

Automated fire detection system for homes

Rodrigo Ramos-Aparicio, Bach¹, Claudia Cárdenas-Quispe, Bach¹, Anthony Machaca-Orosco, Bach¹, Iván Reaño-Soto, Bach¹, Paola Meza-Gomez, Mg¹, Carla Cuya-Zevallos, Mg¹, Elizabeth Mamani-Machaca, Ing¹

¹Universidad Católica de Santa María, Peru,

rodrigo.ramos@estudiante.ucsm.edu.pe, claudia.cardenasq@estudiante.ucsm.edu.pe,
anthony.machaca@estudiante.ucsm.edu.pe, ivan.reano@estudiante.ucsm.edu.pe, pmezag@ucsm.edu.pe,
ccuya@ucsm.edu.pe, elizabeth.mamani297@gmail.com

Abstract- *One of the main risks in homes is fire, which can be caused by gas leaks, electrical faults, or unattended appliances. In response to this, we propose a smart fire detection and alert system for homes in Arequipa. The system integrates temperature, gas, and motion sensors with an ESP32 electronic board to monitor environmental variables in real time. When a risk is detected, it activates visual and audible alarms and sends immediate alerts to the user's smartphone via Wi-Fi. The alerts include real-time information about the detected hazard, allowing for quick action even when no one is home. The system also offers scalability and affordability, making it ideal for local homes. In this research, a survey was conducted, in which 77.1% said they had faced dangerous situations in the kitchen, although without a fire breaking out. Likewise, 68.6% consider it very important to have a safety system, and the most common causes of incidents are related to a lack of supervision when cooking. These results support the relevance of the proposed system and reflect a real need.*

Keywords- *IoT, Fire detection, ESP32, Gas sensor, Home automation.*

Sistema automático de detección de incendios para hogares

Rodrigo Ramos-Aparicio, Bach¹, Claudia Cárdenas-Quispe, Bach¹, Anthony Machaca-Orosco, Bach¹, Iván Reaño-Soto, Bach¹, Paola Meza-Gomez, Mg¹, Carla Cuya-Zevallos, Mg¹, Elizabeth Mamani-Machaca, Ing¹

¹Universidad Católica de Santa María, Perú,

rodrigo.ramos@estudiante.ucsm.edu.pe, claudia.cardenasq@estudiante.ucsm.edu.pe,
anthony.machaca@estudiante.ucsm.edu.pe, ivan.reano@estudiante.ucsm.edu.pe, pmezag@ucsm.edu.pe,
ccuya@ucsm.edu.pe, elizabeth.mamani297@gmail.com

Resumen: Uno de los principales riesgos en los hogares es el incendio, que puede producirse por fugas de gas, fallos eléctricos o electrodomésticos desatendidos. En respuesta a esto, proponemos un sistema inteligente de detección y alerta de incendios para viviendas en Arequipa. El sistema integra sensores de temperatura, gas y movimiento con una placa electrónica ESP32 para monitorear las variables ambientales en tiempo real. Al detectar un riesgo, activa alarmas visuales y sonoras y envía alertas inmediatas al smartphone del usuario vía wifi. Las alertas incluyen información en tiempo real sobre el peligro detectado, lo que permite actuar con rapidez incluso en ausencia de ocupantes. El sistema también ofrece escalabilidad y asequibilidad, lo que lo hace ideal para hogares locales. En esta investigación se realizó una encuesta, donde el 77.1% manifestó haber enfrentado situaciones peligrosas en la cocina, aunque sin llegar a un incendio. Asimismo, el 68.6% considera muy importante contar con un sistema de seguridad, y las causas más comunes de incidentes están relacionadas con la falta de supervisión al cocinar. Estos resultados respaldan la pertinencia del sistema propuesto y reflejan una necesidad real.

Keywords—IoT, Fire detection, ESP32, Gas sensor, Home automation.

I. INTRODUCCIÓN

La seguridad doméstica representa un aspecto fundamental del bienestar humano [1], siendo la cocina una de las zonas más vulnerables del hogar. Este espacio concentra el uso intensivo de electrodomésticos, conexiones eléctricas, fuentes de calor como estufas, hornos y parrillas, así como la manipulación de combustibles como el gas.

Según estadísticas del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) y reportes del Cuerpo General de Bomberos del Perú, la mayoría de los incendios domésticos tienen su origen en fallas relacionadas con la cocina, ya sea por fugas de gas, sobrecalentamientos o cortocircuitos eléctricos [2].

A pesar del riesgo evidente, una gran parte de las viviendas en el país, y particularmente en la región de Arequipa, no cuenta con sistemas adecuados de detección temprana ni con mecanismos preventivos de fácil implementación. Esta ausencia tecnológica no solo incrementa la probabilidad de que ocurran incidentes que evidencian una brecha tecnológica significativa en el ámbito de la seguridad doméstica [4]. Esta situación resalta la necesidad urgente de implementar soluciones accesibles,

automatizadas y adaptadas al entorno local, como el sistema inteligente que se propone en este proyecto.

En respuesta a esta problemática, la presente propuesta propone el desarrollo de un Sistema contra Incendios Inteligente para Hogares, centrado especialmente en el entorno de la cocina. Esta solución integrará sensores de bajo costo, pero alta precisión, conectividad mediante tecnologías de Internet de las Cosas (IoT) [5] y un sistema de notificación temprana que permita alertar de forma automática a los residentes o incluso a servicios de emergencia [6]. El enfoque del sistema no se limita únicamente a la detección, sino que también contempla la prevención activa, mediante análisis en tiempo real del comportamiento ambiental, generando alertas y posibles respuestas automatizadas (como el cierre de válvulas de gas o el corte de energía eléctrica).

Este tipo de innovación no solo mejora la seguridad del hogar, sino que también abre posibilidades de escalabilidad hacia sistemas de domótica accesibles y sostenibles. Así, la propuesta busca contribuir con el desarrollo de tecnologías domésticas que mejoren la calidad de vida [7], reduzcan los riesgos y fomenten una cultura de prevención en la ciudadanía.

II. ANTECEDENTES

Los autores presentan un sistema automatizado de extinción de incendios; que utiliza redes neuronales convolucionales no solo para detectar incendios, sino también para reconocer la presencia humana. Además, se integra con un robot móvil que actúa directamente para apagar el fuego, lo que permite una respuesta rápida y autónoma ante emergencias [8].

Luego, se presenta otra investigación que desarrolló un sistema pensado para entornos industriales, esta propuesta utiliza visión por computadora y algoritmos neuro-difusos para detectar y extinguir incendios automáticamente, lo que mejora la seguridad y reduce la intervención humana en zonas de alto riesgo [9].

Además, existe una implementación de seguridad doméstica, que utiliza LabVIEW, una herramienta de diseño gráfico de sistemas, junto con una placa electrónica Arduino. El sistema monitorea y controla el ambiente del hogar en

tiempo real, activando mecanismos de supresión ante la detección de fuego [10].

También, se presenta una investigación orientada a la detección temprana de incendios forestales. Emplea un dron de bajo costo con visión por computadora y técnicas de aprendizaje automático para identificar humo, lo que permite una intervención oportuna antes de que el fuego se propague [11].

Finalmente, se presenta una investigación que utiliza el modelo de aprendizaje automático optimizado [12] para dispositivos con recursos limitados, como teléfonos o sistemas embebidos. A pesar de su portabilidad, KutraNet mantiene una alta precisión en la detección de incendios, lo que lo hace ideal para su implementación en diversas plataformas [13].

III. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad, una gran parte de los hogares peruanos, especialmente en regiones como Arequipa, carecen de sistemas eficaces de detección y prevención temprana de incendios en espacios críticos como la cocina. Esta deficiencia se traduce en un riesgo constante para la integridad de las personas, la infraestructura doméstica y los bienes materiales. A pesar de la disponibilidad de tecnologías modernas, la implementación de soluciones inteligentes para la seguridad en el hogar sigue siendo limitada, principalmente por barreras económicas, técnicas y de conocimiento [1].

Según, para calcular el tamaño de la muestra de una población finita, se utiliza la siguiente ecuación.

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q} \dots (1)$$

Se consideró que el tamaño de la población (N) de la provincia de Arequipa en el año 2025 según el Instituto Nacional de Estadística e Informática, es de 1,177,200 habitantes.

$$N = \frac{1,177,200 * (1.645)^2 * 0.5 * 0.5}{(0.1)^2 * (1,177,200 - 1) + (1.645)^2 * 0.5 * 0.5}$$

Para la recolección de información, se consideró una muestra de 68 personas residentes en la ciudad de Arequipa, seleccionadas con el objetivo de identificar las principales preocupaciones relacionadas con incidentes en la cocina doméstica.

La muestra estuvo conformada por participantes de distintos perfiles, incluyendo estudiantes universitarios, trabajadores independientes y amas de casa, con el fin de representar diversas realidades del entorno doméstico. Asimismo, se incluyeron personas con diferentes niveles de experiencia en el uso de tecnología, esto permitió evaluar no solo la percepción del riesgo, sino también la aceptación de soluciones tecnológicas para la prevención de incendios.

Esta diversidad en la muestra permitió obtener una visión más amplia del problema, considerando factores sociales y conductuales que influyen en la ocurrencia de incidentes en la cocina.

Luego se realizó una encuesta para tener conocimiento en qué situación está el problema y según la fig. 1, se aprecia que el 68.6% se debe al hecho de que las personas no supervisan bien la cocina al momento de cocinar mientras que el 17.1% debido al mal uso o mantenimiento de electrodomésticos, y un 14.3% debido al aceite o grasa que se calienta en exceso.

¿Cuáles cree que son las principales causas de incendios en la cocina?



Fig. 1. Causas de incendios en la cocina.

Asimismo, en la fig. 2 se indaga sobre el nivel de conocimiento y percepción que tienen las personas respecto a la relevancia de contar con un sistema de seguridad contra incendios en la cocina. Los resultados muestran que un 68.6% de los encuestados considera que es muy importante, ya que "la seguridad es lo primero", mientras que un 25.7% lo considera algo importante, aunque no lo prioriza. Un pequeño porcentaje, 2.9%, confía únicamente en sus propias medidas de seguridad, y otro 2.9% no le da ninguna importancia. Estos datos reflejan que, aunque existe una conciencia general sobre la necesidad de seguridad en la cocina, todavía persiste una brecha en la percepción y acción preventiva, lo cual puede contribuir a la falta de implementación de estos sistemas en los hogares.

¿Ud. cree que es importante contar con un sistema de seguridad en la cocina?

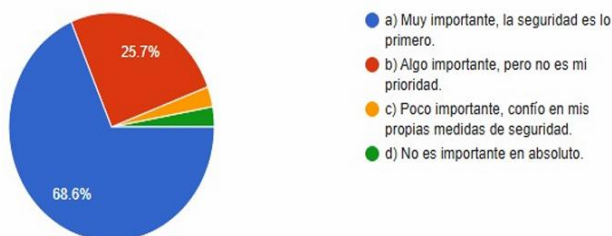


Fig. 2. Importancia de contar con un sistema de seguridad.

Estos datos evidencian que, aunque existe una conciencia significativa sobre la importancia de la seguridad, también hay una clara limitación en cuanto al conocimiento técnico y la capacidad práctica para implementar estas soluciones, lo cual representa un factor clave en la limitada adopción de sistemas de seguridad domésticos.

IV. MÉTODOS Y MATERIALES

El sistema que se propone tiene como objetivo principal aumentar la seguridad en el entorno de la cocina, una de las zonas más propensas a incendios en el hogar. Para ello, se

plantea un sistema automatizado que emplea diferentes sensores y actuadores, todos gestionados por un microcontrolador ESP32. A continuación, se describen en detalle los componentes electrónicos utilizados, explicando su funcionamiento individual y su rol dentro del sistema global.

- a) ESP32: Es una placa electrónica altamente versátil que constituye el núcleo del sistema. Su bajo costo, alto rendimiento y conectividad Wi-Fi y Bluetooth lo hacen ideal para proyectos de Internet de las Cosas (IoT). Este chip cuenta con un procesador de doble núcleo, lo que le permite ejecutar múltiples procesos en paralelo, y dispone de una gran cantidad de pines de entrada y salida que permiten conectarlo fácilmente a sensores y módulos externos. Dentro del sistema antiincendios, el ESP32 cumple la función de recibir y procesar los datos captados por los sensores, tomar decisiones en tiempo real y activar los mecanismos de alerta cuando se detectan condiciones de riesgo. Además, gracias a su capacidad de conexión a Internet, puede enviar notificaciones a dispositivos móviles o integrarse con sistemas domóticos del hogar. También se encarga de actualizar la pantalla OLED con datos actuales y coordinar la reproducción de sonidos de advertencia a través del módulo MP3.[14]



Fig. 3. Módulo ESP32.

- b) DHT11: El sensor DHT11 es un dispositivo compacto que mide la temperatura y la humedad del ambiente. Funciona utilizando un termistor para la medición de temperatura y un sensor capacitivo para la humedad relativa, cuyos valores son convertidos en señales digitales que el ESP32 puede leer directamente. El sensor es clave en el sistema antiincendios porque permite monitorear cambios bruscos de temperatura que podrían ser indicativos de un inicio de incendio. Asimismo, variaciones significativas en la humedad pueden ayudar a detectar condiciones de riesgo, como una fuga de gas acompañada de alteraciones térmicas. Su instalación dentro del ambiente de la cocina permite una lectura constante y precisa del entorno.[15]

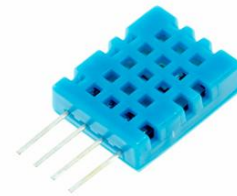


Fig. 4. Sensor DHT11 para temperatura y humedad.

- c) MQ-2: Es un sensor de gas que detecta sustancias inflamables y nocivas como el monóxido de carbono (CO), el gas butano, el metano y el humo. Utiliza un material sensible que modifica su resistencia eléctrica al entrar en contacto con gases peligrosos, generando una señal que puede ser leída por el ESP32. Este componente es fundamental para la detección temprana de fugas de gas o la presencia de humo en la cocina. En caso de detectar concentraciones elevadas de gases combustibles, el ESP32 activa automáticamente el sistema de alerta sonora y visual, advirtiendo así al usuario antes de que ocurra un incendio. La sensibilidad del MQ-2 lo convierte en un elemento clave para la prevención activa de accidentes domésticos. [16]
- d) LD2410C: Es un sensor de radar capaz de detectar presencia humana y movimientos a corta distancia, incluso a través de obstáculos. A diferencia de sensores infrarrojos tradicionales, este sensor utiliza ondas de radiofrecuencia para medir movimientos sutiles con alta precisión. Dentro del sistema antiincendios, este sensor permite detectar si hay personas cerca de una zona en riesgo. Por ejemplo, si una hornilla está encendida por mucho tiempo y se detecta movimiento cercano junto con un incremento de temperatura o gases, el sistema puede activar una alerta temprana para prevenir accidentes, como desmayos por inhalación de humo o explosiones. Además, puede ayudar a evitar falsas alarmas cuando no hay personas presentes [17].

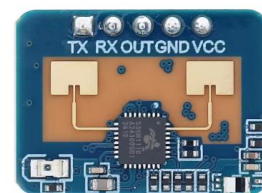


Fig. 5. Sensor LD2410C.

- e) Módulo MP3: Es un dispositivo que permite reproducir archivos de audio almacenados en una tarjeta microSD. Se comunica con el ESP32 mediante una interfaz serial, y es capaz de ejecutar comandos como reproducir, pausar o cambiar pistas. Generalmente incluye un amplificador integrado que permite conectar altavoces directamente. Este módulo se utiliza en el sistema antiincendios para

emitir alertas sonoras cuando se detectan condiciones peligrosas. Estas alertas pueden ser mensajes grabados, alarmas o sonidos personalizados que advierten a los habitantes del hogar. Su implementación mejora significativamente la capacidad de respuesta, ya que el sonido puede ser escuchado inmediatamente en distintas áreas del hogar [18].



Fig. 7. Módulo MP3 para reproducción de audio en proyectos electrónicos.

- f) SSD1306: Es un display OLED de bajo consumo que se comunica con el ESP32 mediante los protocolos I2C o SPI, utilizando solo cuatro pines. Este tipo de pantalla tiene un contraste muy alto y es capaz de mostrar texto e íconos gráficos con buena visibilidad, incluso en ambientes con poca iluminación. En esta propuesta, la pantalla OLED se encarga de mostrar información en tiempo real, como la temperatura, los niveles de humedad, la concentración de gases, y estados del sistema como “alarma activada” o “zona segura”. Esto permite que el usuario tenga acceso visual inmediato a los datos críticos sin necesidad de usar una aplicación móvil, lo que lo hace especialmente útil para personas mayores o con acceso limitado a tecnología [19].



Fig. 8. Pantalla OLED SSD1306.

V. FUNCIONAMIENTO

El sistema está diseñado para detectar condiciones de riesgo de incendio y emitir alertas visuales y sonoras en tiempo real.

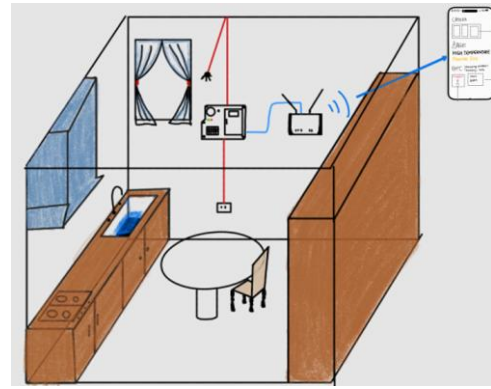


Fig. 9. Prototipo de instalación del proyecto.

El sistema propuesto está diseñado para realizar un monitoreo continuo y en tiempo real del entorno doméstico mediante la integración de múltiples sensores conectados a un microcontrolador ESP32, el cual ha demostrado ser eficiente en aplicaciones de automatización por su bajo consumo y conectividad inalámbrica [14], [15]. Esta placa electrónica gestiona datos provenientes de sensores como el DHT11 (para temperatura y humedad) [15], el MQ-2 (para gases inflamables y humo) [16], y el sensor de presencia LD2410C [17].

La lógica de detección del sistema se basa en umbrales predefinidos para cada variable monitoreada. En el caso de la temperatura, se estableció un valor crítico a partir del cual se activa la alerta, mientras que para el sensor MQ-2 se consideraron niveles elevados de concentración de gases inflamables como indicador de riesgo. Estos valores fueron definidos de manera empírica mediante pruebas controladas, considerando la estabilidad de las lecturas y la minimización de falsas alarmas. Adicionalmente, se implementó un análisis continuo de los datos para reducir el impacto de fluctuaciones o ruido.

El flujo operativo se basa en la lectura continua de datos y su análisis mediante umbrales programados, una estrategia validada en sistemas embebidos para la detección de condiciones críticas [18]. Al detectar valores anómalos, el sistema activa alertas visuales en una pantalla OLED SSD1306 y sonoras mediante un módulo MP3, una combinación efectiva para notificaciones en entornos domésticos [19]. Además, el sistema emplea Wi-Fi o Bluetooth para notificaciones remotas, como se ha propuesto en otros sistemas de monitoreo inteligente del hogar [19].

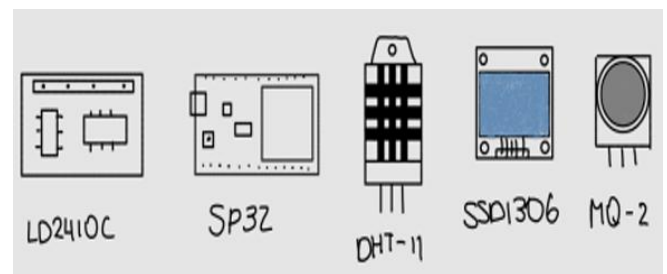


Fig. 10. Componentes del sistema Propuesto

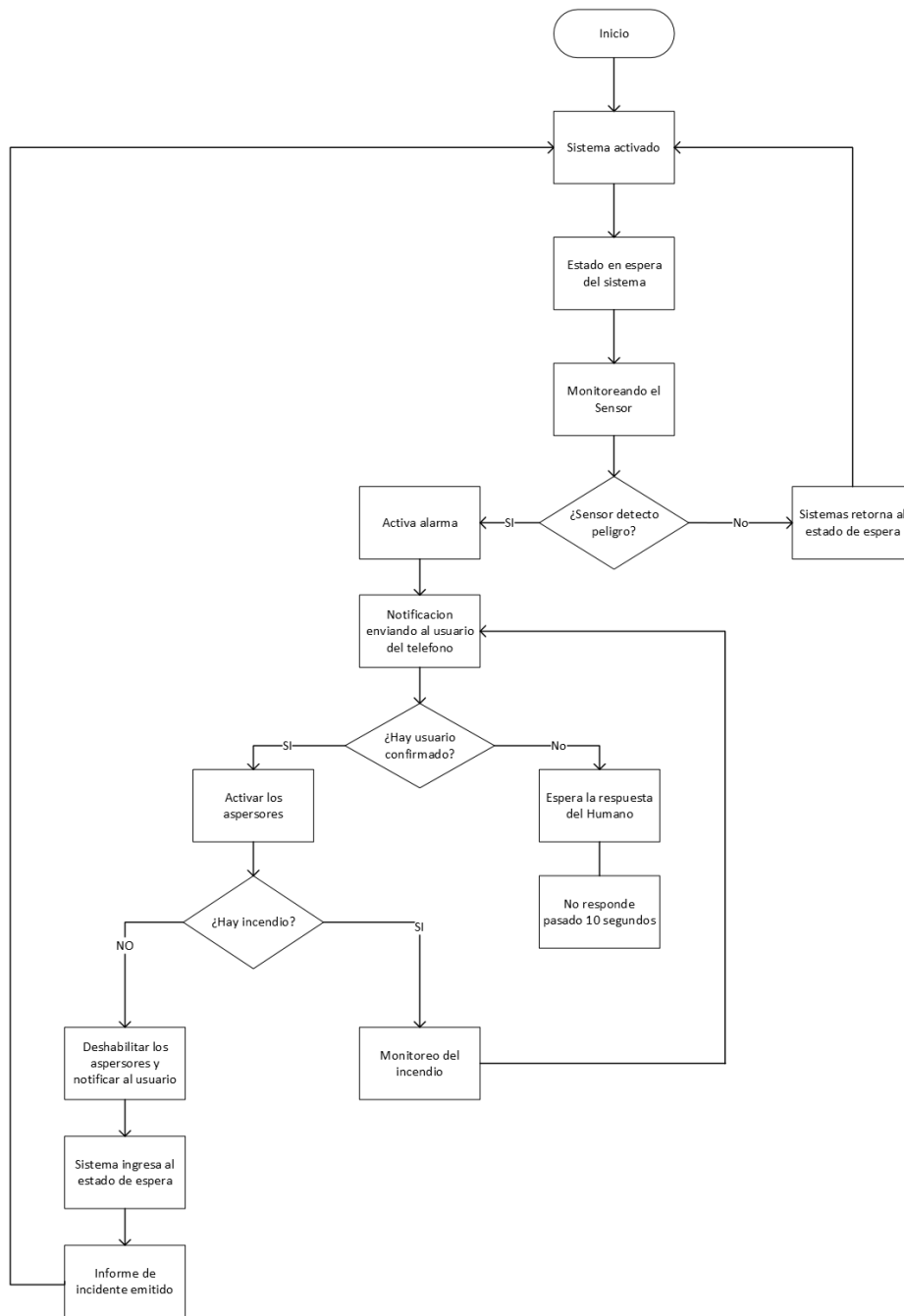


Fig. 11. Diagrama del funcionamiento

Sensores de entrada:

- DHT11: Mide temperatura y humedad del ambiente
- MQ-2: Detecta gases inflamables y partículas de humo
- LD2410C: Detecta presencia humana mediante radar

Procesamiento central (ESP32):

- Recibe y analiza datos de todos los sensores
- Ejecuta algoritmos de detección de incendios
- Toma decisiones basadas en umbrales configurados

- Controla la activación de alarmas y notificaciones

Dispositivos de salida:

- Pantalla OLED (SSD1306): Muestra estado del sistema y valores en tiempo real
- App Móvil: Envía notificaciones push y permite monitoreo remoto
- Módulo MP3: Reproduce alarma sonora cuando se detecta peligro

En la Tabla I se presenta los principales componentes utilizados en el sistema propuesto, junto con sus

funciones y justificación dentro del diseño. Esta organización permite comprender de manera estructurada la arquitectura del sistema.

TABLA I.
 COMPONENTES DEL SISTEMA PROPUESTO

Componente	Tipo	Función principal	Justificación
ESP32	Microcontrolador	Procesamiento y control del sistema	Bajo costo y conectividad Wi-Fi
DHT11	Sensor	Medición de temperatura y humedad	Detecta cambios térmicos
MQ-2	Sensor	Detección de gas y humo	Prevención temprana de incendios
LD2410C	Sensor radar	Detección de presencia humana	Reduce falsas alarmas
SSD1306	Pantalla OLED	Visualización de datos	Bajo consumo y fácil lectura
Módulo MP3	Actuador	Emisión de alertas sonoras	Mejora respuesta del usuario

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La implementación del sistema demostró ser eficaz en la detección temprana de condiciones de riesgo como presencia de gas, humo y aumentos anómalos de temperatura. Las pruebas realizadas validaron su funcionamiento autónomo y su capacidad de generar alertas inmediatas, reforzando su utilidad en cocinas domésticas. En particular, el sistema logró activar correctamente las alertas en el 100% de los eventos de fuga de gas simulados y en más del 90% de los casos de incremento térmico significativo, evidenciando una alta capacidad de respuesta ante situaciones críticas. Asimismo, no se registraron falsas alarmas durante las pruebas realizadas en condiciones controladas, lo que evidencia estabilidad en la lectura de los sensores.

Esta solución es especialmente pertinente en ciudades como Arequipa, donde muchas viviendas presentan instalaciones eléctricas expuestas y cocinas a gas, aumentando el riesgo de incendios [3], [14]. Asimismo, el sistema integra sensores como el MQ-2, DHT11 y LD2410C conectados a una placa ESP32, permitiendo el monitoreo constante de variables críticas.

Los resultados de la encuesta aplicada a 68 personas después de conocer la descripción de la propuesta, menciona que el 78% manifestó que le pareció muy recomendado, aunque solo el 6.5% sufrió rechazo porque no le agrada usar mucha tecnología en casa. Esto revela una necesidad real de soluciones accesibles y funcionales como la propuesta.

TABLA II.
 COMPARACIÓN DEL SISTEMA PROPUESTO CON OTRAS SOLUCIONES DE DETECCIÓN DE INCENDIOS

Característica	Sistema propuesto	Sistemas tradicionales	Sistemas de investigación
Tipo de detección	Multivariable (gas, temperatura, presencia)	Un solo parámetro (humo o gas)	Multivariable
Costo	Bajo	Medio-alto	Alto
Instalación	Fácil	Moderada	Compleja
Notificación remota	Sí (Wi-Fi / Bluetooth)	Limitada o inexistente	Variable
Adaptación al entorno doméstico	Alta	Media	Baja

Como se observa en la Tabla II, los sistemas tradicionales de detección de incendios en entornos domésticos, como detectores de humo o sensores de gas independientes, presentan limitaciones al basarse generalmente en un único parámetro de monitoreo, lo que puede generar retrasos en la detección o falsas alarmas. Además, muchos de estos sistemas carecen de capacidades de notificación remota o integración con tecnologías inteligentes.

En contraste, el sistema propuesto integra múltiples variables críticas, como la detección de gases inflamables, cambios de temperatura y presencia humana, permitiendo una evaluación más completa del entorno y una respuesta más oportuna ante situaciones de riesgo. Asimismo, su bajo costo, facilidad de instalación y adaptación al contexto doméstico de Arequipa lo convierten en una alternativa viable frente a soluciones comerciales o prototipos de investigación más complejos.

En conjunto, el sistema desarrollado responde a una problemática concreta con tecnología adecuada al contexto local. Frente a propuestas más complejas o costosas descritas en la literatura, esta propuesta se destaca por su simplicidad, eficiencia y enfoque en la prevención, aportando una solución realista, escalable y útil para mejorar la seguridad en los hogares.

VIII. CONCLUSIÓN

Esta investigación ha permitido desarrollar un sistema inteligente de detección y prevención de incendios específicamente orientado a cocinas domésticas, uno de los entornos más vulnerables dentro del hogar. La solución propuesta combina sensores de temperatura, gas y presencia humana, todos gestionados por un microcontrolador ESP32, que se encarga de procesar datos en tiempo real y activar alertas visuales, sonoras y móviles de manera inmediata. Durante las pruebas realizadas, el sistema demostró un desempeño satisfactorio. Fue capaz de detectar con rapidez condiciones anómalas simuladas como fugas de gas, presencia de humo y aumentos súbitos de temperatura. La activación de alarmas y la transmisión de notificaciones funcionaron correctamente, incluso en zonas con conectividad intermedia. Además, el diseño modular del

sistema facilitó su instalación y mantenimiento, lo cual es clave en viviendas con estructuras mixtas o con recursos limitados.

El sistema desarrollado responde adecuadamente a esta necesidad, ya que combina facilidad de uso, bajo costo y efectividad técnica, sin requerir conocimientos avanzados para su implementación, por tal razón el 78% le pareció muy recomendado la propuesta de esta investigación.

En resumen, el sistema propuesto no solo ha cumplido con los objetivos técnicos, sino que ha logrado alinearse con las condiciones sociales y económicas del entorno local. Su implementación puede contribuir significativamente a reducir los riesgos de incendios en hogares, mejorar la cultura de prevención y fomentar el uso de tecnología accesible para la protección del hogar. A futuro, el sistema tiene potencial de ser escalado e integrado a plataformas de domótica más completas, sirviendo como base para nuevas soluciones en seguridad doméstica en contextos urbanos similares al de Arequipa.

RECONOCIMIENTO

Expresamos nuestro más profundo agradecimiento a la Universidad Católica de Santa María, ubicada en la ciudad de Arequipa, Perú, por brindar un entorno académico sólido y enriquecedor, el cual ha sido fundamental para el desarrollo de esta propuesta. La formación integral recibida en esta casa de estudios ha fortalecido nuestras competencias y ha despertado en nosotros el compromiso de contribuir con soluciones innovadoras para el beneficio de nuestra comunidad.

REFERENCIAS

- [1] Head Start, "Family Support and Well-Being," HeadStart.gov, 2025. [Online]. Available at: <https://headstart.gov/es/apoyo-y-bienestar-familiar> Revised 14 June,2025.
- [2] National Institute of Civil Defense (INDECI), "Statistical Compendium of INDECI 2023 - Reactive Management," Lima, Peru, 2023. [Online]. Available at: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/5591372/4965310-compendio-final-af2023-indeci.pdf> Revised 14 June,2025
- [3] MedlinePlus, "Fire safety in the home," MedlinePlus, 2025. [Online]. Available at: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/patientinstructions/000390.htm> Revised 14 June,2025
- [4] G. Z. Islam, "IoT-Based Intelligent Gas Leakage Detection and Fire Protection System," *Int. J. Interact. Mob. Technol.*, vol. 16, no. 21, pp. 49–70, Nov. 2022: <https://doi.org/10.3991/ijim.v16i21.30311>
- [5] X. Pérez-Palomino, K. Rosas-Paredes, and J. Esquicha-Tejada, "LowCost Gas Leak Detection and Surveillance System for Single Family Homes Using Wit.ai, Raspberry Pi and Arduino," *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, vol. 16, no. 9, pp. 206–216, 2022, doi:10.3991/ijim.v16i09.30177.
- [6] Alpha IoT, "IoT technology, key to fire and fire risk prevention," Alpha IoT, 2025. [Online]. Available at: <https://alfaiot.com/actualidad-iot/tecnologia-iot-clave-para-la-prevencion-de-incendios-y-sus-riesgos/> Revised 14 June,2025
- [7] J. Alpaca Rendón, J. Esquicha Tejada, and K. Rosas Paredes, "Hospitalized patients caring system using Raspberry Pi with megapixel camera and OpenCV [Sistema de atención a pacientes hospitalizados utilizando Raspberry Pi con Cámara Megapixel y OpenCV]," *Proceedings of the LACCEI International Multi-conference for Engineering, Education and Technology*, 2017-July, DOI: 10.18687/LACCEI2017.1.1.223.
- [8] S. K. Jagatheesaperumal, K. Muhammad, A. K. J. Saudagar, y J. J. P. C. Rodrigues, "Automated Fire Extinguishing System Using a Deep Learning Based Framework," *Mathematics*, vol. 11, no. 3, p. 608, 2023. [Online]. Available at: <https://doi.org/10.3390/math11030608> Revised 14 June,2025
- [9] K. C. Manjunatha, H. S. Mohana y P. A. Vijaya, "Implementation of Computer Vision Based Industrial Fire Safety Automation by Using Neuro-Fuzzy Algorithms," *International Journal of Information Technology and Computer Science*, vol. 7, no. 4, pp. 14-27, 2015. [Online]. Available at: <https://doi.org/10.5815/ijitcs.2015.04.02> Revised 14 June,2025
- [10] C. Marimuthu, V. Janani, R. Kaviyanjali y N. Priyanka, "Automatic Fire Suppression of Home Automation System Using Graphic System Design," *Research Square*, 2024. [Online]. Available at: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3909867/v1> Revised 14 June,2025.
- [11] A. Yanık, M. S. Güzel, M. Yanık y E. Bostancı, "Machine Learning Based Early Fire Detection System using a Low-Cost Drone," *arXiv preprint*, 2021. [Online]. Available at: <https://arxiv.org/abs/2101.09362> Revised 14 June,2025.
- [12] A. Ayala, B. Fernandes, F. Cruz, D. Macêdo, A. L. I. Oliveira y C. Zanchettin, "KutralNet: A Portable Deep Learning Model for Fire Recognition," *arXiv preprint*, 2020. [Online]. Available at: <https://arxiv.org/abs/2008.06866> Revised 14 June,2025.
- [13] A. Apaza-Pinto, J. Esquicha-Tejada, P. Lopez-Casaperalta, and J. SullaTorres, "Supervised Machine Learning Techniques for the Prediction of the State of Charge of Batteries in Photovoltaic Systems in the Mining Sector," *IEEE Access*, vol. 10, pp. 134307-134317, 2022, DOI: 10.1109/ACCESS.2022.3225406
- [14] A-EX Auto Extinguishing SL, "Automatic fire extinguishing system for kitchens and fryers," 2023. [Online]. Available at: <https://a-ex.es/sistema-extincion-de-cocinas/> Revised 14 June, 2025
- [15] O. Taiwo, A. E. Ezugwu, O. N. Oyelade, and M. S. Almutairi, "Enhanced intelligent smart home control and security system based on deep learning model," *Wireless Commun. Mobile Comput.*, vol. 2022, Art. no. 9307961, 2022, doi: 10.1155/2022/9307961.
- [16] P. D. Potbhare, K. Bhange, G. Tembhare, R. Agrawal, S. Sorte, and P. Lokulwar, "IoT based smart air pollution monitoring system," in *Proc. Int. Conf. Appl. Artif. Intell. Comput. (ICAAIC)*, 2022, pp. 1829-1834. doi: 10.1109/ICAAIC53929.2022.9792743.
- [17] D. N. Bestari and A. . Wibowo, "An IoT Based Real-Time Weather Monitoring System Using Telegram Bot and Thingsboard Platform," *Int. J. Interact. Mob. Technol.*, vol. 17, no. 06, pp. 4–19, Mar. 2023, <https://doi.org/10.3991/ijim.v17i06.34129> Revised 14 June,2025
- [18] T. Chen, L. Shangguan, Z. Li, and K. Jamieson, "The design and implementation of a steganographic communication system over in-band acoustical channels," *ACM Trans. Sensor Netw.*, vol. 19, no. 4, Art. no. 90, 2023. doi: 10.1145/3587162.
- [19] O. Chidolue and T. Iqbal, "Real-time monitoring and data acquisition using LoRa for a remote solar powered oil well," *Int. J. Appl. Power Eng.*, vol. 13, no. 1, pp. 201–212, 2024. doi: 10.11591/ijape.v13.i1.pp201-212.