universidad de Guayaquil. Guayaquil : s.n., 2023. pág. 145.

Caceres Espinoza, Liliana. 2019. *Introducción a la programación.* Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle. Lima : s.n., 2019. pág. 9.

Castañeda Aviña, Luis. 2018. *Sensores de gases basados en semiconductores.* Ciudad de México : s.n., 2018. 2007-9753.

Del Sole, Alessandro. 2018. *Visual Studio Code Distilled Evolved Code Editing for Windows, MacOS, and Linux.* Primera. Cremona : Apress, 2018. pág. 215. Vol. I. 978-1-4842-4224-7.

Delgadillo Gómez, Patricia, y otros. 2015. *Los dispositivos móviles en el modelo educativo basado en competencias en el sector público de la licenciatura en ingeniería en computación.* Guadalajara : Centro de Estudios e Investigaciones para el Desarrollo Docente A.C. (CENID), 2015. pág. 7. 2007 - 8412.

ELECTRONICS, WAVESHARE. 2022. Raspberry Pi. [En línea] 2022. [Citado el: 6 de Enero de 2024.] https://files.waveshare.com/upload/4/4d/LCD1602_I2C_Module.pdf.

Encuesta Residencial de Consumo y Usos de Energía. Gerencia de Políticas y Análisis económico. 2021. Lima : s.n., 2021.

Falcón Barrionuevo, Jenny Lorena y Florez Hende, Jhon Sebastián. 2019. *DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO REMOTO DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO (GLP) PARA USO RESIDENCIAL.* Quito : s.n., 2019.

Flutter. 2024. Flutter. [En línea] 2024. [Citado el: 6 de Enero de 2024.] <https://esflutter.dev/>.

Guallichico Iza, Luis Mauricio. 2019. *DESARROLLO DE UN SISTEMA DE MONITOREO, DETECCIÓN Y CONTROL DE FUGAS DE GAS (GLP) PARA USO DOMÉSTICO.* Quito : s.n., 2019.

Guangzhou HC Information Technology Co. 2011. Olimex. [En línea] 2011. [Citado el: 6 de Enero de 2024.] <https://www.olimex.com/Products/Components/RF/BLUETOOTH-SERIAL-HC-06/resources/hc06.pdf>.

Hardware Libre. 2019. Hardware Libre. [En línea] 5 de Septiembre de 2019. [Citado el: 13 de Febrero de 2022.] <https://www.hwlibre.com/buzzer/>.

Herazo, Luis. 2020. An Incubator. [En línea] 4 de Septiembre de 2020. [Citado el: 2022 de Febrero de 13.] <https://anincubator.com/que-es-una-aplicacion-movil/>.

Herrero Herranz, José Carlos y Sánchez Allende, Jesús. 2015. *UNA MIRADA AL MUNDO ARDUINO.* Madrid : s.n., 2015. pág. 4. 1696-8085.

Honeywell Analytics. 2013. *El libro del gas.* Lincolnshire : s.n., 2013.

Hurtado Carmona, Dougglas. 2011. *Teoría General de Sistemas: un enfoque hacia la ingeniería de sistemas.* [ed.] Lulu.com. Segunda. 2011. pág. 2. 978-1-257-78193-5.

inLab. 2020. inLab FIB. [En línea] 2020. [Citado el: 6 de Enero de 2024.] <https://inlab.fib.upc.edu/es/uncategorized-ca-es/que-es-el-lenguaje-de-programacion-dart/2020/>.

La computación ubicua: omnipresencia en los sistemas de información. **Sánchez Martelo, Carlos Augusto. 2015.** 121-128, Bogotá : s.n., 2015, Tecnura, Vol. 19. 0123-921X.

La Seguridad en la distribución y manipulación del G.L.P. **Jiménez, Francisco. 2020.** 2020, pág. 10.

Mecatrónica LATAM. 2021. Mecatrónica LATAM. [En línea] 23 de Abril de 2021. [Citado el: 6 de Enero de 2024.] <https://www.mecatronicalatam.com/es/tutoriales/electronica/componentes-electronicos/diodo/diodo-led/>.

Nabto. 2024. Nabto. [En línea] 2024. [Citado el: 6 de Enero de 2024.] <https://www.nabto.com/esp8266-for-iot-complete-guide/>.

NXP Semiconductors. 2021. NXP. [En línea] Octubre de 2021. [Citado el: 6 de Enero de 2024.] <https://www.nxp.com/docs/en/user-guide/UM10204.pdf>.

OpenWebinars. 2019. OpenWebinars S.L. [En línea] 22 de Julio de 2019. [Citado el: 6 de Enero de 2024.] <https://openwebinars.net/blog/que-es-cpp/>.

Pacaya Chilicahua, José Fernando y Ríos Rodríguez, Cristian Romero. 2019. *SISTEMA DE SENSORES Y MONITOREO DE FUGA DE GAS A FIN DE REDUCIR RIESGOS DOMÉSTICOS DE IQUITOS 2019*. Iquitos : s.n., 2019.

Panamericana Televisión S.A. . 2021. Panamericana TV. [En línea] 24 HORAS EDICIÓN CENTRAL, 04 de Febrero de 2021. [Citado el: 15 de Mayo de 2023.] <https://panamericana.pe/24horas/nacionales/313713-iquitos-fuga-gas-ocasiono-incendio-dejo-6-viviendas-cenizas>.

Pereyra Colchado, Gladys. 2020. El Comercio. [En línea] Grupo El Comercio, 28 de Enero de 2020. [Citado el: 15 de Mayo de 2023.] <https://elcomercio.pe/lima/sucesos/villa-el-salvador-bombas-de-tiempo-todos-los-dias-hay-al-menos-18-fugas-de-gas-en-el-pais-glp-balon-de-gas-bomberos-noticia/>.

PropanoGas. 2021. PropanoGas. [En línea] 12 de Noviembre de 2021. [Citado el: 2022 de Febrero de 13.] <https://propanogas.com/faq/gas-licuado>.

Red Hat. 2023. Red Hat, Inc. [En línea] 31 de Julio de 2023. [Citado el: 6 de Enero de 2024.] <https://www.redhat.com/es/topics/middleware/what-is-ide>.

Rodríguez Ortiz, Francis Lizeth y Garófalo Nole, Heidy Shakira. 2021. *Implementación de un prototipo de un sistema de alerta por fuga de gas GLP en residencias*. Quito : s.n., 2021.

Segura Cruz, Alex Paul. 2017. *IMPLEMENTACIÓN DE REDES DE SENSORES INALÁMBRICAS, EN UN SISTEMA TELEMÉTRICO PARA DETECTAR Y CONTROLAR FUGAS DE GAS GLP Y MONÓXIDO DE CARBONO EN USOS DOMÉSTICOS*. Riobamba : s.n., 2017.

Technology, Zhengzhou Winsen Electronics. 2015. Winsen. [En línea] 10 de Marzo de 2015. [Citado el: 6 de Enero de 2024.] <https://www.winsen-sensor.com/d/files/semiconductor/mq-6.pdf>.

The PHP Group. 2024. My PHP.net. [En línea] 2024. [Citado el: 6 de Enero de 2024.] <https://www.php.net/manual/es/intro-what-is.php>.

Webster, Allen L. 2001. *Estadística aplicada a los negocios y la economía*. [ed.] Lily Solano Arévalo. Tercera. Santa Fe de Bogotá : Quebecor World Bogotá S.A., 2001. 958-41-0072-6.

ANEXOS

1. Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Metodología
¿Cómo mejorar la alerta temprana de fuga de gas licuado de petróleo en espacios cerrados de la ciudad de Iquitos mediante el uso de un sistema online?	<p>Objetivo General.</p> <p>Mejorar la alerta temprana de fuga de gas licuado de petróleo en espacios cerrados de Iquitos mediante el uso de un sistema online.</p> <p>Objetivos Específicos.</p> <p>) Evaluar los tiempos de respuesta del sistema online para detectar y alertar sobre fugas de gas licuado de petróleo en espacios cerrados de Iquitos.</p> <p>) Evaluar la eficiencia del sistema online en la detección y notificación de fugas de gas licuado de petróleo en espacios cerrados de Iquitos.</p> <p>) Determinar el nivel de satisfacción de los usuarios con el sistema online para la alerta temprana de fugas de gas licuado de petróleo en espacios cerrados de Iquitos.</p>	<p>Hipótesis de Investigación.</p> <p>Con el uso de un sistema online se mejora significativamente la alerta temprana de fuga de gas licuado de petróleo en espacios cerrados de Iquitos.</p> <p>Hipótesis específicas.</p> <p>) Con el uso de un sistema online se mejora significativamente los tiempos de respuesta para detectar y alertar sobre fugas de gas licuado de petróleo en espacios cerrados de Iquitos.</p> <p>) Con el uso de un sistema online se mejora significativamente la eficiencia en la detección y notificación de fugas de gas licuado de petróleo en espacios cerrados de Iquitos.</p> <p>) Con el uso de un sistema online se mejora significativamente el nivel de satisfacción para la alerta temprana de fugas de gas licuado de petróleo en espacios cerrados de Iquitos.</p>	<p>Variable Independent e.</p> <p>Sistema online.</p> <p>Variable Dependent e.</p> <p>Alertar fuga de gas licuado del petróleo.</p>	<p>) Presencia/Ausencia</p> <p>) Tiempo en minutos para detectar un nivel peligroso de fuga de gas licuado del petróleo.</p> <p>) Porcentaje de fugas de GLP detectadas correctamente e.</p> <p>) Nivel de satisfacción de los usuarios que utilizan el sistema online propuesto.</p>	<p>Diseño de la investigación.</p> <p>La presente investigación es de enfoque cuantitativo, del tipo aplicada, es analítico, longitudinal, prospectivo y cuasi experimental</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> $G_e \times O_1$ $G_c - O_2$ </div> <p>G_e : Grupo experimental, pruebas a evaluar con el uso de sistema online propuesto. G_c : Grupo de control, pruebas a evaluar con el uso de un sistema online convencional de fábrica. X: Aplicación del sistema online propuesto. -: Ausencia del uso del sistema online. O₁ : Evaluación de datos a las post pruebas con nuestro sistema online propuesto. O₂ : Evaluación de datos a las post pruebas con un sistema convencional de fábrica.</p> <p>Población de estudio Todas las pruebas en lugares cerrados de la ciudad de Iquitos.</p> <p>Muestreo No pirobalística, por conveniencia. Veinte (20) muestras de fugas de GLP provocadas.</p>

2. Instrumento de recolección de datos

Ficha de observación 1:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA



FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E
INFORMÁTICA



“SISTEMA ONLINE PARA ALERTAR RIESGOS DE
FUGA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO EN
ESPACIOS CERRADOS IQUITOS 2023”

Indicador 1: Tiempo en segundos para la detección para prevenir riesgos de fuga de GLP.		
Nro. Prueba	Tiempo de detección en segundos	
	Sistema online de convencional	Sistema online propuesto
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		

Ficha de observación 2:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E
 INFORMÁTICA

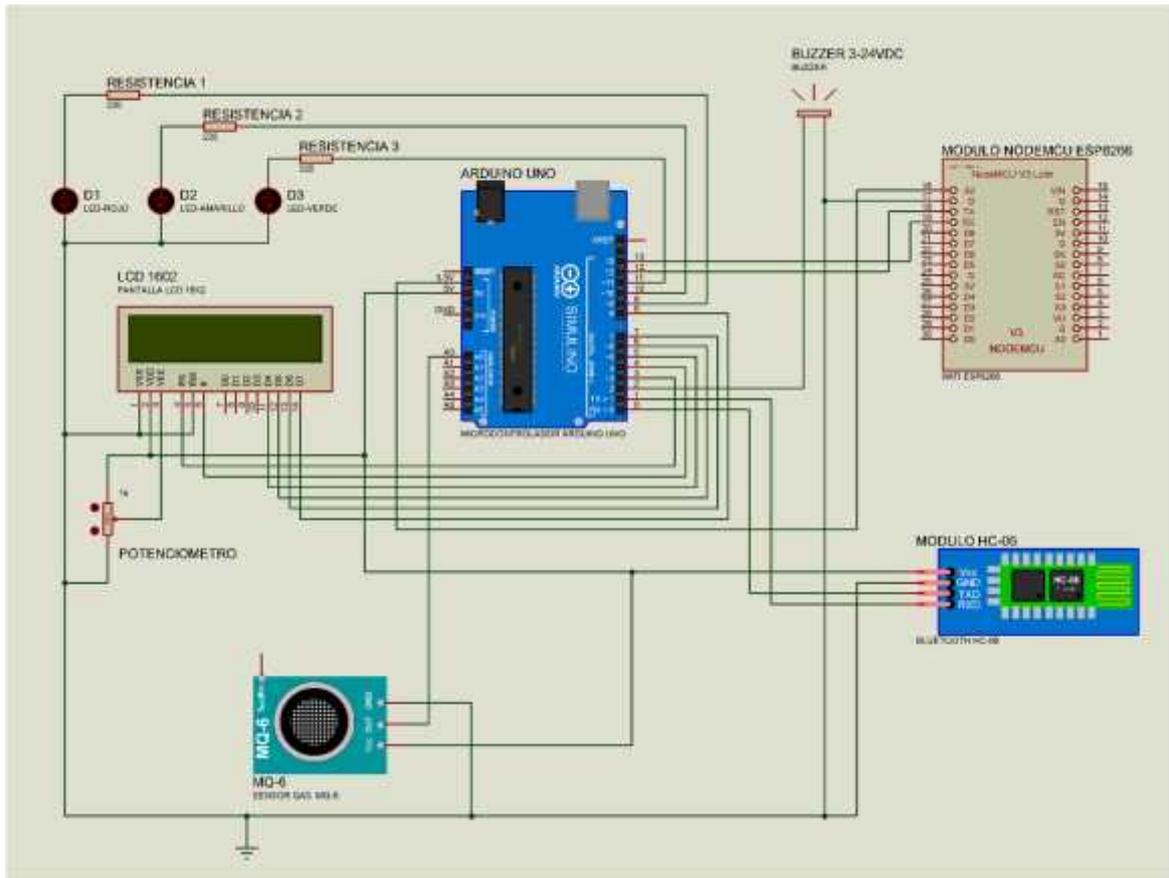


“SISTEMA ONLINE PARA ALERTAR RIESGOS DE
 FUGA DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO EN
 ESPACIOS CERRADOS IQUITOS 2023”

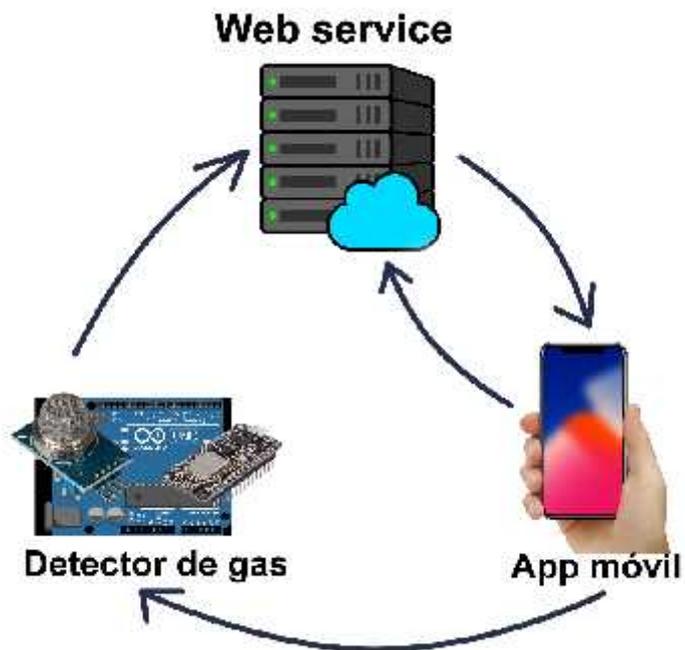


Indicador 2: Porcentaje de fugas detectadas correctamente para prevenir riesgos.				
Nro. Prueba	Sistema online convencional		Sistema online propuesto	
	¿Detecta correctamente?			
	Sí	No	Sí	No
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
%				

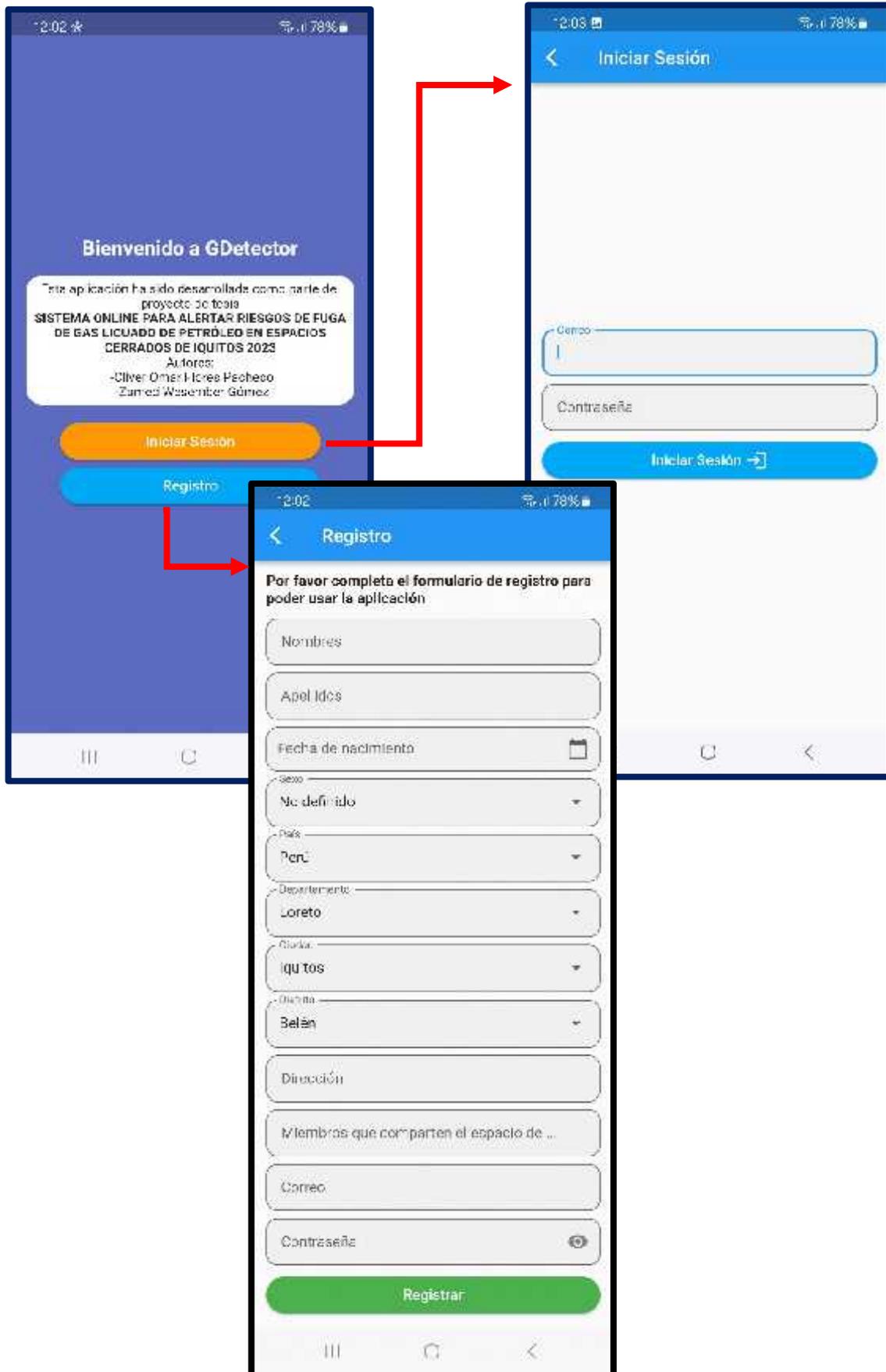
3. Diseño de circuito electrónico

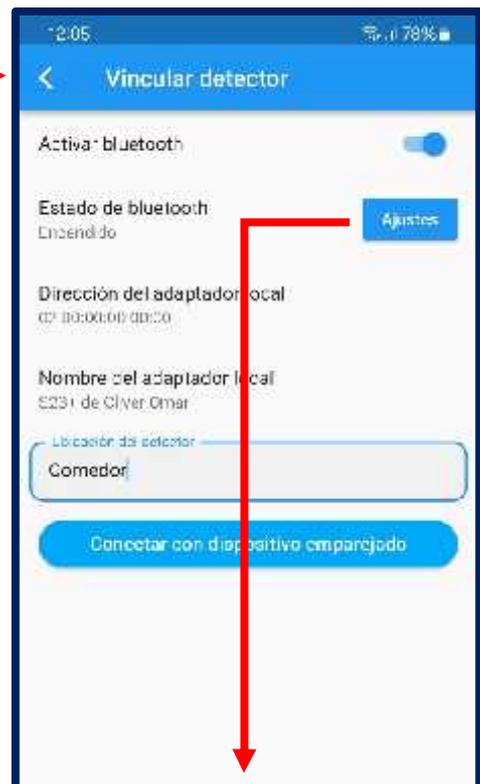


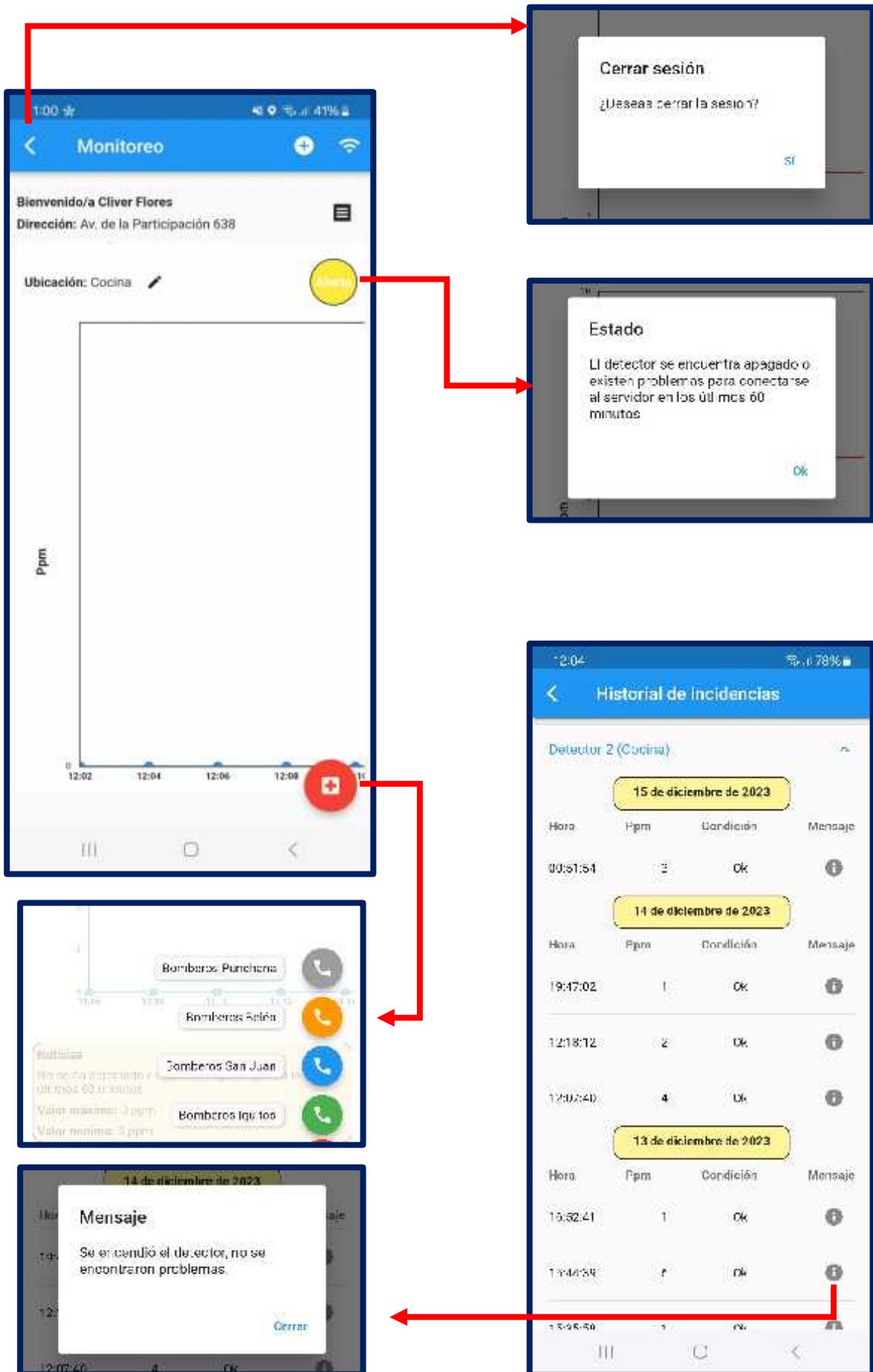
4. Diagrama de arquitectura del sistema online

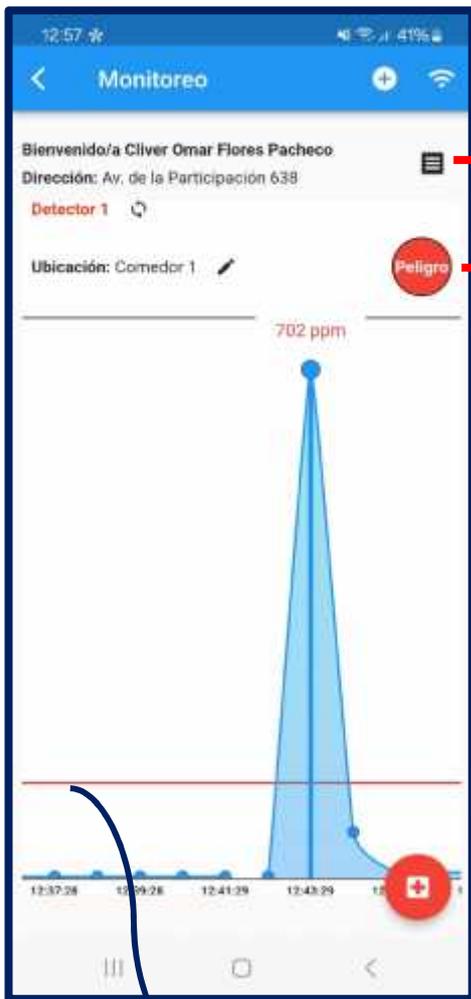


5. Interfaz de la App







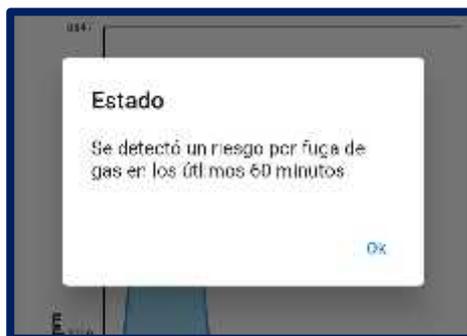


11:34 47%
Historial de incidencias
 Detector 1 (Comedor 1)
 25 de junio de 2024

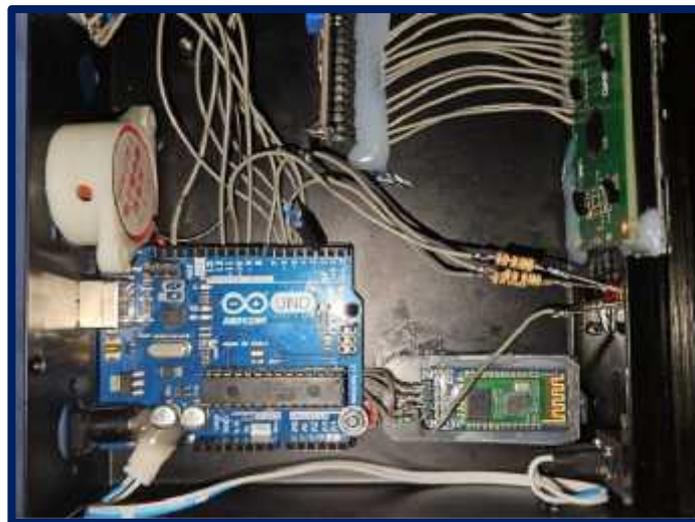
Hora	Ppm	Condición	Mensaje
10:38:37	414	Peligro	
10:37:37	6916	Peligro	
10:36:37	8043	Peligro	
10:31:39	4	Ok	
09:09:37	4	Ok	
08:56:30	4	Ok	
08:55:30	4	Ok	
08:53:09	4	Ok	

Detector 2 (Huerta)

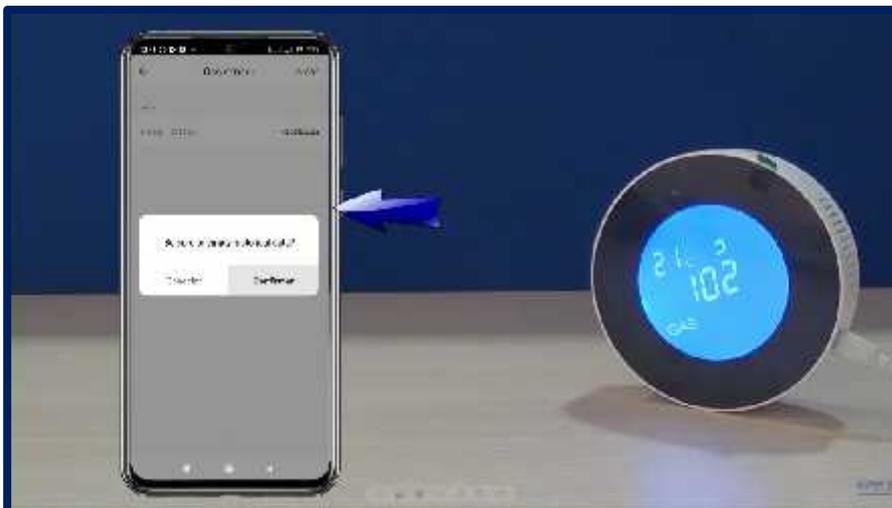
Umbral mínimo para que se active la alerta (130 ppm)



6. Prototipo



7. Sistema online convencional (Tuya Smart PST-PA-210)



8. Costos de ensamblaje

Ítem	Producto	Características	Unidad	Precio por Unidad Soles	Total
1	Case	Gabinete de la que guarda los componentes del detector de Gas.	1	50	S/ 50.00
2	Placa Arduino UNO	Es una placa de desarrollo de hardware de código abierto basada en microcontrolador.	1	50	S/ 50.00
3	Adaptador Universal 9 Vol. DC	Este tipo de fuente de alimentación es comúnmente utilizado en una variedad de aplicaciones electrónicas donde se requiere un suministro de voltaje estable y constante.	1	34.32	S/ 34.32
4	Pantalla LCD 16 x 2	Estas pantallas son muy comunes en proyectos electrónicos y se utilizan para mostrar texto alfanumérico de forma fácilmente legible.	1	22.42	S/ 22.42
5	Buzzer	Es un dispositivo electromecánico que produce un sonido cuando se le aplica corriente eléctrica.	1	20	S/ 20.00
6	HC-06 Bluetooth	HC-06 es un módulo Bluetooth popular que se utiliza comúnmente en proyectos de electrónica, especialmente en aplicaciones de comunicación inalámbrica. Aquí hay algunas características y detalles sobre el módulo HC-06.	1	15.83	S/ 15.83
7	Sensor Gas MQ-6	El sensor MQ-6 es un sensor de gas que se utiliza para detectar la presencia de gas combustible en el aire. Está diseñado para detectar una variedad de gases inflamables, como el gas natural, metano, propano, isobutano y alcohol. Aquí hay algunos detalles sobre el sensor MQ-6	1	25	S/ 25.00
8	Microcontrolador Wi-Fi ESP-8266	El ESP8266 es un módulo de bajo costo que integra un microcontrolador Wi-Fi diseñado por la empresa china Espressif Systems. Es ampliamente utilizado en proyectos de IoT (Internet de las cosas), dispositivos conectados a la red y aplicaciones de desarrollo de hardware.	1	40	S/ 40.00

Ítem	Producto	Características	Unidad	Precio por Unidad Soles	Total
9	Costo de la mano de Obra del ensamblaje	El costo de la mano de obra del ensamblaje puede variar significativamente dependiendo de varios factores, como la ubicación geográfica, el tipo de trabajo, la experiencia del personal y la complejidad del ensamblaje. Aquí hay algunas consideraciones generales	1	150	S/ 150.00
10	Materiales Varios	Referirse a una variedad de componentes y dispositivos utilizados en el ámbito del hardware	1	50	S/ 50.00
TOTAL					S/ 457.57

9. Cuestionario SUS.

Indicador 3: • Nivel de satisfacción de los usuarios que utilizan el sistema online.

- | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|
| 1. Creo que me gustaría utilizar este sistema con frecuencia. | NO
<table border="1" style="width: 100%; height: 20px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;"></td> </tr> </table> 1 2 3 4 5
SI | | | | | |
| | | | | | | |
| 2. Encontré el sistema innecesariamente complejo. | NO
<table border="1" style="width: 100%; height: 20px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;"></td> </tr> </table> 1 2 3 4 5
SI | | | | | |
| | | | | | | |
| 3. Pensé que el sistema era fácil de usar. | NO
<table border="1" style="width: 100%; height: 20px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;"></td> </tr> </table> 1 2 3 4 5
SI | | | | | |
| | | | | | | |
| 4. Creo que necesitaría el apoyo de un técnico para poder utilizar este sistema. | NO
<table border="1" style="width: 100%; height: 20px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;"></td> </tr> </table> 1 2 3 4 5
SI | | | | | |
| | | | | | | |
| 5. Encontré que las diversas funciones de este sistema estaba bien integrado. | NO
<table border="1" style="width: 100%; height: 20px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;"></td> </tr> </table> 1 2 3 4 5
SI | | | | | |
| | | | | | | |
| 6. Pensé que había demasiada inconsistencia en este sistema. | NO
<table border="1" style="width: 100%; height: 20px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;"></td> </tr> </table> 1 2 3 4 5
SI | | | | | |
| | | | | | | |
| 7. Me imagino que la mayoría de la gente aprendería a utilizar este sistema muy rápidamente. | NO
<table border="1" style="width: 100%; height: 20px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;"></td> </tr> </table> 1 2 3 4 5
SI | | | | | |
| | | | | | | |
| 8. Encontré el sistema muy complicado de usar | NO
<table border="1" style="width: 100%; height: 20px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;"></td> </tr> </table> 1 2 3 4 5
SI | | | | | |
| | | | | | | |
| 9. Me sentí muy seguro usando el sistema | NO
<table border="1" style="width: 100%; height: 20px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;"></td> </tr> </table> 1 2 3 4 5
SI | | | | | |
| | | | | | | |
| 10. Necesitaba aprender muchas cosas antes de empezar con este sistema | NO
<table border="1" style="width: 100%; height: 20px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;"></td> </tr> </table> 1 2 3 4 5
SI | | | | | |
| | | | | | | |