

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

**DESARROLLO DE UN SISTEMA INTELIGENTE DE DETECCIÓN Y ALERTA PARA PERSONAS
AUTOVALENTES EN PROPIEDADES HABITACIONALES**

Trabajo de Titulación para optar al Título de
Ingeniero de Ejecución en CONTROL E
INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL

Alumno:

Nicolás Ignacio Aspe Miranda

Profesor Guía:

Mag. Guelis Montenegro Zamora

RESUMEN

KEYWORDS: ESP32, Comunicación, Arduino IDE, Maestro-Esclavo.

El presente trabajo aborda los riesgos asociados a la inhalación de monóxido de carbono y otras condiciones peligrosas en viviendas, como temperaturas críticas. Estos riesgos son particularmente preocupantes en hogares de adultos mayores que viven solos o propiedades desocupadas, donde la falta de supervisión aumenta la vulnerabilidad ante emergencias.

El sistema propuesto utiliza dispositivos ESP32 configurados en un esquema maestro-esclavo, sensores especializados como el MQ135 (detección de gases) y el LM35 (medición de temperatura), y comunicación WiFi para generar alertas locales y notificaciones remotas a través de Telegram. Este diseño permite detectar riesgos en tiempo real, garantizando una respuesta inmediata y efectiva.

Para validar la viabilidad del proyecto, se realizó un estudio de mercado que incluyó una encuesta a posibles usuarios. Los resultados mostraron que existe una alta percepción de necesidad para un sistema de estas características, con un rango de precio aceptable entre \$80.000 y \$250.000 CLP. Este análisis ayudó a definir los parámetros económicos y funcionales del sistema, asegurando su accesibilidad y adopción.

El proyecto combina tecnología económica, facilidad de instalación y un enfoque orientado a sectores vulnerables, demostrando su eficacia en pruebas funcionales. Con este sistema, se espera contribuir a la seguridad doméstica y reducir accidentes relacionados con gases y temperaturas peligrosas.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: PROBLEMÁTICA A RESOLVER.....	2
1. PROBLEMÁTICA A RESOLVER	3
1.1. CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROYECTO	3
1.2. PROPUESTAS EXISTENTES EN EL MERCADO.....	8
1.2.1. Tecnologías efectivas para la seguridad y minimización de emisiones	9
1.3. PROBLEMÁTICA	11
1.4. REQUERIMIENTOS.....	13
1.4.1. Utilidad	13
1.4.2. Facilidad de comprensión y operación	14
1.4.3. Bajo costo	14
1.4.3.1. Impacto en poblaciones vulnerables	15
1.5. POSIBLES SOLUCIONES	16
1.5.1. Propuesta:	16
1.6. ESTUDIO DE MERCADO.....	18
1.7. OBJETIVOS	20
1.7.1. Objetivo General	20
1.7.2. Objetivos Específicos.....	20
CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	21
2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	22
2.1. DIAGRAMA DE BLOQUES	22
2.2. COMPONENTES DEL PROYECTO.....	24

2.2.1. Funciones del ESP32 Maestro	28
2.2.2. Funciones del ESP32 Esclavos	29
2.2.2.1. Funciones del ESP32 Esclavo 1 (Cocina).....	29
2.2.2.2. Funciones del ESP32 Esclavo 2 (Pieza)	30
2.3. PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN	31
2.3.1. Comunicación mediante Wifi.....	34
2.3.1.1. Frecuencia de Operación	34
2.3.1.2. Alcance de la Comunicación	34
2.3.1.3. Integración con Telegram	35
2.4. CONEXIONES DE COMPONENTES Y SENSORES	35
2.4.1. Circuito del Esclavo 1	37
2.4.2. Circuito del Esclavo 2	38
2.4.3. Circuito del Maestro.....	39
2.5. PROGRAMACIÓN	40
2.5.1. Programación Esclavo 1	40
2.5.2. Programación Esclavo 2	45
2.5.3. Programación Maestro	50
CAPÍTULO 3: RESULTADO Y EVALUACIÓN DEL PROYECTO	59
3. RESULTADO Y EVALUACIÓN DEL PROYECTO	60
3.1. PUESTA EN MARCHA DEL PROYECTO	60
3.2. CARTA GANTT	62
3.2.1. Investigación y Planificación	62
3.2.2. Diseño del Sistema	63
3.2.3. Implementación	64
3.2.4. Pruebas del Sistema	64
3.3. ANÁLISIS ECONÓMICO	66
3.3.1. Costos del proyecto.....	66

3.3.2. Costos por mano de obra.....	68
3.3.3. Precio de venta.....	71
3.4. EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO	72
3.4.1. Flujo de caja de proyecto puro	73
3.4.2. Flujo de caja de proyecto con financiamiento del 25%	75
3.4.3. Flujo de caja de proyecto con financiamiento del 50%	78
3.4.4. Flujo de caja de proyecto con financiamiento del 75%	81
3.5. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.....	86
3.5.1. Cálculo Base del VAN	86
3.5.2. Caso con ingresos variables y costos constantes (sin variación en costos)	87
3.5.3. Caso con costos variables e ingresos constantes (sin variación en ingresos).....	87
3.5.4. Caso con variaciones simultaneas.....	87
3.6. FUTURAS MEJORAS.....	89
CONCLUSIÓN	91
BIBLIOGRAFÍA.....	92
ANEXOS	95
ANEXO A-NOTICIAS.....	95
ANEXO B-ENCUESTA ESTUDIO DE MERCADO	108

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Noticia sobre intoxicación con monóxido de carbono en santiago.	4
Figura 1-2. Fallecimiento de brasileños por intoxicación con monóxido de carbono.	4
Figura 1-3. Posible causa de muerte por intoxicación con monóxido de carbono.	5
Figura 1-4. Cuatro involucrados por intoxicación con monóxido de carbono.	5
Figura 1-5. Personas afectadas por emanación de dióxido de carbono.	5
Figura 1-6. Hombre muere por inhalación de gas en concepción.	6
Figura 1-7. Investigación de muerte por inhalación de monóxido de carbono.	6
Figura 1-8. Adultos mayores fallecen por inhalar monóxido de carbono.	6
Figura 1-9. Anciana fallece por monóxido de carbono.	7
Figura 1-10. Fuga de gas provoca explosión en una vivienda en viña del mar.	7
Figura 1-11. Diagrama de ishikawa.....	13
Figura 1-12. Resultado encuesta importancia del sistema.	18
Figura 1-13. Resultado encuesta valor de compra.	19
Figura 1-14. Resultado encuesta compras por parte de entrevistados.	19
Figura 2-1. Diagrama de bloque de sistema de detección y alerta.	23
Figura 2-2. Plano de vivienda.	23
Figura 2-3. Módulo esp32.....	24
Figura 2-4. Sensor de gas mq135.	25
Figura 2-5. Módulo relé de un canal 5[v].	25
Figura 2-6. Sirena 12[v].....	26
Figura 2-7. Pantalla lcd 16x2 con i2c.	26

Figura 2-8. Sensor de temperatura lm35.	27
Figura 2-9. Led rojo.....	27
Figura 2-10. Pines esp32 wroom.	36
Figura 2-11. Pines análogos.....	36
Figura 2-12. Diagrama electrónico circuito 1.	37
Figura 2-13. Diagrama electrónico circuito 2.	38
Figura 2-14. Esquema de conexión esp32 maestro.	39
Figura 2-15. Declaración de librerías y variables esclavo 1.	40
Figura 2-16. Configuración void setup esclavo 1.....	41
Figura 2-17. Configuración void loop esclavo 1.....	42
Figura 2-18. Configuración void senddata esclavo 1.....	43
Figura 2-19. Diagrama de flujo esclavo 1.	44
Figura 2-20. Declaración de librerías y variables esclavo 2.	45
Figura 2-21. Configuración void setup esclavo 2.....	47
Figura 2-22. Configuración void loop esclavo 2.....	48
Figura 2-23. Configuración senddata esclavo 2.....	49
Figura 2-24. Diagrama de flujo esclavo 2.	50
Figura 2-25. Librerías maestro.....	51
Figura 2-26. Configuración de red y telegram.....	52
Figura 2-27. Inicialización de servidor y cliente.....	52
Figura 2-28. Variables de estados.....	53
Figura 2-29. Configuración void setup maestro.	53
Figura 2-30. Configuración void loop(1) maestro.....	54

Figura 2-31. Configuración void loop(2) maestro.....	55
Figura 2-32. Mensajes a telegram.	56
Figura 2-33. Diagrama de flujo maestro.....	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. Tecnologías para mejorar la seguridad y reducir las emisiones en los hogares. 10	
Tabla 1-2. Comparativa de propuestas.	18
Tabla 2-1. Comparativas de protocolos de comunicación.	33
Tabla 3-1. Carta gantt.	65
Tabla 3-2. Costos de materiales.	68
Tabla 3-3. Costos de mano de obra de técnico instalador.	69
Tabla 3-4. Sueldo técnico instalador.	69
Tabla 3-5. Costos de mano de obra de ingeniero programador.	70
Tabla 3-6. Sueldo de ingeniero o programador.	70
Tabla 3-7. Valor del proyecto.	71
Tabla 3-8. Capital de trabajo flujo de caja puro.	73
Tabla 3-9. Flujo de caja de proyecto puro.	74
Tabla 3-10. Resumen de indicadores de flujo de caja puro.	75
Tabla 3-11. Tabla de amortización flujo de caja de proyecto con financiamiento del 25%. 76	
Tabla 3-12. Flujo de caja de proyecto con financiamiento del 25%.....	77
Tabla 3-13. Resumen de indicadores de flujo de caja de proyecto con financiamiento del 25%.....	78
Tabla 3-14. Tabla de amortización flujo de caja de proyecto con financiamiento del 50%. 79	

Tabla 3-15. Flujo de caja de proyecto con financiamiento del 50%.....	80
Tabla 3-16. Resumen de indicadores de flujo de caja de proyecto con financiamiento del 50%... ..	81
Tabla 3-17. Tabla de amortización flujo de caja de proyecto con financiamiento del 75%. 82	
Tabla 3-18. Flujo de caja de proyecto con financiamiento del 75%.....	83
Tabla 3-19. Resumen de indicadores de flujo de caja de proyecto con financiamiento del 75%... ..	84
Tabla 3-20. Viabilidad financiera general	84
Tabla 3-21. Cálculo del valor actual neto.	86
Tabla 3-22. Tabla de análisis de sensibilidad de dos entradas.	88

SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

A. SIGLAS:

CLP: Peso Chileno
CO₂: Dióxido de carbono
DC: Corriente continua
ESP: Espressif Systems Protocol
GND: Ground o tierra
I²C: Inter-Integrated Circuit
IoT: Internet of Things
IVAN: Índice de valor actual neto
LCD: Liquid Crystal Display
NC: Normalmente cerrado
NO: Normalmente abierto
RX: Recepción de datos
SCL: Señal de reloj
SDA: Señal de datos
TMAR: Tasa mínima atractiva de rendimiento
TIR: Tasa interna de retorno
TX: Transmisión de datos
UF: Unidad de fomento
VAN: Valor actual neto
VCC: Pin positive
Wi-fi: Wireless Fidelity

B. SIMBOLOGÍAS:

[C°]: Temperatura en grados Celsius
[GHz]: Giga Hertz

[Km]: Kilometro

[MHz]: Mega Hertz

[mV]: Milivolt

[mV/C°]: milivolt por grado Celcius

[Ω]: Ohm

[V]: Voltaje

[W]: Potencia activa

INTRODUCCIÓN

La seguridad en el hogar es fundamental, especialmente frente a riesgos como intoxicaciones por monóxido de carbono y variaciones peligrosas de temperatura. En Chile, estos incidentes ocurren de manera recurrente, afectando principalmente a adultos mayores que viven solos y a viviendas desocupadas por largos períodos. Este problema se agrava durante los meses de invierno debido al uso intensivo de sistemas de calefacción defectuosos o mal mantenidos, lo que evidencia una necesidad urgente de soluciones efectivas.

Aunque existen tecnologías avanzadas para mitigar estos riesgos, sus elevados costos limitan su accesibilidad, especialmente en sectores vulnerables. Por ello, este proyecto propone el desarrollo de un sistema inteligente que combina componentes de bajo costo, facilidad de instalación y tecnología accesible para ofrecer seguridad a los hogares.

El presente informe detalla la problemática abordada, el diseño técnico del sistema, el estudio de mercado realizado, las pruebas efectuadas y los resultados obtenidos. Este enfoque integral no solo busca prevenir accidentes domésticos, sino también generar un impacto positivo en la calidad de vida de los usuarios, ofreciendo una solución innovadora, accesible y adaptable a diversos contextos residenciales.

CAPÍTULO 1: PROBLEMÁTICA A RESOLVER

1. PROBLEMÁTICA A RESOLVER

En Chile, las intoxicaciones por monóxido de carbono representan un peligro latente, especialmente para adultos mayores que viven solos y personas que dejan sus hogares desocupados. Las soluciones existentes, en su mayoría, resultan costosas y de difícil acceso. Este trabajo desarrolla un sistema inteligente, eficiente y accesible para la detección de gases peligrosos en viviendas, capaz de emitir alarmas locales y notificaciones remotas, con el propósito de prevenir accidentes y proteger vidas.

1.1. CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROYECTO

En Chile, la muerte por inhalación de monóxido de carbono es un problema real que, aunque no se sitúa entre las principales causas de mortalidad, se presenta de manera recurrente, especialmente durante la temporada de invierno. Cada año, se registran incidentes fatales relacionados con la emanación de gas, en gran medida debido a instalaciones defectuosas de estufas, calefont y chimeneas, así como a la falta de mantenimiento adecuado de estos equipos. La elevada demanda de calefacción durante los meses más fríos lleva a un aumento en el uso de dispositivos que, si no son instalados correctamente o no reciben las revisiones necesarias, pueden generar condiciones peligrosas. El monóxido de carbono, un gas incoloro e inodoro, puede acumularse en espacios cerrados, poniendo en riesgo la vida de quienes los habitan. Este fenómeno ha sido documentado en numerosos casos reales como se muestran desde la figura 1-1 a la figura 1-10, donde las consecuencias de la inhalación de este gas han resultado trágicas. Incidentes reportados en medios de comunicación destacan la necesidad urgente de abordar este problema, enfatizando que la falta de educación y la negligencia en el mantenimiento de equipos de calefacción son factores críticos que contribuyen a estas muertes. A lo largo de los últimos 5 años, se pueden ver reflejados en los titulares una alarmante serie de incidentes relacionados con la intoxicación por monóxido de carbono en Chile. Desde tragedias que han cobrado vidas hasta emergencias que han dejado a muchas

personas afectadas, estos eventos subrayan la importancia de la seguridad en el uso de sistemas de calefacción y combustión en espacios cerrados.

Desde la figura 1-1 hasta la figura 1-10, se presenta un resumen de los casos más relevantes, ordenados por fecha, que evidencian esta preocupante realidad.

- **Mayo 2019:**

Región Metropolitana

Familia intoxicada con monóxido de carbono en Santiago sale de riesgo vital

Por [Valentina González](#)

La información es de [Christian Borcoski](#)

Miércoles 22 mayo de 2019 | 08:49

[Leer más tarde](#)

Fuente: BioBio Chile.

Figura 1-1. Noticia sobre intoxicación con monóxido de carbono en Santiago.

- **Mayo 2019:**

Seis turistas brasileños fallecen por intoxicación por monóxido de carbono en Santiago Centro

El hecho se registró en un departamento de Santo Domingo con Mosquito.

Pablo Retamal Navarro, Sebastián Palma **22 MAY 2019 06:23 PM** Tiempo de lectura: 4 minutos

Fuente: La tercera.

Figura 1-2. Fallecimiento de brasileños por intoxicación con monóxido de carbono.

- **Marzo 2020:**

Fuga de gas podría ser la causa de muerte de joven de 26 años en Monte Patria

• POLICIAL

Por Equipo El Día

Miércoles 18 de marzo de 2020

Fuente: Diario el día.

Figura 1-3. Posible causa de muerte por intoxicación con monóxido de carbono.

- **Julio 2021:**

Región Metropolitana

Cuatro personas resultaron intoxicadas con monóxido de carbono en Santiago

Publicado por [Alberto González](#)
La información es de [Sofía Carrizo](#)

Sábado 03 julio de 2021 | 19:10

Leer más tarde

Fuente: BioBio Chile.

Figura 1-4. Cuatro involucrados por intoxicación con monóxido de carbono.

- **Julio 2022:**

Región Metropolitana

Cinco personas resultan afectadas por emanación de dióxido de carbono en departamento de Santiago

Publicado por [Tamara Rojas](#)
La información es de [Bastían Ljubetic](#)

Lunes 18 julio de 2022 | 19:05

Leer más tarde

Fuente: Biobio Chile.

Figura 1-5. Personas afectadas por emanación de dióxido de carbono.

- **Junio 2023:**

Región del Bío Bío

Hombre muere por inhalación de gas en vivienda de Concepción

Publicado por [Daniela Salgado](#)
La información es de [Radio Bío Bío](#)

Jueves 01 junio de 2023 | 17:53

Leer más tarde

Fuente: BioBio Chile.

Figura 1-6. Hombre muere por inhalación de gas en Concepción.

- **Marzo 2024:**

Región de Valparaíso

Investigan muerte de madre y sus dos hijos por inhalación de monóxido de carbono en Quilpué

Publicado por [Daniela Salgado](#)
La información es de [Nicolás Donoso](#)

Martes 19 marzo de 2024 | 18:00

Leer más tarde

Fuente: BioBio Chile.

Figura 1-7. Investigación de muerte por inhalación de monóxido de carbono.

- **Julio 2024:**

Pareja de adultos mayores muere por inhalar monóxido de carbono: Se acostaron con un brasero encendido

Por [Catalina Maldonado](#)
12 jul. 2024 - 12:52 hrs.

Compartir



Fuente: Mega noticias.

Figura 1-8. Adultos mayores fallecen por inhalar monóxido de carbono.

- Agosto 2024:

EMERGENCIA EN EL CENTRO DE SANTIAGO POR ANCIANA QUE MURIÓ POR MONÓXIDO DE CARBONO

Según informó el teniente coronel Gonzalo Febres, la administración del edificio, de calle Tenderini, llamó a Carabineros y Bomberos por la mujer de avanzada edad del octavo piso, de quien no se tenían noticias desde hace tres días, por lo que se temía por su salud.

Eduardo Córdova Agosto 20, 2024

Fuente: La nación.

Figura 1-9. Anciana fallece por monóxido de carbono.

- Octubre 2024:

Video | Fuga de gas provoca explosión e incendio en una vivienda en Viña del Mar: Adulta mayor resultó damnificada

El hecho ocurrió en el sector de Nueva Aurora, lugar hasta donde concurrieron seis unidades de Bomberos sofocar las llamas.

14 de Octubre de 2024 | 22:54 | Redactado por Marcelo Silva, Emol



Fuente: emol.

Figura 1-10. Fuga de gas provoca explosión en una vivienda en Viña del Mar.

En conclusión, la problemática de la intoxicación por monóxido de carbono en Chile representa un desafío significativo para la salud pública, especialmente durante los meses de invierno. Los incidentes documentados en los últimos años evidencian la gravedad de la situación y la necesidad de implementar medidas preventivas efectivas. Es imperativo fomentar una mayor conciencia sobre la importancia del mantenimiento adecuado de los

equipos de calefacción y brindar educación sobre los riesgos asociados al monóxido de carbono. Solo a través de la combinación de acciones informativas y de regulación se podrá reducir la incidencia de estos trágicos eventos y proteger la vida de quienes habitan en los hogares chilenos. Asimismo, es fundamental promover la investigación sobre nuevas tecnologías de calefacción más seguras y eficientes, así como establecer regulaciones más estrictas para garantizar la calidad de los equipos utilizados en los hogares. Solo a través de la combinación de acciones informativas, regulación efectiva y apoyo a la innovación se podrá reducir la incidencia de estos trágicos eventos. De este modo, se buscará proteger la vida de quienes habitan en los distintos entornos y asegurar un entorno más seguro y saludable para todos, contribuyendo así al bienestar de la comunidad en su conjunto.

1.2. PROPUESTAS EXISTENTES EN EL MERCADO

Las propuestas actuales en el mercado para combatir la intoxicación por monóxido de carbono incluyen una variedad de soluciones tecnológicas y educativas. En primer lugar, se están lanzando dispositivos de detección de monóxido de carbono que no solo emiten alarmas, sino que también se integran con sistemas de domótica para una respuesta automatizada, como la ventilación de espacios o el apagado de estufas. Además, se observa un aumento en la oferta de sistemas de calefacción de alta eficiencia, diseñados para minimizar emisiones y mejorar la seguridad. Las empresas también promueven programas de capacitación para instaladores y técnicos, asegurando que sigan prácticas seguras y cumplan con la normativa vigente. En el ámbito educativo, se llevan a cabo campañas de sensibilización que informan al público sobre los riesgos del monóxido de carbono y las mejores prácticas para su prevención. Adicionalmente, algunos gobiernos ofrecen incentivos financieros para la adquisición de equipos más seguros, así como servicios de asesoría que evalúan las condiciones de calefacción y ventilación en los hogares. Estas iniciativas buscan crear un entorno más seguro y saludable, alineándose con el creciente interés por la sostenibilidad y la protección de la salud pública.

La seguridad y la minimización de emisiones de gas son esenciales en la búsqueda de un entorno más saludable y sostenible. Las tecnologías tradicionales de calefacción, a menudo peligrosas, están siendo reemplazadas por soluciones más eficientes y seguras. Este cambio no solo protege la salud de los usuarios, sino que también contribuye a la sostenibilidad ambiental, destacando la importancia de adoptar innovaciones que transformen el uso de energía en los hogares.

1.2.1. Tecnologías efectivas para la seguridad y minimización de emisiones

- Termos solares: Estos sistemas aprovechan la energía solar para calentar agua, utilizando paneles térmicos que capturan la radiación solar. Son altamente eficientes y reducen la necesidad de utilizar combustibles fósiles, contribuyendo a la disminución de emisiones de gases. Aunque la inversión inicial puede ser considerable, el retorno a largo plazo en ahorros de energía es significativo.
- Calentadores de agua sin tanque (calentadores instantáneos): A diferencia de los calentadores tradicionales que almacenan agua caliente, estos dispositivos calientan el agua directamente cuando se necesita. Esto elimina el riesgo de fugas de gas y reduce el consumo energético al evitar el calentamiento constante del agua. Aunque requieren una inversión inicial moderada, ofrecen eficiencia y comodidad a largo plazo.
- Estufas eléctricas de bajo consumo: Estas estufas utilizan tecnología avanzada para calentar espacios de manera eficiente y segura, eliminando los riesgos asociados con el gas. Son ideales para ambientes pequeños y su instalación es generalmente más económica en comparación con sistemas de calefacción a gas.
- Calefacción por radiación: Este sistema distribuye el calor a través de radiadores o paneles radiantes instalados en el suelo o en las paredes. Es altamente eficiente, ya que calienta los objetos y las personas en la habitación en lugar de solo el aire, lo que reduce el consumo de energía y mejora el confort.

- Sistemas de calefacción a pellets: Utilizan pellets de madera como combustible, convirtiéndose en una opción más sostenible. Estos sistemas son más limpios y producen menos emisiones en comparación con la calefacción a leña tradicional, ofreciendo una alternativa ecológica.
- Monitores de calidad del aire: Estos dispositivos permiten detectar y monitorear en tiempo real los niveles de gases nocivos y partículas en el aire. Pueden alertar a los usuarios sobre condiciones inseguras, facilitando la toma de decisiones para mejorar la ventilación o ajustar sistemas de calefacción.
- Cocinas eléctricas: Reemplazan las cocinas a gas, eliminando el riesgo de fugas y mejorando la seguridad en la cocina. Las cocinas eléctricas suelen ser más eficientes y pueden incorporar tecnologías de inducción, que calientan rápidamente y con mayor control, reduciendo el consumo energético.

La tabla 1-1 presenta una visión general de las tecnologías diseñadas para mejorar la seguridad y reducir las emisiones en los hogares.

Tabla 1-1. Tecnologías para mejorar la seguridad y reducir las emisiones en los hogares.

Tecnología	Costo Aproximado	Eficiencia Energética	Conveniencia para Usuarios (Facilidad de uso)
Termos solares	Entre \$1.400.000 a \$2.000.000	Muy alta	Alta
Calentadores de agua sin tanque	Entre \$300.000 a \$600.000	Alta	Alta
Estufas eléctricas de bajo consumo	Entre \$80.000 a \$300.000	Alta	Alta
Calefacción por radiación	Desde \$1.500.000 en adelante	Muy alta	Moderada
Sistemas de calefacción a pellets	Entre \$700.000 a \$1.200.000	Alta	Moderada
Monitores de calidad del aire	Entre \$50.000 a \$150.000	Variable	Alta
Cocinas eléctricas	Entre \$200.000 a \$500.000	Alta	Alta

Fuente: Elaboración propia en base a investigación en la web.

Si bien estas tecnologías ofrecen soluciones efectivas para mejorar la seguridad y reducir emisiones, su costo inicial puede ser una barrera significativa para muchas personas. La inversión en sistemas modernos de calefacción y monitoreo puede ser elevada, limitando su adopción entre aquellos con presupuestos más ajustados. Mejorar los sistemas existentes, como la instalación de monitores de emisiones o la mejora del aislamiento, puede ser una alternativa más accesible y efectiva.

1.3. PROBLEMÁTICA

A pesar de la diversidad de propuestas en el mercado para combatir la intoxicación por monóxido de carbono, el acceso limitado a estas tecnologías resalta una problemática clave en este proyecto: la falta de accesibilidad a soluciones de seguridad asequibles y efectivas para prevenir intoxicaciones por gas en hogares vulnerables.

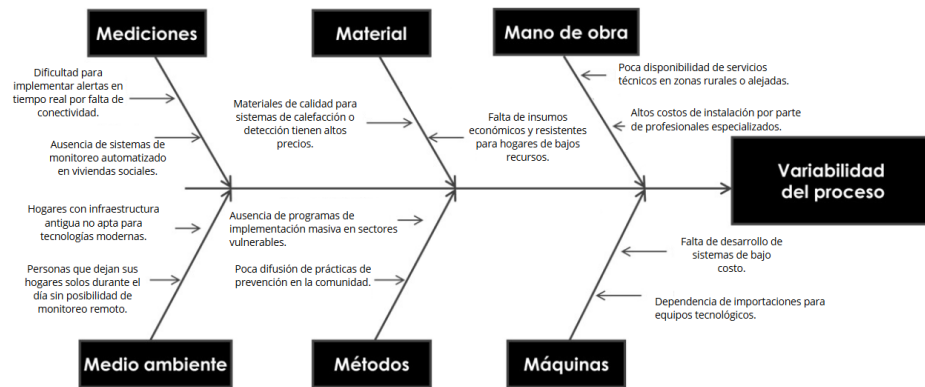
Las soluciones tecnológicas, aunque avanzadas, suelen tener un costo elevado. Por ejemplo, dispositivos como termos solares, calentadores sin tanque y sistemas de calefacción por radiación, aunque efectivos en reducir emisiones, representan una inversión inicial que muchas personas no pueden costear, especialmente en sectores de bajos recursos. Los altos costos de instalación y el mantenimiento adicional que requieren estas tecnologías agravan aún más la falta de accesibilidad. Este obstáculo financiero crea una barrera que excluye a una parte importante de la población, dejándola expuesta a los riesgos que dichas tecnologías buscan mitigar. La tercera edad es uno de los grupos más afectados por esta problemática.

Muchos adultos mayores viven solos, lo que aumenta su vulnerabilidad ante situaciones críticas, como fugas de gas o emanaciones de monóxido de carbono. Además, al dejar sus hogares desatendidos durante períodos prolongados, la posibilidad de detectar una fuga a tiempo se reduce considerablemente. Sin sistemas de detección asequibles y automatizados, es probable que incidentes como intoxicaciones pasen desapercibidos hasta que las consecuencias sean graves o fatales.

Este proyecto busca destacar cómo la gravedad de las emisiones de gas y sus consecuencias, especialmente para la tercera edad y las personas que dejan sus hogares solos, es un problema creciente que debe ser abordado. La intoxicación por monóxido de carbono puede provocar daños irreparables, desde problemas respiratorios y neurológicos hasta la muerte. Esto es aún más preocupante considerando que las fugas de gas también suponen un riesgo para la comunidad en general, ya que pueden generar accidentes a gran escala si no se detectan y controlan de manera oportuna.

En resumen, aunque existen soluciones en el mercado, la falta de accesibilidad financiera y la ausencia de programas efectivos de implementación para todos los sectores de la población plantea un desafío significativo. El desarrollo de tecnologías más accesibles y económicas, junto con la promoción de su adopción, es fundamental para reducir los riesgos asociados con la emisión de gases y mejorar la seguridad en los hogares, especialmente para los sectores más vulnerables.

Con el objetivo de identificar de manera clara las causas que originan la problemática previamente expuesta, se recurre al uso del Diagrama de Ishikawa, también conocido como diagrama de causa-efecto. Esta herramienta permite representar gráficamente los distintos factores que inciden en el riesgo de intoxicación por monóxido de carbono en hogares vulnerables, organizándolos en categorías como entorno, métodos, materiales, equipos, mano de obra y medición. A través de este análisis, es posible comprender con mayor profundidad la raíz del problema y orientar acciones más eficaces para su abordaje. En la figura 1-11, se presenta el diagrama de Ishikawa:



Fuente: Elaboración propia.

Figura 1-11. Diagrama de Ishikawa.

1.4. REQUERIMIENTOS

En la búsqueda de una solución innovadora que mitigue el problema de la intoxicación por monóxido de carbono, es crucial enfocarse en una propuesta que cumpla con tres pilares fundamentales: ser útil, fácil de comprender y operar y de bajo costo. Estas características no solo garantizarían una mayor adopción de la tecnología por parte de los sectores más vulnerables, sino que también permitirían su aplicación masiva, aumentando la seguridad en los hogares de quienes están más expuestos a los riesgos de las emisiones de gas.

1.4.1. Utilidad

La utilidad de la propuesta radica en su capacidad para resolver de manera efectiva el problema de las emisiones de monóxido de carbono y otros gases peligrosos. Para que una solución sea realmente útil, debe tener las siguientes características:

- **Detección temprana y fiable:** El dispositivo debe poder detectar la presencia de gases tóxicos, como el monóxido de carbono, en concentraciones peligrosas, antes de que puedan causar daños a la salud de los ocupantes de la vivienda. Además, es

fundamental que este dispositivo alerte de manera eficiente, ya sea a través de sonidos, luces o notificaciones a un teléfono móvil, asegurando una rápida respuesta.

- Intervención automatizada: Para aquellos adultos mayores o personas que dejan sus hogares solos por largos periodos de tiempo, la solución ideal debería ofrecer la capacidad de actuar de manera automática, como activar ventilación o incluso apagar aparatos de calefacción o cocinas a gas.

1.4.2. Facilidad de comprensión y operación

Uno de los mayores desafíos con las tecnologías actuales es que muchas de ellas requieren conocimientos técnicos para su instalación y uso. Esto es un obstáculo, especialmente para las personas mayores que suelen tener menos experiencia con tecnologías modernas.

- Sistema de fácil comprensión: El dispositivo debe contar con alertas simples, como indicadores visuales o señales sonoras, que avisen de manera directa cuando se detecten gases peligrosos. Si el sistema incluye una aplicación, ésta debería ser minimalista y contar con funciones básicas como notificaciones instantáneas de riesgo de gas y botones simples para apagar dispositivos de calefacción o contactar con organismos de emergencia.

1.4.3. Bajo costo

Finalmente, la barrera del costo es una de las principales limitaciones para que muchas familias y adultos mayores puedan acceder a estas tecnologías. Las propuestas existentes suelen ser efectivas, pero sus precios están fuera del alcance de muchas personas, especialmente en regiones con bajos ingresos. Una solución de bajo costo debe cumplir con los siguientes criterios:

- **Materiales económicos y eficientes:** Utilizar componentes más accesibles y producción a gran escala para reducir los costos sin comprometer la calidad. Por ejemplo, sensores de bajo costo basados en tecnologías ampliamente disponibles, como los sensores de gas MQ, que ofrecen una buena relación costo-beneficio.
- **Mantenimiento mínimo:** Los dispositivos deben requerir un mantenimiento mínimo para reducir costos adicionales. Además, deben ser duraderos y confiables para no tener que ser reemplazados con frecuencia. En lugar de depender de baterías que deban ser reemplazadas, el uso de fuentes de energía renovables o sistemas con bajo consumo energético también sería clave.
- **Accesibilidad económica:** El modelo de negocio podría estar respaldado por subsidios gubernamentales o incentivos fiscales, ya que la prevención de intoxicaciones por monóxido de carbono es un asunto de salud pública. También podrían ofrecerse planes de financiamiento accesibles para que los hogares con menos recursos puedan adquirir estos dispositivos sin hacer grandes desembolsos iniciales.

1.4.3.1. Impacto en poblaciones vulnerables

Este enfoque es particularmente relevante para los adultos mayores que viven solos o para personas que dejan sus hogares vacíos durante mucho tiempo. El riesgo de intoxicación por monóxido de carbono es más alto en estos grupos debido a su menor capacidad para reaccionar ante una emergencia. Además, la falta de dispositivos de monitoreo asequibles significa que muchos no tienen ninguna forma de alertarse sobre el peligro, especialmente en hogares donde el gas se usa regularmente para calefacción o cocina.

Propuestas de este tipo no solo mejoran la seguridad del hogar, sino que también contribuyen a la tranquilidad de familiares y cuidadores, quienes pueden recibir alertas en tiempo real a través de dispositivos conectados, asegurando que se actúe de manera rápida en caso de una emergencia.

Una propuesta útil, fácil de comprender y de bajo costo no solo ofrecería una solución efectiva al problema de la intoxicación por monóxido de carbono, sino que también sería accesible para las personas más vulnerables. Esto abriría la puerta a una mayor innovación en este ámbito, reduciendo los riesgos asociados con el uso de gas en los hogares y contribuyendo a la salud y seguridad de toda la comunidad.

1.5. POSIBLES SOLUCIONES

Como ya se ha mencionado, la intoxicación por monóxido de carbono y las fugas de gas representan un riesgo significativo para la salud y la seguridad de las personas, especialmente para las poblaciones vulnerables como los adultos mayores. A pesar de la disponibilidad de diversas tecnologías en el mercado, la falta de accesibilidad y la alta inversión inicial impiden que muchas personas puedan beneficiarse de soluciones efectivas. Por esta razón, es crucial explorar alternativas que no solo sean económicas, sino que también sean prácticas y fáciles de implementar en los hogares.

En el mercado existen alternativas como los sistemas ofrecidos por Verisure, que utilizan tecnologías avanzadas para la detección de gas y calidad del aire. Estos sistemas cuentan con servicios de monitoreo remoto y notificaciones, aunque generalmente implican costos recurrentes debido a suscripción y supervisión profesional.

A diferencia de estas soluciones comerciales, el presente proyecto busca ofrecer una alternativa accesible y adaptable mediante el uso de tecnologías como los módulos ESP32 y sensores específicos. Si bien ambos sistemas cumplen con objetivos similares, este proyecto enfatiza la independencia del usuario al no requerir servicios externos y prioriza la accesibilidad económica y tecnológica.

1.5.1. Propuesta:

Se propone un sistema integral diseñado para detectar fugas de gas y monitorear la temperatura ambiente, generando alertas inmediatas mediante una sirena y enviando notificaciones a través de Telegram a los usuarios. La solución puede personalizarse para

que, en el caso de adultos mayores, se envíen notificaciones a familiares o cuidadores. Este sistema proporciona seguridad en propiedades habitacionales, permitiendo un monitoreo remoto y asegurando que se tomen medidas rápidas en situaciones de riesgo.

Características:

- Detección de fugas de gas y variaciones peligrosas en la temperatura.
- Alertas sonoras y notificaciones móviles.
- Bajo costo de implementación y facilidad de instalación.

Ventajas:

- Ofrece protección completa ante riesgos de gas y subidas de temperatura.
- Se adapta a cualquier tipo de hogar.
- Asegura una intervención temprana en caso de peligro.

Desventajas:

- Dependencia de conectividad a internet.
- Posibilidad de falsas alarmas.

A nivel distintivo, la propuesta se diferencia de otras soluciones en el mercado por integrar un sistema de notificaciones a través de la aplicación Telegram, que no solo se utiliza para recibir alertas de emergencias, sino que también puede servir para otras funcionalidades, lo que elimina la necesidad de que el usuario descargue aplicaciones adicionales y ocupe espacio o memoria en su teléfono con software complejo. Además, a diferencia de otros sistemas, no requiere suscripción mensual, sino que solo se paga la instalación inicial, lo que hace que la solución sea más accesible y económica a largo plazo, garantizando una experiencia de usuario sencilla, eficiente y rentable.

Tabla 1-2. Comparativa de propuestas.

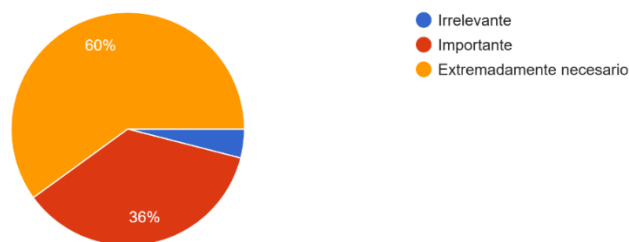
Criterio	Solución Comercial (Verisure)	Solución Propuesta (ESP32 + sensores)
Costo inicial	Alto	Bajo
Costo mensual	Sí (suscripción)	No
Alertas al usuario	Sí (con monitoreo profesional)	Sí (directamente vía Telegram)
Requiere aplicación extra	Sí	Sí
Fácil de instalar	Instalación profesional	Instalación simple y personalizable
Accesibilidad económica	Baja	Alta

Fuente: Elaboración propia.

1.6. ESTUDIO DE MERCADO

Para el estudio de mercado de este proyecto se realizó una encuesta, en términos generales estos respondieron que encuentran necesaria la implementación de un sistema inteligente de detección de gas/humo y monitoreo de temperatura por lo que en primera instancia se asume que el proyecto si tendría un público objetivo en segundo lugar y uno de los puntos más relevantes es que las personas estarían dispuestos a invertir en este sistema en un rango de \$150.000 CLP a \$250.000 CLP estos parámetros dan los lineamientos para saber el curso del proyecto, en tercer lugar y también uno de los puntos más relevantes es que las personas si invertirían en un sistema como este, se analizó la cantidad de sistemas mensuales que se pueden vender (véase encuesta en Anexo B). En las figuras 1-12 a 1-14 se muestra algunas de las preguntas asociadas al estudio de mercado.

¿Qué tan importante considera contar con un sistema de detección y alerta de gas/humo en su hogar?
25 respuestas

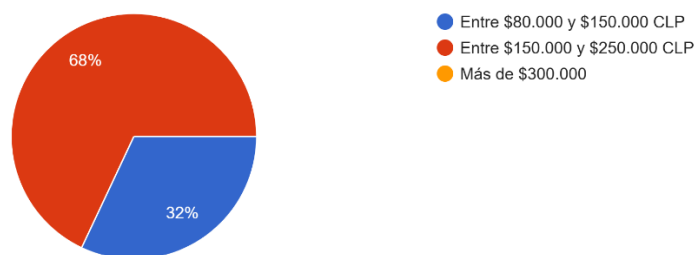


Fuente: Google forms.

Figura 1-12. Resultado encuesta importancia del sistema.

¿Cuánto estaría dispuesto(a) a invertir en un sistema de detección y alerta de gas/humo?

25 respuestas

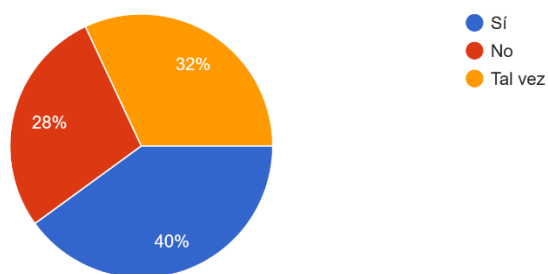


Fuente: Google forms.

Figura 1-13. Resultado encuesta valor de compra.

¿Estaría dispuesto(a) a invertir en un sistema de detección y alerta de gas/humo?

25 respuestas



Fuente: Google forms.

Figura 1-14. Resultado encuesta compras por parte de entrevistados.

1.7. OBJETIVOS

El proyecto tiene como objetivo implementar un sistema inteligente de detección y alerta. Para ello, se enfocará en contextualizar el problema, desarrollar la programación y comunicación entre módulos ESP32, configurar alertas mediante Telegram, y evaluar los resultados obtenidos, considerando futuras mejoras.

1.7.1. Objetivo General

Implementar un sistema inteligente de detección y alerta para personas autovalentes en hogares domiciliarios.

1.7.2. Objetivos Específicos

1. Contextualizar la problemática del proyecto.
2. Programar los módulos ESP32 para medir señales provenientes de sensores.
3. Establecer comunicación inalámbrica entre módulos ESP32 que trabajan como esclavos y maestros.
4. Configurar el módulo ESP32 maestro para envío de alertas mediante telegram.
5. Obtener resultados prácticos del proyecto.
6. Establecer futuras mejoras del proyecto.
7. Costos del proyecto.

CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El sistema de detección y alerta de riesgos ha sido diseñado para monitorear la presencia de gas y variaciones de temperatura en propiedades habitacionales, con un enfoque en hogares de personas adultas mayores y en aquellos que permanecen desocupados por largos períodos. Su propósito es ofrecer una alerta temprana ante situaciones de potencial peligro, utilizando dispositivos ESP32 como unidades de monitoreo y comunicación.

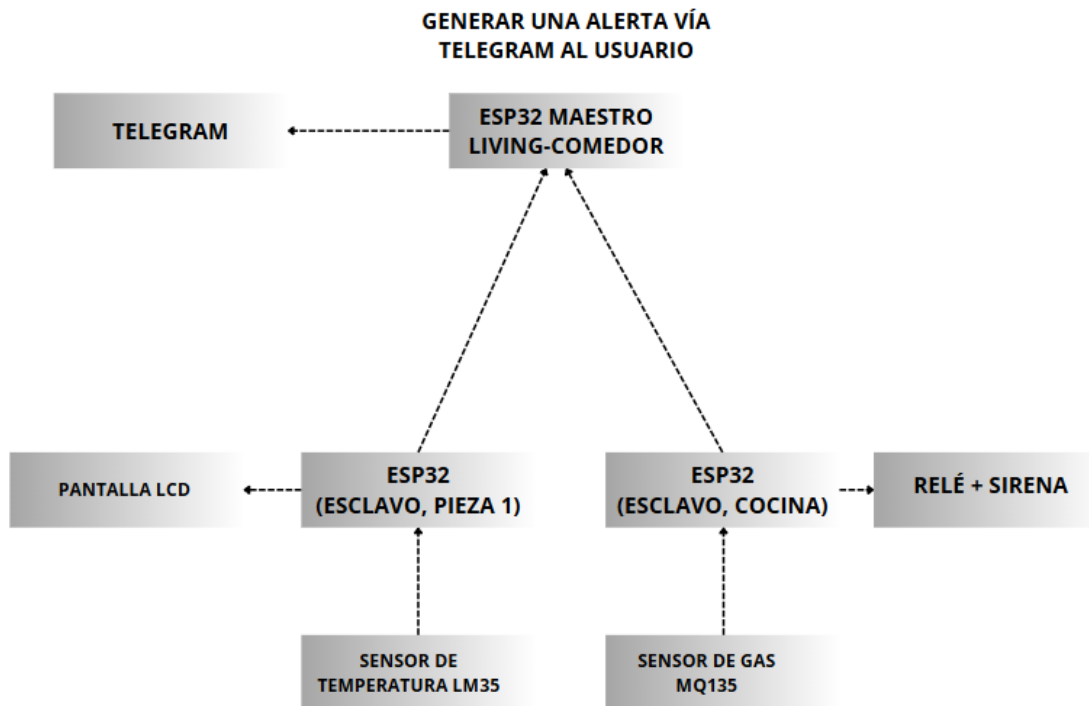
El sistema está compuesto por un ESP32 maestro y dos ESP32 esclavos, cada uno con funciones específicas.

- ESP32 maestro: es el encargado de notificar las alertas mediante Telegram.
- ESP32 esclavo 1: es el encargado de monitorear gases peligrosos y enviar alertas al ESP32 maestro.
- ESP32 esclavo 2: es el encargado de monitorear temperaturas y enviar alertas al ESP32 maestro si las temperaturas son altas.

2.1. DIAGRAMA DE BLOQUES

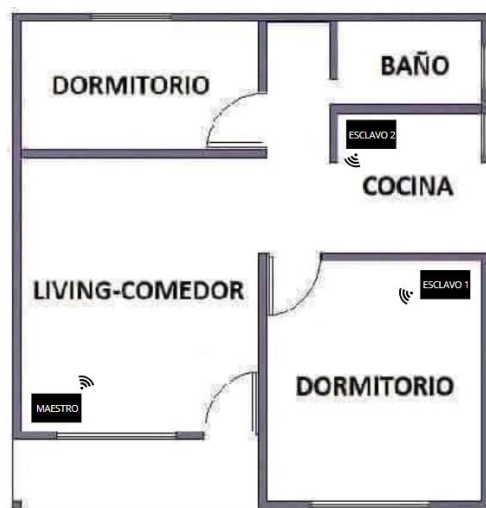
En la figura 2-1, se observa el diagrama de bloques, se presenta el desglose del sistema propuesto, el cual ilustra la estructura y funcionamiento del sistema de detección y alerta. En el centro, se encuentra el ESP32 Maestro (ubicado en "Living-Comedor"), encargado de coordinar las actividades de varios ESP32 Esclavos, ubicados en distintas áreas de la vivienda, tales como las piezas 1, 2 y la cocina, como se muestra en la figura 2-2.

Cuando alguno de estos dispositivos esclavos detecta una situación de riesgo, el maestro envía una alerta al usuario a través de Telegram. Asimismo, se activa un relé conectado a una sirena, permitiendo emitir una señal sonora para alertar sobre la emergencia. Este sistema está diseñado para proporcionar una respuesta inmediata ante condiciones peligrosas, mejorando así la seguridad en el hogar.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-1. Diagrama de bloque de sistema de detección y alerta.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-2. Plano de vivienda.

El sistema propuesto proporciona una solución integral para mejorar la seguridad en propiedades habitacionales mediante la detección de fugas de gas y variaciones peligrosas de temperatura. A través de alertas inmediatas y notificaciones móviles, permite que los usuarios, familiares o cuidadores tomen medidas rápidas ante situaciones de riesgo. Su bajo costo de implementación y facilidad de instalación lo convierten en una opción accesible para diversos hogares, brindando protección completa. Sin embargo, su dependencia de la conectividad a internet y la posibilidad de falsas alarmas son aspectos que deben ser considerados para su correcta implementación.

2.2. COMPONENTES DEL PROYECTO

Para el desarrollo de este proyecto, se han seleccionado diversos componentes que permitirán una detección eficaz de riesgos y la transmisión de alertas al usuario. En las figuras 2-3 a 2-9 se presentan los principales elementos utilizados en el sistema, los cuales trabajan de manera conjunta para garantizar una respuesta rápida ante situaciones peligrosas en el hogar.

- Módulo ESP32 Maestro-Esclavo:
 - Voltaje de operación: 3.3V DC.
 - Hasta 34 pines GPIO (entrada y salida).
 - Conectividad Wi-Fi y Bluetooth.



Fuente: Sigma electrónica.

Figura 2-3. Módulo ESP32.

- Sensor de gas MQ135:
 - Voltaje de operación: 5V DC.
 - Salida analógica y digital.
 - Detecta gases como amoníaco, CO2, benceno, alcohol, entre otros.



Fuente: Ferretrónica.

Figura 2-4. Sensor de Gas MQ135.

- Módulo relé de un canal:
 - Pin de control (IN) para recibir señales de 5V DC.
 - Permite controlar dispositivos de alta potencia.



Fuente: Altronics Chile.

Figura 2-5. Módulo relé de un canal 5[v].

- Sirena 12V:

- Voltaje de operación: 12V DC.
- Potencia: 10W a 30W.
- Frecuencia típica: 3.2 kHz.



Fuente: Mercado libre.

Figura 2-6. Sirena 12[v].

- Pantalla LCD 16x2 con I2C:

- Resolución: 16 columnas x 2 filas (32 caracteres).
- Voltaje de operación: 5V DC.
- Interfaz I2C (reduce los pines necesarios).
- Uso para mostrar información al usuario.

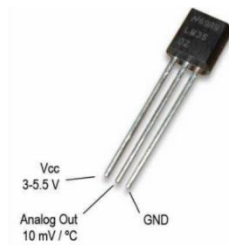


Fuente: Mercado libre.

Figura 2-7. Pantalla LCD 16x2 con I2C.

- Sensor de temperatura LM35:

- Rango de operación: -55°C a $+150^{\circ}\text{C}$.
- Precisión: $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$.
- Voltaje de operación: 3.3V DC.
- Salida analógica de $10\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ (requiere conversión para lectura).

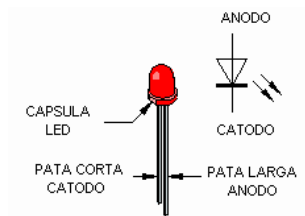


Fuente: NSK Electronics.

Figura 2-8. Sensor de temperatura LM35.

- LED rojo:

- Voltaje de operación: 3.3V.
- Corriente típica: 20 mA.
- Utilizado para indicar temperatura elevada, la cual es visualizada por el usuario.



Fuente: Proyectos de tecnología.

Figura 2-9. Led rojo.

2.2.1. Funciones del ESP32 Maestro

El ESP32 maestro desempeña un papel fundamental en el sistema de detección y alerta, siendo el componente central que coordina y gestiona las comunicaciones entre los dispositivos del sistema. A continuación, se detallan sus principales funciones:

- **Recepción de datos de los ESP32 esclavos:** El ESP32 maestro recibe los datos provenientes de los dispositivos esclavos (sensor de gas y sensor de temperatura), los cuales son esenciales para evaluar las condiciones del entorno y detectar posibles riesgos, como la presencia de gas o un aumento de temperatura.
- **Procesamiento y análisis de datos:** Una vez recibidos los datos, el ESP32 maestro los procesa y analiza para determinar si los valores superan los umbrales establecidos. Esto permite identificar situaciones peligrosas, como concentraciones de gas por encima de los niveles seguros o temperaturas excesivas que puedan indicar un riesgo de incendio.
- **Envío de alertas al usuario:** En caso de detectar una situación de riesgo, el ESP32 maestro envía una notificación al usuario a través de Telegram. Utilizando su conectividad WiFi, el dispositivo se conecta a la red y envía el mensaje al chat de Telegram, informando sobre la emergencia y permitiendo que el usuario tome medidas inmediatas.
- **Activación de la sirena de alerta:** Si se detecta gas o una temperatura peligrosa, el ESP32 maestro también es responsable de activar un relé conectado a una sirena. Esto emite una señal sonora en el entorno físico, alertando sobre la emergencia de manera audible.
- **Conectividad y gestión de comunicación:** El ESP32 maestro mantiene la comunicación constante con los esclavos y con el servicio de Telegram, garantizando que las alertas lleguen al usuario en tiempo real y asegurando una respuesta rápida ante cualquier eventualidad.

2.2.2. Funciones del ESP32 Esclavos

Los ESP32 esclavos desempeñan un rol esencial en el sistema de detección y alerta, encargándose de la medición de variables críticas como la presencia de gases peligrosos y la temperatura ambiente. Cada ESP32 esclavo está configurado para realizar funciones específicas y comunicar los resultados al ESP32 maestro, quien procesa los datos y genera las alertas correspondientes. A continuación, se detallan las funciones de cada uno de los ESP32 esclavos.

2.2.2.1. Funciones del ESP32 Esclavo 1 (Cocina)

El ESP32 esclavo 1 se encarga de la detección de gases peligrosos utilizando un sensor MQ135, capaz de identificar gases como el monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno y otros gases nocivos. Su función principal es monitorizar el ambiente para detectar concentraciones peligrosas de estos gases y notificar al ESP32 maestro cuando los niveles superen los límites seguros.

- Detección de gases peligrosos: Mediante el sensor MQ135, el ESP32 esclavo 1 detecta la presencia de gases tóxicos que representan un riesgo para la salud y seguridad de los ocupantes.
- Envío de alertas al ESP32 maestro: Si el sensor detecta niveles peligrosos de gas, es decir, cuando la concentración medida supera un umbral predefinido que indica riesgo para la salud y seguridad, el ESP32 esclavo 1 envía una alerta al ESP32 maestro, quien será responsable de notificar al usuario a través de Telegram.
- Comunicación WiFi: El ESP32 esclavo 1 mantiene comunicación con el ESP32 maestro a través de WiFi, lo que permite la transmisión eficiente de datos.

Características del ESP32 Esclavo 1:

- Sensor MQ135: Detecta gases peligrosos como monóxido de carbono y dióxido de nitrógeno.
- Comunicación WiFi: Asegura la transmisión de datos en tiempo real al ESP32 maestro.
- Envío de alertas: Envía alertas al ESP32 maestro en caso de detectar gases peligrosos.

2.2.2.2. Funciones del ESP32 Esclavo 2 (Pieza)

El ESP32 esclavo 2 tiene como función el monitoreo de la temperatura ambiente, lo cual es fundamental para detectar posibles riesgos de incendio u otros peligros asociados a variaciones extremas de temperatura.

- Monitoreo de temperatura: Este dispositivo mide continuamente la temperatura del entorno, con el objetivo de detectar cambios bruscos que podrían indicar un riesgo, como un posible incendio.
- Envío de alertas al ESP32 maestro: Si la temperatura supera un umbral crítico preestablecido, el ESP32 esclavo 2 envía una alerta al ESP32 maestro, quien luego notificará al usuario.
- Comunicación WiFi: El ESP32 esclavo 2 también se conecta al ESP32 maestro mediante WiFi, lo que facilita la transmisión de datos sin cables.

Características del ESP32 Esclavo 2:

- Sensor de temperatura: Mide y monitorea la temperatura ambiente, detectando cambios significativos.
- Comunicación WiFi: Permite la comunicación fluida con el ESP32 maestro.

- Envío de alertas: Envía notificaciones al ESP32 maestro cuando la temperatura excede el umbral crítico.

Una vez descritas las funciones específicas de cada uno de los ESP32, se puede destacar que todos los dispositivos desempeñan un papel fundamental en el sistema de detección y alerta. El ESP32 esclavo 1 se encarga de la detección de gases peligrosos utilizando el sensor MQ135, mientras que el ESP32 esclavo 2 se ocupa de monitorear la temperatura ambiente. Ambos dispositivos envían la información recopilada al ESP32 maestro, que se encarga de procesar los datos y, en caso de identificar un riesgo, activar las alertas al usuario y accionar medidas de seguridad, como la sirena, cuando sea necesario.

2.3. PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN

Los protocolos de comunicación son un conjunto de reglas y normas que permiten que los dispositivos intercambien datos de manera eficiente y segura. Existen diversos tipos de protocolos utilizados en sistemas electrónicos y de redes, cada uno con características que los hacen adecuados para distintos tipos de aplicaciones. Algunos de los protocolos más comunes incluyen:

- WiFi (Wireless Fidelity): Utilizado principalmente en redes locales para conectar dispositivos a Internet o entre sí, funcionando principalmente en frecuencias de 2.4 GHz y 5 GHz. Ofrece un rango de hasta 100 metros en condiciones óptimas.
- Bluetooth: Ideal para comunicaciones de corto alcance (hasta 100 metros), es ampliamente usado en dispositivos portátiles y sistemas que requieren bajo consumo energético.
- LoRa (Long Range): Diseñado para aplicaciones de largo alcance con bajo consumo energético, ideal para sistemas IoT distribuidos en áreas extensas.
- Ethernet: Usado en redes cableadas, proporcionando alta velocidad de transferencia de datos, pero limitando la movilidad de los dispositivos.

- ESP-NOW: Un protocolo de comunicación inalámbrica desarrollado específicamente para los dispositivos ESP32. Permite la transmisión de datos de corto alcance entre dispositivos sin necesidad de una red WiFi, utilizando un canal de comunicación propio de ESP32. Es útil para configuraciones de red pequeñas y con bajo consumo, aunque con limitaciones de alcance y seguridad.
- I2C (Inter-Integrated Circuit): Este protocolo serial síncrono conecta múltiples dispositivos a través de dos líneas: SDA y SCL. Soporta múltiples maestros y esclavos, con velocidades de transmisión que pueden alcanzar los 3.4 MHz.
- UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter): Es un protocolo serial asíncrono que utiliza dos líneas, TX y RX, para transmitir y recibir datos. No requiere un reloj compartido, pero es necesario configurar la misma velocidad de transmisión (baud rate) en ambos dispositivos.

A continuación, se presenta la tabla 2-1 que compara los principales protocolos de comunicación considerados para el proyecto: WiFi, Bluetooth, LoRa, Ethernet y ESP-NOW. La tabla destaca las características clave de cada protocolo, como el alcance, la velocidad de transmisión, el consumo energético, aplicaciones recomendadas, seguridad y consideraciones.

Tabla 2-1. Comparativas de protocolos de comunicación.

Protocolo	Alcance	Velocidad de transmisión	Consumo energético	Aplicaciones recomendadas	Seguridad	Consideraciones
WiFi	Hasta 100 metros (en espacio libre)	Alta (hasta 1 Gbps)	Moderado a alto	Redes domésticas, IoT, dispositivos conectados a Internet	Alta	Ideal para entornos con infraestructura WiFi existente, mayor consumo energético que otros protocolos.
Bluetooth	Hasta 100 metros	Baja a moderada	Bajo	Dispositivos portátiles, accesorios de corto alcance	Moderada	Bajo consumo energético, ideal para conexiones punto a punto de corto alcance.
LoRa	Hasta 10 km (en campo abierto)	Baja	Muy bajo	Sistemas IoT de largo alcance y bajo consumo	Moderada	Ideal para áreas rurales y aplicaciones de largo alcance, pero con baja velocidad de transmisión.
Ethernet	Limitado por el cable	Alta	Moderado	Redes locales, aplicaciones que requieren alta velocidad	Alta	Requiere cableado, ideal para entornos de oficina o industriales donde la conexión estable es prioritaria.
ESP-NOW	Hasta 200 metros (en espacio libre)	Baja a moderada	Bajo	Comunicaciones directas entre dispositivos ESP32 sin necesidad de infraestructura	Moderada	No requiere red WiFi, pero limitado en términos de conectividad con otros dispositivos.
I2C	Hasta 1 metro	Moderada	Bajo	Comunicación entre dispositivos en un mismo circuito	Moderada	Protocolo síncrono con limitaciones en distancias largas.
UART	Hasta 15 metros (sin amplificación)	Moderada	Bajo	Comunicación serial entre dispositivos	Baja	Necesita configuración de velocidad (baud rate) en ambos dispositivos.

Fuente: Elaboración propia en base a investigación en la web.

La elección de un protocolo de comunicación depende de factores como el alcance, velocidad de transmisión, consumo energético y las necesidades específicas de la aplicación. En el caso del proyecto que se está desarrollando, se optó por utilizar el protocolo WiFi debido a sus ventajas en términos de alcance, facilidad de implementación y seguridad. Sin embargo, también podría haberse utilizado ESP-NOW, pero se descartó por algunas limitaciones en términos de alcance, seguridad y capacidad de integración con servicios externos como Telegram.

2.3.1. Comunicación mediante Wifi

La comunicación entre los dispositivos del sistema, específicamente entre los ESP32 maestro y los ESP32 esclavos, se realiza a través de WiFi, utilizando el protocolo TCP/IP. Este protocolo es el estándar para la transmisión de datos en redes basadas en Internet, lo que permite que los dispositivos conectados en una misma red local intercambien información de manera eficiente.

2.3.1.1. Frecuencia de Operación

Los módulos ESP32 operan principalmente en dos bandas de frecuencia:

- 2.4 GHz: Es la banda utilizada en redes. Ofrece un mayor alcance en comparación con la banda de 5 GHz, pero también está más sujeta a interferencias debido a la congestión de otros dispositivos que utilizan esta misma frecuencia (como dispositivos Bluetooth, microondas, entre otros).
- 5 GHz: Esta banda permite una mayor velocidad de transmisión y menos interferencias, aunque su alcance es más limitado en comparación con los 2.4 GHz.

La elección de la banda de frecuencia dependerá de las condiciones específicas del entorno, aunque generalmente se opta por 2.4 GHz debido a su mayor alcance y compatibilidad.

2.3.1.2. Alcance de la Comunicación

El alcance de los ESP32 en comunicación WiFi depende de varios factores, como las interferencias y los obstáculos físicos en el entorno (paredes, estructuras metálicas, etc.). En condiciones óptimas, el alcance de los dispositivos ESP32 puede superar los 100 metros en espacios abiertos. Sin embargo, en ambientes cerrados con paredes y otros obstáculos, este alcance se ve reducido, y generalmente se puede estimar en un rango de 30 a 50 metros.

Los dispositivos ESP32 pueden conectarse en una red WiFi local, donde el ESP32 maestro actúa como servidor y los ESP32 esclavos se conectan a él como clientes. La comunicación entre los dispositivos se realiza de forma continua mientras estén dentro del alcance de la señal WiFi.

2.3.1.3. Integración con Telegram

Uno de los aspectos importantes del sistema es la notificación de alertas. Cuando los ESP32 esclavos detectan eventos críticos, como la presencia de gas o temperaturas peligrosas, el ESP32 maestro es responsable de recibir esta información y, si es necesario, generar una alerta.

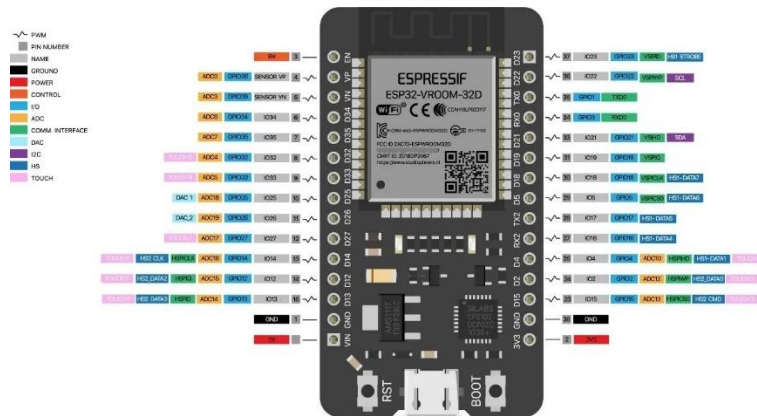
El sistema se integra con Telegram, una aplicación de mensajería que permite enviar notificaciones directamente al teléfono móvil del usuario. Mediante la creación de un bot de Telegram, el ESP32 maestro puede enviar mensajes automáticos a un grupo o chat individual. Esto asegura que el usuario reciba una alerta instantánea en caso de que se detecte una fuga de gas, una temperatura excesiva o cualquier otro riesgo asociado al sistema.

Este tipo de notificación resulta útil para garantizar la seguridad de los habitantes, especialmente en hogares donde las personas puedan estar ausentes o en riesgo debido a situaciones inesperadas. La capacidad de recibir alertas directamente en el teléfono móvil ofrece una forma eficiente de monitorear y responder rápidamente a cualquier emergencia.

2.4. CONEXIONES DE COMPONENTES Y SENSORES

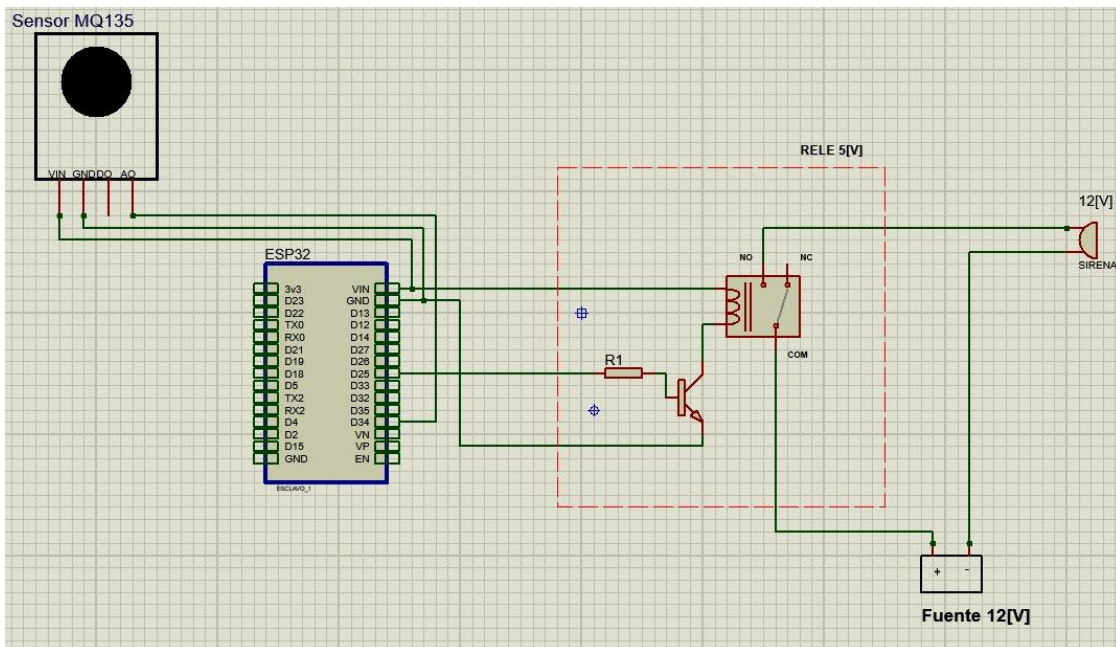
A continuación, se presentan las conexiones de los componentes y sensores del sistema. Se describen los circuitos de los dispositivos esclavos y del maestro, los cuales permiten capturar datos clave, como la detección de gas y la medición de temperatura, y transmitirlos a través de comunicación WiFi. La estructura del sistema está diseñada para operar de manera autónoma, asegurando una respuesta rápida ante posibles riesgos.

Se debe tener en consideración los pines de lectura para alguno de los componentes. En la figura 2-10, se muestra el diagrama del modulo esp 32 con todos sus pines, analógicos y digitales:



2.4.1. Circuito del Esclavo 1

El dispositivo Esclavo 1 está diseñado para detectar la presencia de gas en el ambiente utilizando un sensor MQ135, conectado a un módulo ESP32 que procesa la información de detección. Esta emplea una sirena de 12V, la cual se activa mediante un relé cuando los niveles de gas superan un umbral predefinido. En la figura 2-12 se muestran los componentes principales del circuito los cuales incluyen:

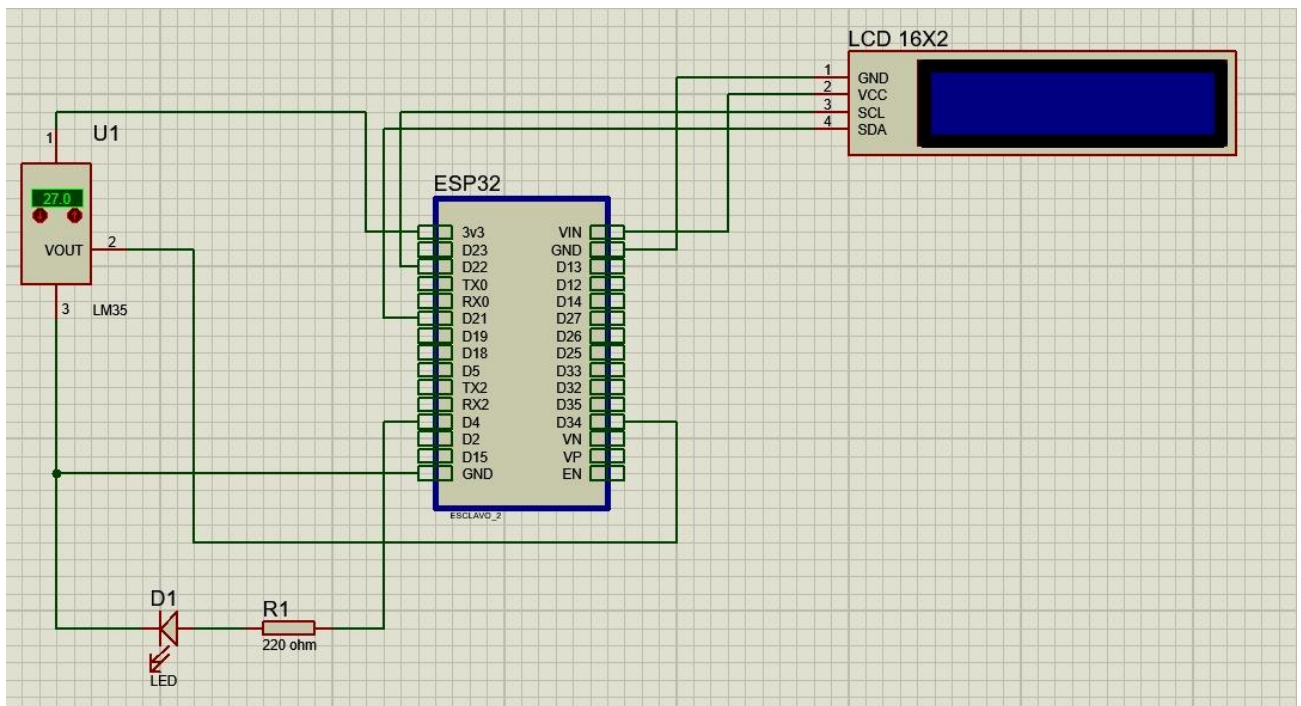


Fuente: Elaboración propia en programa proteus.

Figura 2-12. Diagrama electrónico circuito 1.

2.4.2. Circuito del Esclavo 2

El dispositivo Esclavo 2 tiene como objetivo la medición de la temperatura ambiente, empleado un sensor LM35 conectado a un módulo ESP32. Esta información es enviada al dispositivo maestro para su procesamiento. En la figura 2-13 se muestran los componentes principales del circuito los cuales incluyen:



Fuente: Elaboración propia en programa proteus.

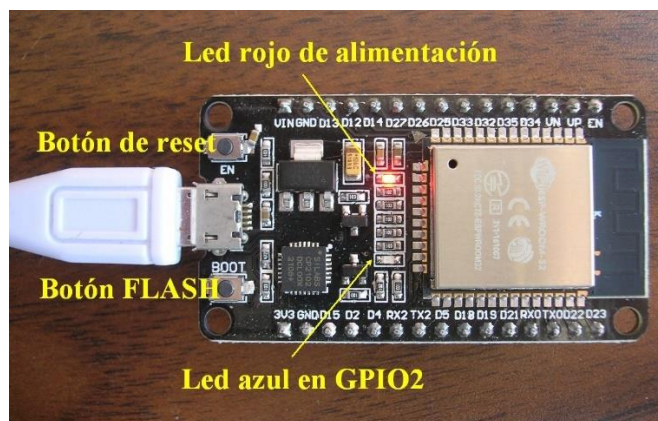
Figura 2-13. Diagrama electrónico circuito 2.

2.4.3. Circuito del Maestro

El dispositivo maestro es responsable de recibir y procesar los datos provenientes de los dispositivos esclavos, además de enviar alertas mediante la red WiFi. Los componentes principales de este circuito son:

- Módulo ESP32 Maestro: actúa como el centro del sistema, encargado de gestionar la comunicación y procesar los datos recibidos.
- Configuración de comunicación: utiliza la conexión WiFi para el envío de alertas al usuario a través de un bot de Telegram.

En la figura 2-14 se visualiza el esquema de conexión:



Fuente: Puntoflotante.net

Figura 2-14. Esquema de conexión ESP32 Maestro.

2.5. PROGRAMACIÓN

Inicialmente se realizarán las programaciones correspondientes al funcionamiento de los esp32 maestros y esclavos que serán los encargados de detectar monóxido de carbono u otros gases peligrosos, además de monitorear la temperatura, para ello se utilizó el programa Arduino IDE para la programación del sistema.

2.5.1. Programación Esclavo 1

El esclavo 1 se encarga de medir el nivel de gas mediante un sensor MQ135 y enviar los datos al ESP32 maestro, además de activar una sirena si se detecta gas. A continuación, se explica paso a paso lo que hace cada parte del código.

- Declaración de librerías y variables:

```
#include <WiFi.h>

const char* ssid = "Nicolas Ignacio";
const char* password = "chino12345";
const char* serverIP = "172.20.10.8"; // IP del Maestro
const int serverPort = 80;

// Pines del sensor MQ135 y de la sirena
const int pinmq135 = 34; // Pin del sensor MQ135
const int pinsirena = 25; // Pin de la sirena
```

Fuente: Arduino IDE

Figura 2-15. Declaración de librerías y variables esclavo 1.

- WiFi.h: Se incluye la librería necesaria para conectar el ESP32 a una red Wi-Fi.
- ssid y password: Se definen las credenciales para la conexión Wi-Fi.
- serverIP y serverPort: Se especifican la dirección IP y el puerto del ESP32 maestro al cual el esclavo enviará los datos.

→ pinmq135 y pinsirena: Se definen los pines del ESP32 que están conectados al sensor de gas (MQ135) y a la sirena.

- Configuración void setup:

```
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  WiFi.begin(ssid, password);

  pinMode(pinmq135, INPUT);
  pinMode(pinsirena, OUTPUT);

  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }

  Serial.println("Wifi Conectado");
}
```

Fuente: Arduino IDE

Figura 2-16. Configuración void setup esclavo 1.

- Serial.begin(115.200): Inicia la comunicación serial a 115.200 baudios para monitorear el funcionamiento del ESP32.
- WiFi.begin(ssid, password): Intenta conectar el ESP32 a la red Wi-Fi utilizando las credenciales proporcionadas.
- pinMode(pinmq135, INPUT): Configura el pin del sensor MQ135 como entrada, ya que el sensor mide el nivel de gas.
- pinMode(pinsirena, OUTPUT): Configura el pin de la sirena como salida, para que se active cuando se detecte gas.
- while (WiFi.status() != WL_CONNECTED): El código espera a que se establezca la conexión Wi-Fi, imprimiendo puntos en el monitor serial mientras se conecta.

- Configuración void loop:

```
void loop() {
  int nivelgas = analogRead(pinmq135);
  Serial.print("Nivel De Gas: ");
  Serial.println(nivelgas);

  if (nivelgas > 1000) { // Ajuste del umbral del sensor
    digitalWrite(pinsirena, HIGH);
    sendData(";GAS DETECTADO!");
  } else {
    digitalWrite(pinsirena, LOW);
    sendData("NO HAY GAS");
  }

  delay(1000);
}
```

Fuente: Arduino IDE

Figura 2-17. Configuración void loop esclavo 1.

- `int nivelgas = analogRead(pinmq135);`: Se lee el valor del sensor de gas conectado al pin `pinmq135` (sensor MQ135), dependiendo de la concentración de gas detectada.
- `Serial.print("Nivel De Gas: ");`: Se muestra el nivel de gas en el monitor serial para monitorear el estado.
- `if (nivelgas > 1000);`: Si el nivel de gas supera el umbral de 1000 (valor ajustable según la calibración del sensor), se activa la sirena.
- `digitalWrite(pinsirena, HIGH);`: Se enciende la sirena, colocando el pin de la sirena en HIGH.
- `sendData(";GAS DETECTADO!");`: Se envía un mensaje al ESP32 maestro indicando que se ha detectado gas.
- `else:` Si el nivel de gas es menor que el umbral, se apaga la sirena y se envía un mensaje indicando que no hay gas.

→ delay(1000): Se introduce una espera de 1 segundo antes de volver a leer el sensor y realizar la comprobación nuevamente.

- Configuración void sendData:

```
void sendData(const String& message) {
  WiFiClient client;
  if (client.connect(serverIP, serverPort)) {
    Serial.println("Conectado con el servidor");
    client.println(message);
    client.stop();
  } else {
    Serial.println("Fallo la conexion con el servidor");
  }
}
```

Fuente: Arduino IDE

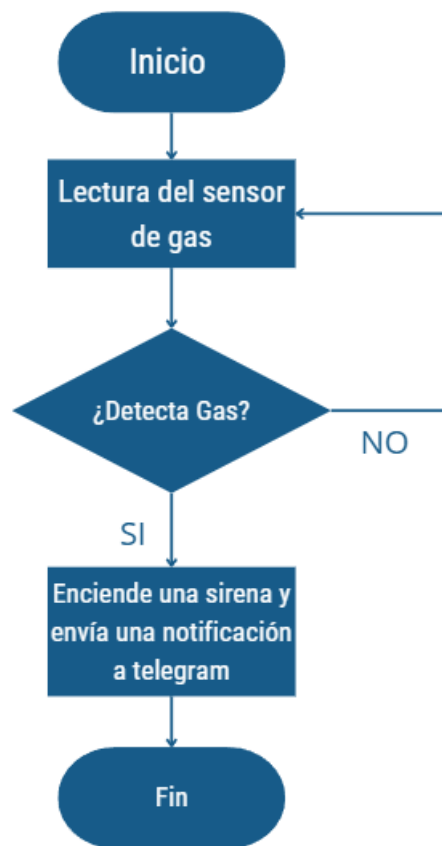
Figura 2-18. Configuración void sendData esclavo 1.

- WiFiClient client: Se crea un objeto cliente para realizar la conexión al servidor (ESP32 maestro).
- if (client.connect(serverIP, serverPort)): Se intenta conectar al servidor (el maestro) utilizando la IP y el puerto configurados.
- client.println(message): Si la conexión es exitosa, se envía el mensaje ("¡GAS DETECTADO!" o "NO HAY GAS") al servidor.
- client.stop(): Se cierra la conexión después de enviar el mensaje.
- else: Si la conexión falla, se muestra un mensaje de error en el monitor serial.

El void sendData es una función utilizada para centralizar el proceso de envío de datos desde el ESP32 esclavo al servidor (ESP32 maestro), permitiendo enviar mensajes específicos (como "¡GAS DETECTADO!" o "NO HAY GAS") sin repetir el código de conexión. Se emplea para modularizar el código, manteniéndolo claro y organizado, permitiendo

reutilizar el mismo bloque de conexión cada vez que se necesite enviar un mensaje, y gestionando la conexión al servidor de manera centralizada, lo que facilita la depuración en caso de que ocurran errores.

En la figura 2-19, se presenta el diagrama de flujo que representa de forma gráfica y secuencial el funcionamiento lógico del ESP32 esclavo 1, encargado de la detección de gas. Este diagrama permite visualizar claramente el proceso de toma de decisiones y las acciones que se ejecutan según las condiciones detectadas por el sistema.



Fuente: Elaboración propia en base al avance del proyecto.

Figura 2-19. Diagrama de flujo esclavo 1.

2.5.2. Programación Esclavo 2

El esclavo 2 se encarga de monitorear las temperaturas mediante un sensor LM35 y de enviar los datos al ESP32 maestro si se detectan temperaturas anormales. A continuación, se detalla paso a paso lo que realiza cada parte del código.

- Declaración de librerías y variables:

```
#include <WiFi.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

const char* ssid = "Nicolas Ignacio";
const char* password = "chino12345";
const char* serverIP = "172.20.10.8";
const int serverPort = 80;

const int sensortemp = 32;
const int led = 4;
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

// Variables para el filtro de promedio móvil
const int numReadings = 10;
int readings[numReadings];
int readIndex = 0;
long total = 0;
long promediotemp = 0;
```

Fuente: Arduino IDE

Figura 2-20. Declaración de librerías y variables esclavo 2.

- WiFi.h: Librería utilizada para conectar el ESP32 a una red Wi-Fi.
- LiquidCrystal_I2C.h: Librería que controla la pantalla LCD mediante comunicación I2C.
- ssid y password: Contienen las credenciales necesarias para conectar el ESP32 a la red Wi-Fi.
- serverIP: Dirección IP del ESP32 maestro al cual el esclavo enviará los datos.

- serverPort: Puerto de comunicación del servidor (usualmente 80 para HTTP).
- sensortemp: Define el pin al que está conectado el sensor de temperatura.
- led: Pin que controla un led que se activa si la temperatura es alta.
- LCD de 16x2: Se inicializa una pantalla LCD de 16x2 con la dirección I2C 0x27.
- numReadings: Define el número de lecturas utilizadas para calcular el promedio móvil.
- readings: Array que almacena las últimas lecturas de temperatura.
- readIndex: Índice que rastrea la posición de la lectura más reciente en el array.
- total: Acumula el total de las lecturas de temperatura.
- promediotemp: Almacena el valor promedio calculado a partir de las lecturas.

En este punto, se utiliza el promedio móvil para suavizar las lecturas del sensor de temperatura, obteniendo un valor más representativo y confiable. El promedio móvil es una técnica que calcula el promedio de un conjunto de lecturas recientes, reemplazando la lectura más antigua con cada nueva medición.

El promedio móvil permite reducir el impacto de variaciones abruptas o lecturas erráticas del sensor de temperatura, proporcionando un valor más estable. Esto resulta especialmente útil para evitar que pequeñas oscilaciones activen alertas innecesarias o muestren datos poco confiables en la pantalla LCD.

- Configuración void setup:

```
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  WiFi.begin(ssid, password);

  pinMode(sensortemp, INPUT);
  pinMode(led, OUTPUT);

  // Inicializar las lecturas a 0
  for (int i = 0; i < numReadings; i++) {
    readings[i] = 0;
  }

  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }

  Serial.println("WiFi Conectado");
}
```

Fuente: Arduino IDE

Figura 2-21. Configuración void setup esclavo 2.

- Serial.begin(115.200): Inicializa la comunicación serial a 115.200 baudios para facilitar la depuración.
- lcd.init(): Inicializa la pantalla LCD.
- lcd.backlight(): Enciende la retroiluminación de la pantalla LCD.
- WiFi.begin(ssid, password): Establece la conexión del ESP32 a la red Wi-Fi utilizando las credenciales previamente definidas.
- pinMode(sensortemp, INPUT): Configura el pin del sensor de temperatura como entrada.
- pinMode(led, OUTPUT): Configura el pin del led como salida.
- while (WiFi.status() != WL_CONNECTED): Mantiene el código en espera hasta que el ESP32 se conecte a la red Wi-Fi.

- Configuración void loop:

```
void loop() {
  // Leer el valor del sensor
  int sensor = analogRead(sensortemp);
  float voltaje = (sensor*3.3)/4095.0; // Conversión a voltaje
  float temperatura = voltaje*100; // Ajuste según el tipo de sensor

  // Actualizar el promedio móvil
  total -= readings[readIndex]; // Eliminar la lectura más antigua del total
  readings[readIndex] = temperatura; // Agregar la nueva lectura
  total += readings[readIndex]; // Añadir la nueva lectura al total
  readIndex = (readIndex + 1) % numReadings; // Mover al siguiente índice, con rollover
  promediotemp = total / numReadings; // Calcular el promedio

  // Mostrar el promedio en el LCD
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Temp: ");
  lcd.print(promediotemp);
  lcd.print((char)223);
  lcd.print("C");

  Serial.print("Temperatura: ");
  Serial.println(promediotemp);

  if (promediotemp > 35) { // Si la temperatura es mayor a 35°C
    digitalWrite(led, HIGH); // Enciende el led
    sendData("¡ALERTA: Temperatura alta!");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("ALERTA temperatura alta");
  } else {
    digitalWrite(led, LOW); // Apaga el led
    sendData("Temperatura normal");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("Temperatura normal");
  }

  delay(1000);
}
```

Fuente: Arduino IDE

Figura 2-22. Configuración void loop esclavo 2.

→ `analogRead(sensortemp)`: Lee el valor analógico proporcionado por el sensor de temperatura.

- Voltaje y temperatura: Realiza la conversión del valor leído a voltaje y posteriormente lo transforma en temperatura en grados Celsius.
 - Promedio móvil: Actualiza el cálculo del promedio móvil para suavizar las fluctuaciones en las lecturas del sensor.
 - LCD: Muestra la temperatura promedio calculada en la pantalla LCD.
 - Alerta de temperatura alta: Si la temperatura promedio supera los 35°C, se activa un led, y se presenta una alerta tanto en la pantalla LCD como en el servidor.
- Configuración para enviar datos al servidor:

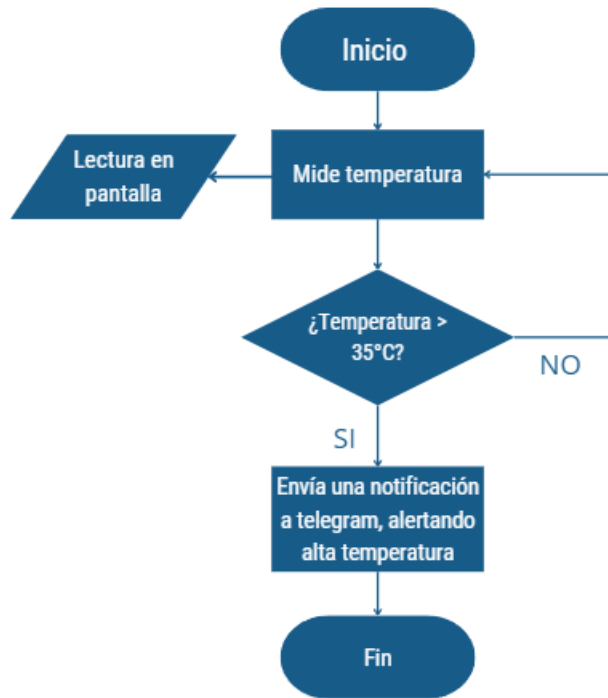
```
void sendData(const String& message) {
  WiFiClient client;
  if (client.connect(serverIP, serverPort)) {
    Serial.println("Conectado con el servidor");
    client.println(message);
    client.stop();
  } else {
    Serial.println("Fallo la conexion con el servidor");
  }
}
```

Fuente: Arduino IDE

Figura 2-23. Configuración sendData esclavo 2.

- sendData(): Esta función maneja la conexión al servidor (ESP32 maestro). Si la conexión es exitosa, se envía un mensaje que indica si la temperatura es normal o si hay una alerta.
- Si no se puede conectar al servidor, se muestra un mensaje de error en el monitor serial.

En la figura 2-24, se presenta el diagrama de flujo que representa el funcionamiento lógico del ESP32 esclavo 2, encargado de monitorear la temperatura ambiente. Este diagrama permite visualizar de forma clara y ordenada el proceso de lectura, análisis y actuación frente a posibles temperaturas elevadas detectadas por el sistema.



Fuente: Elaboración propia en base al avance del proyecto.

Figura 2-24. Diagrama de flujo esclavo 2.

2.5.3. Programación Maestro

Este código implementa un ESP32 Maestro encargado de recibir datos de dos esclavos (uno para la detección de gas y otro para el monitoreo de temperatura) y enviar notificaciones a través de Telegram en caso de alertas críticas. A continuación, se detalla cada sección del código siguiendo una estructura paso a paso similar a la utilizada para el esclavo 1.

- Declaración de librerías:

Antes de programar las funcionalidades, es necesario importar las herramientas necesarias para la conectividad Wi-Fi y la integración con Telegram.

```
#include <WiFi.h>
#include <WiFiClientSecure.h>
#include <UniversalTelegramBot.h>
```

Fuente: Arduino IDE

Figura 2-25. Librerías Maestro.

El programa utiliza las siguientes librerías:

- WiFi.h: Permite la conexión del ESP32 a redes WiFi.
- WiFiClientSecure.h: Habilita el uso de HTTPS para conexiones seguras, necesarias para enviar datos al servidor de Telegram.
- UniversalTelegramBot.h: Proporciona métodos para comunicarse con la API de Telegram, como enviar mensajes al chat del usuario.

- Configuración de red y telegram:

En esta sección, se configuran las credenciales de red, el bot de Telegram y las variables que controlan el flujo del programa.

```
// WiFi
const char* ssid = "Nicolas Ignacio";
const char* password = "chino12345";

// Token del bot de Telegram
#define BOT_TOKEN "7354747160:AAGSDUKKRWpdcSEQx_k0aEd3cDbq9n0Ygb8"

// ID del chat de Telegram
#define CHAT_ID "7383295636"
```

Fuente: Arduino IDE

Figura 2-26. Configuración de red y telegram.

- Red Wi-Fi (ssid y password): Son las credenciales para conectar el ESP32 Maestro a la red inalámbrica.
- Telegram (BOT_TOKEN y CHAT_ID): El bot se identifica mediante un token único, y las notificaciones se envían al chat con el ID configurado.
- Inicialización de Servidor y Cliente:

```
WiFiServer server(80);
WiFiClientSecure client;
UniversalTelegramBot bot(BOT_TOKEN, client);
```

Fuente: Arduino IDE

Figura 2-27. Inicialización de Servidor y Cliente.

- Servidor (WiFiServer): Se utiliza para recibir datos enviados por los esclavos.
- Cliente Seguro (WiFiClientSecure): Garantiza la comunicación cifrada con Telegram.
- Bot de Telegram (UniversalTelegramBot): Permite el envío de mensajes a través de la API de Telegram.

- Variables de estados:

```
// Variables para controlar los estados de gas y temperatura
bool gasDetectado = false;
bool temperaturaAlta = false;
int alertaGas = 0; // Contador para notificaciones de gas
int alertaTemp = 0; // Contador para notificaciones de temperatura
```

Fuente: Arduino IDE

Figura 2-28. Variables de estados.

Estas variables permiten monitorear si se ha detectado gas o temperatura alta y controlan la frecuencia de las notificaciones enviadas.

- Configuración void setup:

El bloque setup() define la lógica inicial del sistema, conectando el ESP32 Maestro a la red Wi-Fi y configurando lo necesario para el funcionamiento del sistema.

```
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  WiFi.begin(ssid, password);

  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }

  Serial.println("\nConectado a WiFi");
  Serial.print("Dirección IP: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());

  // Iniciar servidor y cliente seguro para Telegram
  server.begin();
  client.setInsecure(); // Omite verificación SSL para Telegram
}
```

Fuente: Arduino IDE

Figura 2-29. Configuración void setup Maestro.

- Conexión Wi-Fi: El ESP32 intenta conectarse a la red utilizando las credenciales configuradas.
- Servidor y Cliente Seguro: Una vez conectado, inicia el servidor en el puerto 80 y configura el cliente seguro para Telegram.
- Configuración void loop:

El loop() maneja la lógica repetitiva del sistema. Escucha las conexiones de los esclavos, procesa los datos recibidos y genera alertas según sea necesario.

```
void loop() {
  WiFiClient client = server.available();
  if (client) {
    Serial.println("Cliente Conectado");
    String data = "";

    while (client.connected()) {
      while (client.available()) {
        char c = client.read();
        data += c;
      }

      // Si el cliente envía datos, los mostramos y enviamos alerta a Telegram
      if (data.length() > 0) {
        Serial.println("Esclavo: " + data);

        // Comprobar si el mensaje indica que hay gas
        if (data.indexOf("¡GAS DETECTADO!") != -1) {
          gasDetectado = true; // Marcar que hay gas
        } else if (data.indexOf("NO HAY GAS") != -1) {
          gasDetectado = false; // Reiniciar el estado si no hay gas
          alertaGas = 0; // Reiniciar contador de gas
        }

        // Comprobar si el mensaje indica temperatura alta
        if (data.indexOf("¡ALERTA: Temperatura alta!") != -1) {
          temperaturaAlta = true; // Marcar que hay temperatura alta
        } else if (data.indexOf("Temperatura normal") != -1) {
          temperaturaAlta = false; // Reiniciar el estado si la temperatura es normal
          alertaTemp = 0; // Reiniciar contador de temperatura
        }
      }
    }
  }
}
```

Fuente: Arduino IDE

Figura 2-30. Configuración void loop(1) Maestro.

```

// Enviar notificación si hay gas
if (gasDetectado) {
  alertaGas++;
  if (alertaGas >= 2) { // Enviar notificación cada 2 ciclos
    enviarMensajeTelegram("¡ALERTA! ¡ALERTA! GAS DETECTADO POR EL ESCLAVO 1...");
    alertaGas = 0; // Reiniciar contador
  }
}

// Enviar notificación si hay temperatura alta
if (temperaturaAlta) {
  alertaTemp++;
  if (alertaTemp >= 2) { // Enviar notificación cada 2 ciclos
    enviarMensajeTelegram("¡ALERTA! ¡ALERTA! TEMPERATURA ALTA DETECTADA POR EL ESCLAVO 2...");
    alertaTemp = 0; // Reiniciar contador
  }
}

data = ""; // Limpiar buffer después de leer
}
}

client.stop();
Serial.println(".....");
}
}

```

Fuente: Arduino IDE

Figura 2-31. Configuración void loop(2) Maestro.

- Escucha de Clientes: Se verifica si un esclavo intenta conectarse al servidor.
- Procesamiento de Datos: Los datos recibidos se analizan para identificar alertas de gas o temperatura alta.
- Gestión de Notificaciones: Se controlan los contadores de alertas para evitar el envío excesivo de mensajes a Telegram.

- Envío de mensajes a telegram:

Para enviar notificaciones, se utiliza la función `enviarMensajeTelegram`.

```
// Función para enviar mensajes a Telegram
void enviarMensajeTelegram(String mensaje) {
  if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {
    bot.sendMessage(CHAT_ID, mensaje, "");
    Serial.println("Mensaje enviado a Telegram: " + mensaje);
  } else {
    Serial.println("Error: No conectado a WiFi");
  }
}
```

Fuente: Arduino IDE

Figura 2-32. Mensajes a telegram.

- `bot.sendMessage`: Envía el mensaje al chat configurado en `CHAT_ID`.
- Mensajes de Confirmación: Imprime en el monitor serial si el mensaje fue enviado exitosamente o si ocurrió un error.

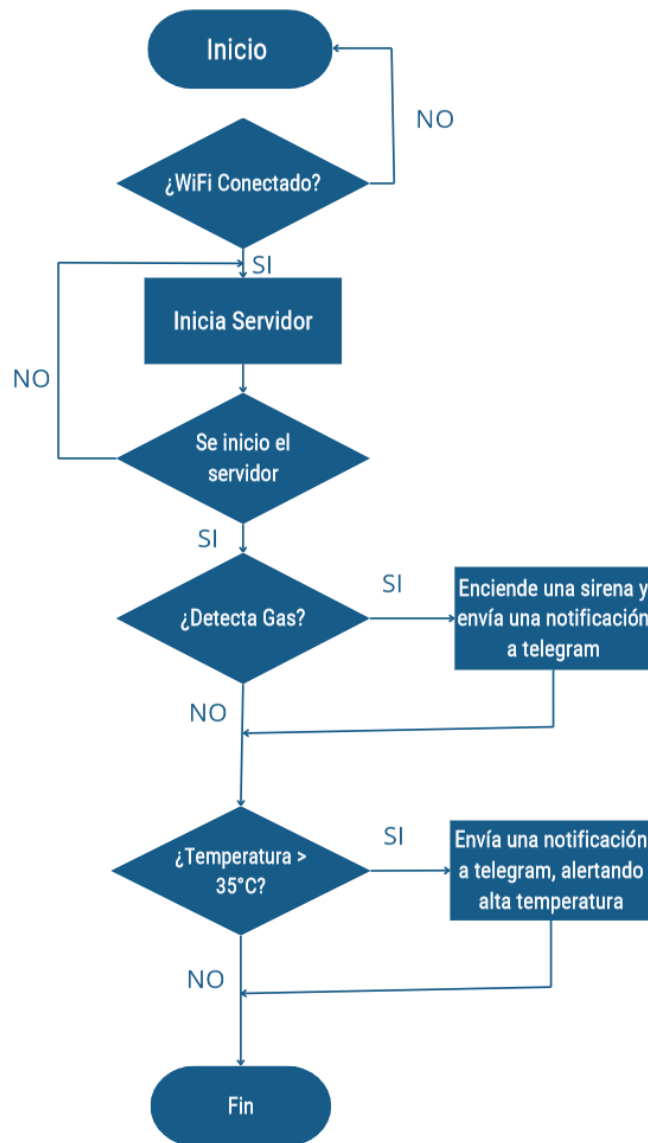
Este código desempeña un rol esencial dentro de un sistema de monitoreo y alerta inteligente, actuando como intermediario entre los sensores de los dispositivos esclavos y la plataforma de notificaciones en Telegram. Mediante una conexión WiFi estable, el módulo central recibe información crítica enviada por los esclavos, procesando datos sobre la detección de gas y temperaturas peligrosas. Estas señales no solo son registradas, sino que también activan un sistema de alertas que mantiene informados a los usuarios en tiempo real.

El uso del bot de Telegram facilita una integración eficiente con la red de comunicación, permitiendo que los mensajes lleguen directamente a los usuarios de manera confiable. Este enfoque elimina la necesidad de depender de hardware adicional para alertas remotas, haciendo que el sistema sea más accesible y práctico. Además, el diseño del código incluye un manejo cuidadoso de estados y notificaciones, lo que asegura

que las alertas sean enviadas con una frecuencia adecuada, evitando la saturación de mensajes.

En términos técnicos, el código combina capacidades de procesamiento local con la transmisión de datos a través de internet, lo que lo convierte en un puente eficiente entre los sensores físicos y las aplicaciones en la nube. El diseño modular y organizado no solo facilita su comprensión, sino que también permite futuras expansiones o mejoras, como la adición de nuevos sensores o funciones de control remoto. Este enfoque integral subraya el objetivo de crear un sistema robusto, eficiente y adaptable a diversas situaciones.

En la figura 2-33, se presenta el diagrama de flujo correspondiente al ESP32 Maestro. Este módulo central es el encargado de recibir la información enviada por los dispositivos esclavos y, en caso de alertas por gas o temperatura elevada, enviar notificaciones al usuario a través de la plataforma de mensajería Telegram. El diagrama permite visualizar de forma clara y ordenada la lógica de operación del sistema, desde la recepción de datos hasta la gestión de alertas remotas.



Fuente: Elaboración propia en base al avance del proyecto.

Figura 2-33. Diagrama de flujo maestro.

CAPÍTULO 3: RESULTADO Y EVALUACIÓN DEL PROYECTO

3. RESULTADO Y EVALUACIÓN DEL PROYECTO

Este capítulo tiene como objetivo realizar una evaluación detallada del proyecto mediante el uso de herramientas de planificación, análisis económico y estudio de mercado. A través de la carta Gantt, se organiza el cronograma de actividades del proyecto, mientras que el análisis económico y el estudio de mercado permiten valorar su viabilidad y rentabilidad. Además, el flujo de caja y el análisis de sensibilidad proporcionan una proyección financiera ante diversos escenarios, facilitando la toma de decisiones estratégicas basadas en información clave.

3.1. PUESTA EN MARCHA DEL PROYECTO

- Descripción del Proceso de Implementación

El sistema de detección y alerta fue implementado utilizando módulos ESP32 configurados en un esquema maestro-esclavo, con comunicación mediante red WiFi, lo que permitió la conexión a una red local. Se incorporaron sensores especializados, como el MQ135 para la detección de gas y un sensor de temperatura LM35. Además, se integró un bot de Telegram para enviar notificaciones en tiempo real al usuario.

Los pasos desarrollados durante la implementación incluyeron:

- La instalación de los sensores en ubicaciones estratégicas dentro del área de prueba.
- La programación de los ESP32, configurando un umbral de detección de gas y un límite crítico de temperatura.
- La configuración del bot de Telegram para recibir y gestionar alertas automatizadas.
- La realización de pruebas funcionales para verificar la correcta comunicación y respuesta del sistema.

- Diagrama de Funcionamiento

El sistema opera bajo el siguiente esquema:

- Sensores: Detectan la presencia de gas o variaciones de temperatura.
- ESP32 esclavo: Recoge los datos capturados por los sensores y los envía al ESP32 maestro.
- ESP32 maestro: Procesa la información recibida y genera alertas activando una sirena y enviando notificaciones a Telegram.
- Usuario final: Recibe las notificaciones en su dispositivo móvil para tomar las medidas necesarias.

- Ejecución del Sistema

La puesta en marcha incluyó pruebas realizadas bajo dos escenarios principales:

- Detección de gas:
 - El sensor MQ135 identificó concentraciones de gas que superaron el umbral configurado.
 - Resultados: Activación inmediata de la sirena y envío de notificaciones al usuario a través de Telegram.
- Variación de temperatura:
 - El sistema detectó temperaturas superiores al límite crítico de 35 °C.
 - Resultados: Generación de una alerta en Telegram, informando al usuario sobre la situación.

- Evaluación del Funcionamiento

El desempeño del sistema fue óptimo durante las pruebas realizadas. Los tiempos de respuesta resultaron adecuados para un entorno doméstico, ya que las notificaciones enviadas por Telegram se recibieron en menos de dos segundos desde la detección del evento. Como respaldo de este comportamiento, se ha dejado disponible un video que muestra el funcionamiento del sistema durante una serie de pruebas. Este material audiovisual puede ser consultado en el siguiente enlace:

<https://drive.google.com/file/d/1v5iS5kE88jIUENMC4kY6xN6ZmZ8OtzcN/view?usp=sharing>

- Ventajas del sistema:

- Comunicación eficiente y precisa entre dispositivos.
- Notificaciones en tiempo real al usuario final.
- Fácil implementación en entornos residenciales.

- Limitaciones:

- Alcance limitado debido a las restricciones de la señal WiFi en comparación a otras tecnologías.
- Dependencia de la conectividad a Internet para el envío de notificaciones mediante Telegram.

3.2. CARTA GANTT

A continuación, se presentará la Carta Gantt la cual tiene todos y cada uno de los procesos que hicieron posible llevar a cabo el proyecto (Ver Carta Gantt en la tabla 3-1).

3.2.1. Investigación y Planificación

Esta fase es clave para preparar las bases del proyecto. Durante este periodo, se investigará tanto sobre la problemática a resolver como sobre las soluciones y tecnologías

existentes. En esta fase se define todo lo que será necesario para desarrollar el sistema de detección y alerta.

- Tareas:

- a. Investigación sobre la problemática:

- Analizar las estadísticas sobre la seguridad en hogares, con énfasis en los adultos mayores o casas desalojadas por un periodo de tiempo ya sea por trabajo o por vacaciones.

- Estudiar los riesgos asociados con fugas de gas, intoxicaciones y/o inhalaciones de monóxido de carbono, variaciones de altas temperaturas en hogares.

- b. Análisis de tecnologías:

- Investigar sobre los diferentes tipos de sensores y su conveniencia para el proyecto.

- Comparar protocolos de comunicación para la conexión entre dispositivos. (Protocolo de comunicación mediante WiFi)

- Investigar las opciones de integración para notificaciones de alertas, tales como Telegram.

3.2.2. Diseño del Sistema

En esta fase se diseñan los aspectos clave del sistema, incluidos los componentes, programación y la infraestructura de comunicación entre los módulos ESP32.

- Tareas:

- a. Selección de componentes:

- Elegir los sensores adecuados (por ejemplo, MQ135 para gas y un sensor LM35 para la medición de temperatura).

- Seleccionar los módulos ESP32 necesarios y otros componentes complementarios.

b. Diseño de la estructura del sistema:

→ Definir la estructura maestro-esclavo con los módulos ESP32, es decir, cómo se comunicarán entre sí.

c. Configuración de la red WiFi:

→ Establecer la red local necesaria para la comunicación entre los dispositivos a través de WiFi.

3.2.3. Implementación

Esta fase abarca el desarrollo y la configuración del sistema, tanto en términos de programación como de componentes.

○ Tareas:

a. Programación y configuración del sistema:

→ Programar los módulos ESP32 para medir las señales de los sensores de gas y temperatura.

→ Implementar el envío de datos desde los sensores al módulo maestro.

b. Configuración y pruebas de Telegram:

→ Configurar un bot de Telegram para enviar notificaciones en tiempo real sobre alertas de gas o temperatura.

3.2.4. Pruebas del Sistema

La fase de pruebas es crítica para verificar que el sistema funciona correctamente y cumple con los requisitos previstos. Se validarán las funcionalidades, las alertas y el rendimiento en condiciones reales.

○ Tareas:

a. Pruebas de detección de gas y temperatura:

→ Realizar pruebas para verificar que el sistema detecte valores peligrosos correctamente.

- b. Mejora tras resultados de pruebas:
- Ajustar los umbrales de alerta si es necesario.
 - Mejorar la eficiencia de la comunicación y la fiabilidad de las alertas.

Tabla 3-1. Carta Gantt.

Fases y Tareas	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6
Investigación y Planificación						
Investigación sobre la problemática						
Análisis de tecnologías						
Diseño del Sistema						
Selección de componentes						
Diseño de la estructura del sistema						
Configuración de la red WiFi						
Implementación						
Programación y configuración del sistema						
Configuración y pruebas de Telegram						
Pruebas del Sistema						
Pruebas de detección de gas y temperatura						
Mejoras tras resultados de pruebas						

Fuente: Elaboración propia en base al avance del proyecto.

En base a las pruebas realizadas durante la fase de validación del sistema, se ha confirmado que el sistema de detección de gas y alertas de temperatura desarrollado cumple con los requisitos funcionales establecidos inicialmente. El sistema ha demostrado ser efectivo en la detección de valores peligrosos, tanto de gas como de temperatura, y ha permitido la implementación exitosa de notificaciones en tiempo real a través de Telegram, asegurando que los usuarios reciban alertas oportunas.

Las optimizaciones y ajustes realizados durante las pruebas permitieron mejorar la fiabilidad y eficiencia en la comunicación entre los módulos ESP32, garantizando que los datos se transmitieran de manera precisa y con un tiempo de respuesta adecuado. A pesar de estos logros, se identificaron posibles áreas de mejora, como la optimización del consumo energético de los dispositivos y la ampliación del sistema para incluir más sensores u otras funciones que aumenten la cobertura de detección.

Este proyecto ha sentado las bases para un sistema inteligente que no solo mejora la seguridad en los hogares, sino que también tiene el potencial de ser escalado y adaptado a diferentes necesidades del mercado. En el futuro, se podrían considerar pruebas adicionales en condiciones ambientales más variadas y la integración con otras tecnologías de detección para fortalecer la efectividad y el alcance del sistema.

Con los resultados obtenidos en esta fase, el proyecto ha avanzado significativamente hacia su propósito de proporcionar una solución accesible y eficaz a riesgos como las fugas de gas y las temperaturas extremas, brindando mayor seguridad a las personas, especialmente a los adultos mayores que viven solos y usuarios que dejan sus casas por un periodo de tiempo.

3.3. ANÁLISIS ECONÓMICO

En el análisis económico, se analizarán los costos de materiales, los costos de mano de obra y el precio de venta del proyecto. Este análisis es crucial para evaluar la viabilidad financiera del proyecto, permitiendo determinar los gastos necesarios para su implementación y la rentabilidad esperada a partir del precio de venta propuesto. Se debe considerar el valor UF de \$38.411 a la fecha de 29 de diciembre 2024.

3.3.1. Costos del proyecto

a. **Materiales y Componentes:**

- 1 Sensor de gas MQ-135.
- 1 Sensores de temperatura LM35.
- 1 Pantalla lcd 16x2 con I2C.
- 3 Módulos ESP32.
- 1 Led rojo.
- 1 Resistencias 220 [Ω].

- 1 Modulo relé.
- 1 Sirena 12 volt.
- 3 Protoboard.
- Cables jumper macho macho.
- 3 Cargadores micro usb.

b. Desarrollo y Programación:

Para el desarrollo del presente proyecto se está considerando una versión prototipo, cuyo objetivo principal es validar la funcionalidad y eficiencia del sistema propuesto. Los materiales listados corresponden a esta etapa inicial y podrían variar en una versión final destinada a producción o comercialización. La programación del sistema se realiza mediante la plataforma Arduino IDE, la cual es de uso gratuito, al igual que la integración con la aplicación de mensajería Telegram utilizada para el envío de alertas. El proceso de desarrollo incluye la programación del sistema, la conexión e integración de los componentes electrónicos y los ajustes necesarios para su personalización. Si bien no se incurre en costos asociados al uso de software, se valoriza el tiempo requerido para la programación, el cual se estima entre 10 y 50 horas, dependiendo del nivel de experiencia del programador.

En la tabla 3-2 se visualiza los costos de materiales.

Tabla 3-2. Costos de materiales.

Costo de materiales			
Cantidad	Componentes y/o procesos	Costo CLP	Costo UF
1	Sensor de gas MQ-135	\$ 4.290	0.11
1	Sensores de temperatura LM35	\$ 4.290	0.11
1	Pantalla Lcd 16x2 con I2C	\$ 6.290	0.16
3	Módulos ESP32	\$ 14.070	0.37
1	Led rojo (10 Unidades)	\$ 3.714	0.097
1	Resistencia 220[Ω] (5 Unidades)	\$ 4.098	0.11
1	Modulo relé	\$ 3.090	0.08
1	Sirena 12 volt	\$ 6.990	0.18
3	Protoboard	\$ 14.970	0.39
1	Cables jumper macho macho (65 unidades)	\$ 3.990	0.10
3	Cargadores micro usb	\$ 7.440	0.19
1	Programa Arduino Ide	Gratis	
1	Telegram	Gratis	
Total		\$ 73.232	1.91

Fuente: Elaboración propia en base al avance del proyecto.

3.3.2. Costos por mano de obra

a. Técnico de Instalación:

La instalación física de los componentes incluye la ubicación y fijación de los sensores de gas y temperatura en los lugares adecuados, el montaje del ESP32 maestro y esclavos según las especificaciones, y la conexión de los dispositivos a una fuente de energía, asegurando que la instalación sea robusta y segura. Posteriormente, se realizan pruebas básicas en campo para verificar el correcto funcionamiento de los sensores, evaluar la comunicación inalámbrica entre los módulos y confirmar que el sistema envíe alertas según las condiciones previamente programadas.

En la tabla 3-3 se visualiza los costos de mano de obra de técnico instalador.

Tabla 3-3. Costos de mano de obra de técnico instalador.

			Valor UF	\$ 38.411
Costos de mano de obra tecnico instalador				
Tarea a realizar	Tiempo Estimado (hora)	Valor por Hora CLP	Costo Total CLP	Costo total UF
Instalación de sensores (gas, temperatura, etc.)	1	\$ 4.063	\$ 4.063	0.11
Montaje y conexión de dispositivos (ESP32 y fuente de energía)	1	\$ 4.063	\$ 4.063	0.11
Pruebas básicas en campo	1	\$ 4.063	\$ 4.063	0.11
Total Mano de Obra	3		\$ 12.188	0.32

Fuente: Elaboración propia en base al avance del proyecto.

La tabla considera un total estimado de 3 horas de instalación, valorizadas a \$4.063 CLP por hora para el técnico encargado, según un valor promedio de mercado obtenido a partir de diversas plataformas de empleo como chiletrabajos.cl, bne.cl y LinkedIn. Este cálculo se basa en un sueldo mensual aproximado de \$650.000 CLP, cuyo desglose se detalla en la tabla 3-4.

La instalación del sistema se caracteriza por ser sencilla y de corta duración, ya que únicamente contempla el montaje de los componentes en el lugar designado, sin requerir configuraciones complejas ni herramientas especializadas. Además, se indica al cliente que el espacio donde se realizará la instalación debe contar con un enchufe cercano, a fin de asegurar el funcionamiento adecuado del sistema.

Tabla 3-4. Sueldo Técnico Instalador.

	Sueldo Tecnico Instalador			
	Mensual	Semanal	Diario	Por Hora
CLP	\$ 650.000	\$ 162.500	\$ 32.500	\$ 4.063
UF	16.92	4.23	0.85	0.11

Fuente: Elaboración propia en base al avance del proyecto.

b. Ingeniero o Programador:

El ingeniero programador será responsable de la configuración de la red maestro-esclavo para la comunicación inalámbrica entre los módulos ESP32, la programación de los sensores de gas y temperatura para detectar valores fuera del rango seguro, y la implementación de alertas a través de un bot de Telegram que notifique al usuario en tiempo real. Además, optimizará el código para minimizar el tiempo de respuesta y mejorar la fiabilidad del sistema. Según los requisitos específicos del cliente, ajustará los umbrales de gas y temperatura y podrá integrar notificaciones adicionales. El trabajo también incluirá la validación del correcto funcionamiento de los sensores y el sistema de comunicación.

En la tabla 3-5 se visualiza los costos de mano de obra de ingeniero programador.

Tabla 3-5. Costos de mano de obra de Ingeniero programador.

Costos de mano de obra ingeniero o programador				
Tarea a realizar	Tiempo estimado (hora)	Precio por Hora CLP	Costo Total CLP	Costo total UF
Programación de módulos ESP32	8	\$ 5.000	\$ 40.000	1.04
Personalización según requisitos del cliente	0.5	\$ 5.000	\$ 2.500	0.07
Pruebas de funcionalidad y depuración	1	\$ 5.000	\$ 5.000	0.13
Total Mano de Obra	9.5		\$ 47.500	1.24

Fuente: Elaboración propia en base al avance del proyecto.

El valor por hora es un promedio acorde al mercado según investigación en plataformas de empleo como chiletrabajos.cl, bne.cl, LinkedIn, etc. Se consideró un sueldo base de \$800.000 aproximadamente así desglosando el valor hora como se muestra en la tabla 3-6 obteniendo valor hora de \$5.000 aproximadamente.

Tabla 3-6. Sueldo de Ingeniero o programador.

	Sueldo Ingeniero o Programador			
	Mensual	Semanal	Diario	Por Hora
CLP	\$ 800.000	\$ 200.000	\$ 40.000	\$ 5.000
UF	20.83	5.21	1.04	0.13

Fuente: Elaboración propia en base al avance del proyecto.

3.3.3. Precio de venta

Se ofrece la instalación y configuración integral del sistema con sensores de gas y temperatura, programados para emitir alertas en tiempo real mediante Telegram. Este plan está diseñado para cumplir con los requisitos esenciales del cliente, garantizando la seguridad y funcionalidad desde la instalación inicial. El servicio incluye la instalación física de sensores y módulos ESP32 en la propiedad del cliente, la programación personalizada según los umbrales de gas y temperatura establecidos, la realización de pruebas funcionales para verificar el correcto funcionamiento del sistema, y una pequeña charla de inducción con el cliente en terreno como se visualiza en la tabla 3-7.

Tabla 3-7. Valor del proyecto.

Valor del proyecto		
	CLP	UF
Costos de materiales	\$ 73.232	1.91
Costo mano de obra técnico instalador	\$ 12.188	0.32
Costo de mano de obra técnico programador	\$ 47.500	1.24
Imprevistos	\$ 30.000	0.78
Total de costos	\$ 162.920	4.24
Margen de ganancia deseado	20%	
Valor de venta	\$ 195.000	5.08

Fuente: Elaboración propia en base al avance del proyecto.

3.4. EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO

En esta sección se desarrollarán los flujos de caja del proyecto, considerando diferentes estructuras de financiamiento para evaluar su impacto económico. Se evaluaron cuatro escenarios de financiamiento: uno con recursos totalmente propios, otro con un financiamiento del 25%, un tercero con un financiamiento del 50% y el último con un financiamiento del 75%. Cada escenario permitirá evaluar cómo las diferentes opciones de financiamiento afectan los resultados financieros, con el objetivo de determinar cuál de ellos resulta más favorable para la viabilidad económica del proyecto.

Se desarrolló un flujo de caja considerando diversos escenarios de financiamiento, manteniendo una inversión inicial de 13 UF para la puesta en marcha y 3 UF para la implementación del sistema inteligente. Dicha inversión está destinada a la adquisición de materiales y componentes fundamentales para el desarrollo del proyecto, además de la ejecución de pruebas requeridas para su correcta operatividad.

El proyecto se plantea con un enfoque de crecimiento progresivo, proyectando su expansión una vez recuperada la inversión inicial. En esta primera etapa, se estructuró bajo la figura de persona natural, accediendo a un crédito de consumo para financiar el inicio de las operaciones.

En términos de comercialización, se prioriza la venta mediante plataformas digitales, dado que un alto porcentaje de los potenciales clientes utiliza internet como principal fuente de información y adquisición de productos. A futuro, se considera la formalización del negocio como empresa una vez alcanzada su consolidación en el mercado, lo que implicaría la necesidad de evaluar nuevas fuentes de financiamiento, como la obtención de un crédito comercial, cuyas tasas de interés y condiciones diferirían de las asociadas a un crédito de consumo para personas naturales.

3.4.1. Flujo de caja de proyecto puro

En la Tabla 3-8, se muestra el capital de trabajo utilizado para el cálculo de los flujos de caja, permitiendo evaluar los recursos requeridos para la operatividad del proyecto.

Tabla 3-8. Capital de trabajo flujo de caja puro.

UF	\$38.411
Capital de trabajo	-191
Precio Venta uf	5.0767
Cantidad Nominal mensual	9

	10%	20%	20%	30%	40%	60%	70%	70%	70%	80%	100%	100%
	mes 1	mes 2	mes 3	mes 4	mes 5	mes 6	mes 7	mes 8	mes 9	mes 10	mes 11	mes 12
Cantidad vendida	0.9	2	1.8	2.7	3.6	5.4	6.3	6.3	6.3	7.2	9	9
Ingresos x venta	5	9	9	14	18	27	32	32	32	37	46	46
Costos Fijo												
Sueldo tecnico instalador 1	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17	-17
Sueldo ingeniero programador	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21	-21
Costos del proyecto(material)	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
Costo Variable												
Publicidad	-0.2	-0.4	-0.4	-0.6	-0.8	-1.2	-1.4	-1.4	-1.4	-1.6	-2.1	-2.1
Saldo	-35	-31	-31	-27	-22	-13	-9	-9	-9	-5	4	4
Saldo Acumulado	-35	-66	-97	-124	-146	-159	-168	-178	-187	-191	-187	-183

Fuente: Elaboración propia en base al avance del proyecto.

El flujo de caja puro permite analizar la capacidad del proyecto para generar efectivo de manera independiente de su forma de financiamiento. Para este análisis, se trabajó en UF, una unidad que permite mantener valores ajustados según la inflación en Chile, asegurando resultados más precisos y relevantes.

Tabla 3-9. Flujo de caja de proyecto puro.

SISTEMAS MENSUALES	10				
UF	\$38.411	29-12-2024			
PRECIO VENTA CLP	\$195.000				
PRECIO VENTA UF	5.077				

tasa de crecimiento: 5% = $(1+0.02)^1 \times 1.05$					
5.076671	5.33050	5.59703	5.87688		

	0	1	2	3	4
CANTIDAD DE SISTEMAS ANUALES		120	126	132	139
+ Ingresos x vtas(CANTIDAD POR PRECIO)		609	672	740	816
- Costos Fijos					
Sueldo tecnico instalador 1		-203	-203	-203	-203
Costo del proyecto(material)		-23	-23	-23	-23
Sueldo ingeniero programador		-250	-250	-250	-250
- Costos Variables					
Publicidad		-31	-31	-31	-31
- TOTAL DE COSTOS(COSTOS FIJOS+ COSTOS VARIABLES)		-507	-507	-507	-507
= margen bruto		102	165	233	309
- Intereses LP					
- Intereses CP					
- Depreciaciones					
+/- Dif x vta de activos a VL					1
- Pérdidas ejercicio anterior					
= Utilidad Antes de Impto		102	165	233	310
- impto % (25%)		-26	-41	-58	-78
= Utilidad Desp Impto		77	123	175	233
+ Pérdidas ejercicio anterior					
+ Depreciaciones					
- Amortización LP					
- Amortización CP					
- Capital de trabajo	-191				
- Inversion en puesta en marcha	-13				
- Inversión sistema inteligente	-3				
+ devolución del capital de trabajo					191
+ Vta activos a VL					
= Total Anual	-207	77	123	175	424
+ Préstamo LP					
+ Préstamo CP					
= Flujo Neto de Caja	-207	77	123	175	424
Flujo de caja corregido	-207	64	86	101	205
Flujo de caja acumulado	-207	-143	-57	44	248

VALOR COMPRA	3
VALOR LIBRO	0
DEPRECIACION	1
VALOR VENTA	1

Fuente: Elaboración propia en base al avance del proyecto.

El análisis del flujo de caja puro refleja que el proyecto genera ingresos crecientes. Esto asegura un margen bruto positivo, lo que demuestra que el proyecto posee una estructura operativa eficiente y capacidad para cubrir costos e impuestos desde el inicio. Cabe señalar que, dado que se trata de un prototipo y considerando la simplicidad de los componentes utilizados, no se contemplaron depreciaciones en el análisis económico, ya que estos elementos son de bajo costo, fácilmente reemplazables y su inclusión no impactaría significativamente en los resultados financieros del proyecto.

Tabla 3-10. Resumen de indicadores de flujo de caja puro.

TMAR	20%
VAN	248
TIR	59%
PAYBACK	AÑO 3
IVAN	1.200212787

Fuente: Elaboración propia en base al avance del proyecto.

Los indicadores financieros muestran que el proyecto es altamente rentable. Con una TIR del 59% que supera significativamente la TMAR del 20%, un VAN positivo de UF 248 y un periodo de recuperación (payback) alcanzado en el año 3, el proyecto no solo es viable, sino que también genera retornos atractivos para los inversionistas. La tasa de descuento del 20% utilizada representa el costo de oportunidad del capital invertido, considerando el nivel de riesgo y el rendimiento esperado en inversiones similares dentro del mercado, lo que asegura una evaluación financiera realista y conservadora.

3.4.2. Flujo de caja de proyecto con financiamiento del 25%

Para evaluar el impacto del financiamiento en el proyecto, se investigaron las tasas de interés ofrecidas por diferentes bancos. Tras realizar un análisis comparativo, se seleccionó el Banco Coopeuch, que ofrecía una tasa de interés mensual del 2,28%, siendo más favorable en comparación con otras opciones. Este financiamiento fue incorporado al flujo de caja para analizar su efecto en la viabilidad económica del proyecto como se visualiza en la tabla 3-11.

Tabla 3-11. Tabla de amortización flujo de caja de proyecto con financiamiento del 25%.

Tabla de amortizacion	
Cantidad de dinero solicitada	52
Numero de periodos	4
Interes	31.07%

Nº de periodos	Saldo deuda credito	interes	amortizacion	cuota
1	43.51	16	8	24.32
2	32.71	14	11	24.32
3	18.56	10	14	24.32
4	0.00	6	19	24.32

PRESTAMO CON BANCO COOPEUCH



Tu Simulación

48 Cuotas de
\$73.590

Solicitalo

Tasa de Interés Mensual:	CAE:	Seguro de desgravamen*:	Costo total:
2,28%	29,76%	\$66.083	\$3.526.462

Fuente: Elaboración propia en base al avance del proyecto.

La tabla 3-11 corresponde al crédito solicitado al Banco Coopeuch, con una tasa de interés mensual del 2,28% y un plazo de financiamiento de 48 cuotas mensuales. En esta tabla se detalla el saldo pendiente, los intereses acumulados de cada periodo y el valor de las cuotas, permitiendo observar la disminución progresiva de la deuda principal y analizar su impacto en el flujo de caja del proyecto.

Tabla 3-12. Flujo de caja de proyecto con financiamiento del 25%.

SISTEMAS MENSUALES	10				
UF	\$38.411	29-12-2024			
PRECIO VENTA CLP	\$195.000				
PRECIO VENTA UF	5.877				

	0	1	2	3	4
CANTIDAD DE SISTEMAS ANUALES		120	126	132	139
+ Ingresos x vtas(CANTIDAD POR PRECIO)		609	672	740	816
- Costos Fijos					
Sueldo tecnico instalador 1		-203	-203	-203	-203
Costo del proyecto(material)		-23	-23	-23	-23
Sueldo ingeniero programador		-250	-250	-250	-250
- Costos Variables					
Publicidad		-31	-31	-31	-31
- TOTAL DE COSTOS(COSTOS FIJOS+ COSTOS VARIABLES)		-507	-507	-507	-507
= margen bruto		102	165	233	309
- Intereses LP		-16	-14	-10	-6
- Intereses CP					
- Depreciaciones					
+/- Dif x vta de activos a VL					1
- Pérdidas ejercicio anterior					
= Utilidad Antes de Impto		86	151	223	305
- Impto % (25%)		-22	-38	-56	-76
= Utilidad Desp Impto		65	113	167	228
+ Pérdidas ejercicio anterior					
+ Depreciaciones					
- Amortización LP		-8	-11	-14	-19
- Amortización CP					
- Capital de trabajo	-191				
- Inversion en puesta en marcha	-13				
- Inversión sistema inteligente	-3				
+ devolución del capital de trabajo					191
+ Vta activos a VL					
= Total Anual	-207	56	103	153	401
+ Préstamo LP	52				
+ Préstamo CP					
= Flujo Neto de Caja	-155	56	103	153	401
Flujo de caja corregido	-155	47	71	89	194
Flujo de caja acumulado	-155	-108	-37	52	245

VALOR COMPRA	3
VALOR LIBRO	0
DEPRECIACION	1
VALOR VENTA	1

Fuente: Elaboración propia en base al avance del proyecto.

El flujo de caja puro, ajustado por el financiamiento al 25%, evidencia que el proyecto resulta sostenible a mediano y largo plazo. Aunque en el año 0 el flujo neto de caja es negativo (UF -155), los flujos anuales reflejan un crecimiento constante, permitiendo alcanzar un flujo acumulado positivo a partir del año 3. Esto demuestra una gestión adecuada de los ingresos y costos, incluso con la carga financiera asociada al crédito.

Tabla 3-13. Resumen de indicadores de flujo de caja de proyecto con financiamiento del 25%.

TMAR	20%
VAN	245
TIR	67%
PAYBACK	AÑO 3
IVAN	1.578774527

Fuente: Elaboración propia en base al avance del proyecto.

Los indicadores confirman que el proyecto es altamente atractivo. La TIR del 67% supera ampliamente la TMAR del 20%, y el VAN positivo de UF 245 asegura la rentabilidad del proyecto. Con un payback en el año 3, el proyecto presenta un retorno de inversión rápido, incluso bajo condiciones de financiamiento.

3.4.3. Flujo de caja de proyecto con financiamiento del 50%

A continuación, se presentará el flujo de caja correspondiente al escenario en el que el proyecto es financiado en un 50%. En este escenario, se asume que la mitad de los costos iniciales serán cubiertos mediante un financiamiento externo.

Tabla 3-14. Tabla de amortización flujo de caja de proyecto con financiamiento del 50%.

Tabla de amortizacion	
Cantidad de dinero solicitada	104
Numero de periodos	4
Interes	31.07%

Nº de periodos	Saldo deuda credito	interes	amortizacion	cuota
1	87.03	32	16	48.64
2	65.43	27	22	48.64
3	37.11	20	28	48.64
4	0.00	12	37	48.64

PRESTAMO CON BANCO COOPEUCH

Tu Simulación

48 Cuotas de
\$147.080

Solicítalo

Tasa de Interés Mensual: 2,28%

CAE: 29,76%

Seguro de desgravamen*: \$132.133

Costo total: \$7.053.572

Fuente: Elaboración propia en base al avance del proyecto.

La tabla 3-14 corresponde al crédito que fue solicitado al Banco Coopeuch, con una tasa de interés mensual del 2,28% y un plazo de 48 meses. En ella se detallan el saldo pendiente, los intereses acumulados en cada periodo y el valor de las cuotas, lo que permite observar la reducción gradual de la deuda principal y analizar cómo esto impacta en el flujo de caja del proyecto.

Tabla 3-15. Flujo de caja de proyecto con financiamiento del 50%.

SISTEMAS MENSUALES	10					
UF	\$38.411	29-12-2024				
PRECIO VENTA CLP	\$195.000					
PRECIO VENTA UF	5.077					

tasa de crecimiento: 5% = $(1+0.02)^t \cdot 1.05$					
	0	1	2	3	4
		5.076671	5.33050	5.59703	5.87688
CANTIDAD DE SISTEMAS ANUALES	120	126	132	139	
+ Ingresos x vtas(CANTIDAD POR PRECIO)	609	672	740	816	
- Costos Fijos					
Sueldo tecnico instalador 1		-203	-203	-203	-203
Costo del proyecto(material)		-23	-23	-23	-23
Sueldo ingeniero programador		-250	-250	-250	-250
- Costos Variables					
Publicidad		-31	-31	-31	-31
- TOTAL DE COSTOS(COSTOS FIJOS+ COSTOS VARIABLES)		-507	-507	-507	-507
= margen bruto		102	165	233	309
- Intereses LP		-32	-27	-20	-12
- Intereses CP					
- Depreciaciones					
+/- Dif x vta de activos a VL					1
- Pérdidas ejercicio anterior					
= Utilidad Antes de Impto		70	138	213	299
- Impto % (25%)		-18	-34	-53	-75
= Utilidad Desp Impto		53	103	160	224
+ Pérdidas ejercicio anterior					
+ Depreciaciones					
- Amortización LP		-16	-22	-28	-37
- Amortización CP					
- Capital de trabajo		-191			
- Inversion en puesta en marcha		-13			
- Inversión sistema inteligente		-3			
+ devolucion del capital de trabajo					191
+ Vta activos a VL					
= Total Anual	-207	36	82	132	378
+ Préstamo LP	104				
+ Préstamo CP					
= Flujo Neto de Caja	-104	36	82	132	378
Flujo de caja corregido	-104	30	57	76	182
Flujo de caja acumulado	-104	-73	-17	59	242

VALOR COMPRA	3
VALOR LIBRO	0
DEPRECIACION	1
VALOR VENTA	1

Fuente: Elaboración propia en base al avance del proyecto.

El flujo de caja ajustado con el financiamiento del 50% demuestra que el proyecto es viable a medio y largo plazo. Aunque en el primer año el flujo neto es negativo (UF -104), los flujos posteriores muestran un crecimiento sostenido, permitiendo alcanzar un saldo acumulado positivo desde el tercer año. Esto refleja una gestión eficiente de los ingresos y los costos, incluso con la carga de la deuda asociada al financiamiento.

Tabla 3-16. Resumen de indicadores de flujo de caja de proyecto con financiamiento del 50%.

TMAR	20%
VAN	242
TIR	80%
PAYBACK	AÑO 3
IVAN	2.335898007

Fuente: Elaboración propia en base al avance del proyecto.

Los indicadores muestran que el proyecto es muy atractivo. La Tasa Interna de Retorno (TIR) del 80% está muy por encima de la Tasa Mínima Atractiva de Rendimiento (TMAR) del 20%, y el Valor Actual Neto (VAN) positivo de UF 242 garantiza que el proyecto será rentable. Con un periodo de recuperación de la inversión (payback) en el tercer año.

3.4.4. Flujo de caja de proyecto con financiamiento del 75%

Se presentará el flujo de caja correspondiente al proyecto, el cual está financiado en un 75%. En este escenario, se asume que el 75% de los costos iniciales serán cubiertos mediante financiamiento externo.

Tabla 3-17. Tabla de amortización flujo de caja de proyecto con financiamiento del 75%.

Tabla de amortizacion				
Cantidad de dinero solicitada	155			
Numero de periodos	4			
Interes	30,30%			

Nº de periodos	Saldo deuda credito	interes	amortizacion	cuota
1	130.28	47	25	72.04
2	97.71	39	33	72.04
3	55.28	30	42	72.04
4	0.00	17	55	72.04

PRESTAMO CON BANCO COOPEUCH

Tu Simulación

48 Cuotas de
\$216.850

Solicítalo

Tasa de Interés Mensual: 2,23%

CAE: 29,04%

Seguro de desgravamen*: \$196.913

Costo total: \$10.402.917

Fuente: Elaboración propia en base al avance del proyecto.

Como se indicó en los puntos anteriores, la tabla de amortización corresponde al crédito solicitado por el proyecto al Banco Coopeuch, con una tasa de interés mensual del 2,23% y un plazo de 48 meses. En esta tabla se detallan el saldo pendiente de pago, los intereses acumulados en cada periodo y el valor de las cuotas, lo que permite observar la disminución gradual de la deuda principal y analizar cómo esta reducción impacta en el flujo de caja del proyecto.

Tabla 3-18. Flujo de caja de proyecto con financiamiento del 75%.

SISTEMAS MENSUALES	50				
UF	\$38.411	29-12-2024			
PRECIO VENTA CLP	\$195.000				
PRECIO VENTA UF	5.077				

	0	1	2	3	4
CANTIDAD DE SISTEMAS ANUALES		120	126	132	139
+ Ingresos x vtas(CANTIDAD POR PRECIO)		609	672	740	816
- Costos Fijos					
Sueldo tecnico instalador 1		-203	-203	-203	-203
Costo del proyecto(material)		-23	-23	-23	-23
Sueldo ingeniero programador		-250	-250	-250	-250
- Costos Variables					
Publicidad		-31	-31	-31	-31
- TOTAL DE COSTOS(COSTOS FIJOS+ COSTOS VARIABLES)		-507	-507	-507	-507
= margen bruto		102	165	233	309
- Intereses LP		-47	-39	-30	-17
- Intereses CP					
- Depreciaciones					
+/- Dif x vta de activos a VL					1
- Pérdidas ejercicio anterior					
= Utilidad Antes de Impto		55	125	204	294
- Impto % (25%)		-14	-31	-51	-73
= Utilidad Desp Impto		41	94	153	220
+ Pérdidas ejercicio anterior					
+ Depreciaciones					
- Amortización LP		-25	-33	-42	-55
- Amortización CP					
- Capital de trabajo	-191				
- Inversion en puesta en marcha	-13				
- Inversión sistema inteligente	-3				
+ devolución del capital de trabajo					191
+ Vta activos a VL					
= Total Anual	-207	16	61	110	356
+ Préstamo LP	155				
+ Préstamo CP					
= Flujo Neto de Caja	-52	16	61	110	356
Flujo de caja corregido	-52	14	43	64	172
Flujo de caja acumulado	-52	-38	4	68	240

VALOR COMPRA	3
VALOR LIBRO	0
DEPRECIACION	1
VALOR VENTA	1

Fuente: Elaboración propia en base al avance del proyecto.

El flujo de caja ajustado con un financiamiento del 75% muestra que el proyecto sigue siendo viable a mediano y largo plazo. Aunque en el primer año el flujo neto de caja es negativo (UF -52), los flujos futuros muestran un crecimiento sostenido, permitiendo alcanzar un saldo acumulado positivo a partir del segundo año. Esto demuestra una buena gestión de los ingresos y costos, incluso considerando la carga de la deuda asociada al financiamiento. Como era de esperarse, el financiamiento más alto permite recuperar la inversión más rápido en comparación con un financiamiento del 25%.

Tabla 3-19. Resumen de indicadores de flujo de caja de proyecto con financiamiento del 75%.

TMAR	20%
VAN	240
TIR	110%
PAYBACK	AÑO 2
IVAN	4.641336554

Fuente: Elaboración propia en base al avance del proyecto.

Los indicadores indican que el proyecto es altamente atractivo. La Tasa Interna de Retorno (TIR) del 110% está significativamente por encima de la Tasa Mínima Atractiva de Rendimiento (TMAR) del 20%, lo que refleja un retorno de inversión considerable. Además, el Valor Actual Neto (VAN) positivo de UF 240 asegura la rentabilidad del proyecto. Con un periodo de recuperación de la inversión (payback) en el segundo año, el proyecto muestra un retorno rápido, lo que refuerza su viabilidad financiera.

El análisis de los escenarios (flujo de caja puro, financiamiento al 25%, 50% y 75%) demuestra que el proyecto es financieramente viable, con cada escenario presentando ventajas específicas dependiendo de las prioridades del inversionista.

a. Viabilidad Financiera General

Todos los escenarios tienen un VAN positivo, lo que confirma que el proyecto genera valor por encima de la TMAR (20%) como se muestra en la tabla 3-20.

Tabla 3-20. Viabilidad financiera general

Condición	VAN (UF)	TIR (%)	Payback
Flujo de caja puro	248	59	Año 3
Financiamiento al 25%	245	67	Año 3
Financiamiento al 50%	242	80	Año 3
Financiamiento al 75%	240	110	Año 2

Fuente: Elaboración propia en base al avance del proyecto.

Esto indica que, aunque el VAN disminuye ligeramente con mayor financiamiento, la TIR (Tasa Interna de Retorno) y el tiempo de recuperación (Payback) mejoran significativamente con niveles más altos de apalancamiento.

b. Beneficios del Financiamiento

- Financiamiento al 75% ofrece la mayor TIR (110%) y el menor tiempo de recuperación (Payback en 2 años), lo que lo hace ideal para inversionistas que buscan retornos rápidos y maximización de la eficiencia del capital propio.
- El financiamiento permite reducir el capital inicial propio invertido, liberando recursos para otras oportunidades o reduciendo la exposición financiera inicial.

c. Consideraciones Estratégicas

- El mayor apalancamiento (75%) también implica mayores compromisos con los costos de intereses y amortización, aunque estos no impactan negativamente la rentabilidad general del proyecto debido al flujo de ingresos estable proyectado.
- Los escenarios con menor financiamiento (25% o 50%) resultan adecuados para inversionistas que buscan un balance entre retorno rápido y menor riesgo financiero por endeudamiento.

El financiamiento no solo mejora los indicadores clave como la TIR y el tiempo de recuperación, sino que también permite flexibilizar el uso del capital propio. Elegir el nivel óptimo de financiamiento dependerá de las prioridades del inversionista: maximizar el retorno, acelerar el tiempo de recuperación o minimizar los compromisos financieros a largo plazo. Sin embargo, el escenario de 75% de financiamiento destaca como la opción más rentable y eficiente para quienes buscan optimizar el capital disponible y generar retornos acelerados.

3.5. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Se realizó un análisis de sensibilidad a partir del flujo de caja, considerando tanto los ingresos como los costos del proyecto. Este análisis permite evaluar cómo las variaciones en estos factores impactan en la rentabilidad y viabilidad del proyecto, proporcionando una visión detallada de los posibles escenarios y los riesgos asociados.

3.5.1. Cálculo Base del VAN

- En la tabla 3-21, se presenta el cálculo del VAN con una TMAR del 20%.
- Los ingresos anuales son constantes a \$23.400.000 durante 4 años, mientras que los costos anuales también permanecen constantes a \$19.475.160.
- El saldo (ingresos - costos) en cada año es de \$3.924.840.
- Al descontar esos flujos de caja al 20%, se obtiene un VAN positivo de \$9.545.793 CLP (o 248.5 UF), lo que indica que el proyecto es rentable bajo estas condiciones iniciales.

Tabla 3-21. Cálculo del Valor Actual Neto.

TMAR	20%				
AÑO	0	1	2	3	4
INGRESOS	\$ -	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000	\$ 23.400.000
COSTOS	\$614.576	\$ 19.475.160	\$ 19.475.160	\$ 19.475.160	\$ 19.475.160
SALDO	\$ -614.576	\$ 3.924.840	\$ 3.924.840	\$ 3.924.840	\$ 3.924.840
VAN CLP	\$ 9.545.793	CLP			
VAN UF	248.5	UF			

Fuente: Elaboración propia en base al avance del proyecto.

3.5.2. Caso con ingresos variables y costos constantes (sin variación en costos)

Si los costos se mantienen constantes (100%), los ingresos pueden reducirse hasta un 85% del valor base (es decir, una reducción del 15%) antes de que el VAN sea igual a 0 UF. Con ingresos al 85%, el VAN es de 46 UF, lo que muestra que el proyecto sigue siendo viable. Sin embargo, cualquier reducción adicional en los ingresos llevaría el VAN a valores negativos, comprometiendo la rentabilidad.

3.5.3. Caso con costos variables e ingresos constantes (sin variación en ingresos)

Si los ingresos permanecen constantes al 100%, los costos pueden incrementarse hasta un 125% antes de que el VAN sea igual a 0 UF. Con costos al 125%, el VAN es de 2 UF, mostrando que el proyecto aún es apenas viable en este escenario límite. Sin embargo, cualquier aumento adicional en los costos llevaría al proyecto a pérdidas, lo que indica que la sensibilidad del VAN ante incrementos en los costos es significativa.

3.5.4. Caso con variaciones simultaneas

Si los ingresos disminuyen un 15% (85%) y los costos aumentan un 5% (105%), el VAN sería de -88 UF, lo que evidencia que el proyecto no sería viable en este escenario. En cambio, si los ingresos disminuyen un 5% (95%) y los costos aumentan un 10% (110%), el VAN se mantiene positivo en 10 UF, aunque con una rentabilidad extremadamente baja. Por otro lado, si los ingresos aumentan un 10% (110%) y los costos disminuyen un 10% (90%), el VAN se incrementa a 414 UF, destacando el impacto positivo de una gestión eficiente de ambos factores.

En conclusión, el proyecto puede tolerar una reducción de ingresos de hasta un 15% o un aumento en los costos de hasta un 25%, siempre que el otro factor permanezca constante. Sin embargo, cuando ambos factores varían desfavorablemente de forma simultánea, la viabilidad del proyecto se ve seriamente comprometida, lo que resalta la

importancia de mantener ingresos estables y controlar estrictamente los costos operativos para garantizar la sostenibilidad financiera. Se visualiza el análisis de sensibilidad de dos entradas en la tabla 3-22.

Tabla 3-22. Tabla de análisis de sensibilidad de dos entradas.

		INGRESOS (PRECIO)																	
	248	135%	130%	125%	120%	115%	110%	105%	100%	95%	90%	85%	80%	75%	70%	65%	60%	55%	50%
C O S T O S	135%	375	308	241	173	106	39	-29	-96	-163	-231	-298	-366	-433	-500	-568	-635	-702	-770
	130%	425	357	290	223	155	88	21	-47	-114	-182	-249	-316	-384	-451	-518	-586	-653	-720
	125%	474	407	339	272	204	137	70	2	-65	-132	-200	-267	-334	-402	-469	-537	-604	-671
	120%	523	456	388	321	254	186	119	52	-16	-83	-150	-218	-285	-353	-420	-487	-555	-622
	115%	572	505	438	370	303	236	168	101	33	-34	-101	-169	-236	-303	-371	-438	-505	-573
	110%	622	554	487	419	352	285	217	150	83	15	-52	-119	-187	-254	-322	-389	-456	-524
	105%	671	603	536	469	401	334	267	199	132	65	-3	-70	-138	-205	-272	-340	-407	-474
	100%	720	653	585	518	451	383	316	248	181	114	46	-21	-88	-156	-223	-290	-358	-425
	95%	769	702	635	567	500	432	365	298	230	163	96	28	-39	-106	-174	-241	-309	-376
	90%	818	751	684	616	549	482	414	347	280	212	145	77	10	-57	-125	-192	-259	-327
	85%	868	800	733	666	598	531	463	396	329	261	194	127	59	-8	-75	-143	-210	-277
	80%	917	850	782	715	647	580	513	445	378	311	243	176	109	41	-26	-94	-161	-228
	75%	966	899	831	764	697	629	562	495	427	360	292	225	158	90	23	-44	-112	-179
	70%	1015	948	881	813	746	679	611	544	476	409	342	274	207	140	72	5	-62	-130
	65%	1065	997	930	862	795	728	660	593	526	458	391	324	256	189	121	54	-13	-81
	60%	1114	1046	979	912	844	777	710	642	575	508	440	373	305	238	171	103	36	-31
	55%	1163	1096	1028	961	894	826	759	691	624	557	489	422	355	287	220	153	85	18
	50%	1212	1145	1077	1010	943	875	808	741	673	606	539	471	404	337	269	202	134	67

Fuente: Elaboración propia en base al avance del proyecto.

3.6. FUTURAS MEJORAS

El sistema puede ampliarse para proporcionar una solución más integral, integrando nuevas tecnologías que respondan tanto a emergencias como a necesidades en el hogar:

→ Automatización apertura de ventanas

En casos de detección de gas o humo, se puede incorporar un sistema que automatice la apertura de ventanas o ventilaciones estratégicas en el hogar. Este sistema podría funcionar al detectar las concentraciones de gases peligrosos, activando la ventilación para disiparlos rápidamente y reducir el riesgo de intoxicación o acumulación de gases inflamables. La automatización optimiza el uso de la ventilación natural, contribuyendo a la seguridad del hogar.

○ Ventajas:

- Permite la disipación rápida de gases peligrosos.
- Reducción del riesgo de intoxicación o acumulación de gases inflamables.

→ Cierre Automático de la Llave de Paso del Gas

Un mecanismo automatizado que corte el suministro de gas ante una fuga detectada. Este dispositivo trabaja en conjunto con los sensores existentes, minimizando el riesgo de explosión o intoxicación grave.

→ Alarmas Comunitarias

El sistema podría ser diseñado para enviar señales de alarma a unidades o redes vecinales en caso de detección de gas, humo u otros peligros. Esta red estaría conectada a través de un sistema de notificación, permitiendo a los vecinos ser alertados de posibles situaciones de emergencia.

- Ventajas:

- Proporciona una respuesta rápida a situaciones de emergencia dentro de la comunidad, aumentando la probabilidad de evitar daños graves.
- Fomenta la colaboración vecinal y el soporte mutuo durante emergencias, contribuyendo a una mayor seguridad en la zona.

En conclusión, la integración de funcionalidades como un sistema de ventilación automatizado, un cierre automático de gas y la incorporación de alarmas comunitarias, incrementaría la capacidad del sistema para ofrecer un entorno doméstico y comunitario más seguro, confortable y adaptado a múltiples escenarios de riesgo. Además, esta expansión mejora significativamente la propuesta de valor, posicionando el sistema como una solución integral de seguridad para hogares inteligentes, no solo a nivel individual, sino también con un enfoque colaborativo en la comunidad.

CONCLUSIÓN

El proyecto de desarrollo de un sistema inteligente de detección y alerta para personas autovalentes en propiedades habitacionales logró cumplir con los objetivos planteados, evidenciando su relevancia y eficacia en la prevención de riesgos asociados con la inhalación de monóxido de carbono y temperaturas críticas. A través de la implementación de módulos ESP32 en una arquitectura maestro-esclavo, sensores especializados y la integración con la plataforma Telegram para notificaciones en tiempo real, se validó la funcionalidad y viabilidad del sistema en escenarios prácticos.

El diseño, fundamentado en tecnología de bajo costo, facilidad de instalación y orientado a sectores vulnerables, demostró no solo su capacidad técnica para detectar y alertar sobre situaciones de emergencia, sino también su alineación con las necesidades identificadas en el estudio de mercado, garantizando accesibilidad económica para los usuarios. Asimismo, el proyecto destacó por su enfoque en mejorar la seguridad y el bienestar en hogares, especialmente aquellos habitados por adultos mayores o desocupados por largos períodos, quienes son particularmente vulnerables ante estos riesgos.

En conclusión, el sistema desarrollado no solo cumplió con los objetivos específicos, sino que también estableció una base sólida para futuras mejoras, permitiendo su escalabilidad y adaptación a nuevas aplicaciones. Esto lo posiciona como una herramienta innovadora y práctica para fortalecer la seguridad doméstica en diversos contextos residenciales.

BIBLIOGRAFÍA

1. Diario El Día. (2020). *Fuga de gas podría ser la causa de muerte de joven de 26 años en Monte Patria*. Recuperado de:
[https://www.diarioeldia.cl/noticias/2020/03/18/69965-fuga-de-gas-podria-ser-la-
causa-de-muerte-de-joven-de-26-anos-en-monte-patria](https://www.diarioeldia.cl/noticias/2020/03/18/69965-fuga-de-gas-podria-ser-la-causa-de-muerte-de-joven-de-26-anos-en-monte-patria)
2. La Tercera. (s.f.). *Seis brasileños mueren por intoxicación con monóxido de carbono*. Recuperado de: [https://www.latercera.com/nacional/noticia/seis-brasilenos-
mueren-intoxicacion-monoxido-carbono/665919/](https://www.latercera.com/nacional/noticia/seis-brasilenos-mueren-intoxicacion-monoxido-carbono/665919/)
3. BioBioChile. (2021). *Cuatro personas resultaron intoxicadas con monóxido de carbono en Santiago*. Recuperado de:
[https://www.biobiochile.cl/noticias/nacional/region-
metropolitana/2021/07/03/cuatro-personas-resultaron-intoxicadas-con-
monoxido-de-carbono-en-santiago.shtml](https://www.biobiochile.cl/noticias/nacional/region-metropolitana/2021/07/03/cuatro-personas-resultaron-intoxicadas-con-monoxido-de-carbono-en-santiago.shtml)
4. BioBioChile. (2022). *Cinco personas resultan afectadas por emanación de dióxido de carbono en departamento de Santiago*. Recuperado de:
[https://www.biobiochile.cl/noticias/nacional/region-
metropolitana/2022/07/18/cinco-personas-resultan-afectadas-por-emanacion-de-
dioxido-de-carbono-en-departamento-de-santiago.shtml](https://www.biobiochile.cl/noticias/nacional/region-metropolitana/2022/07/18/cinco-personas-resultan-afectadas-por-emanacion-de-dioxido-de-carbono-en-departamento-de-santiago.shtml)
5. BioBioChile. (2024). *Investigan muerte de madre y sus dos hijos por inhalación de monóxido de carbono en Quilpué*. Recuperado de:
[https://www.biobiochile.cl/noticias/nacional/region-de-
valparaiso/2024/03/19/investigan-muerte-de-madre-y-sus-dos-hijos-por-
inhalacion-de-monoxido-de-carbono-en-quilpue.shtml](https://www.biobiochile.cl/noticias/nacional/region-de-valparaiso/2024/03/19/investigan-muerte-de-madre-y-sus-dos-hijos-por-inhalacion-de-monoxido-de-carbono-en-quilpue.shtml)
6. Meganoticias. (2024). *Pareja de adultos mayores muere intoxicada por brasero en San Bernardo*. Recuperado de: <https://www.meganoticias.cl/nacional/452644->

[pareja-adultos-mayores-muere-por-brasero-intoxicados-inhalacion-monoxido-carbono-san-bernardo-brk-12-7-2024.html](#)

7. La Nación. (s.f.). *Emergencia en el centro de Santiago por anciana que murió por monóxido de carbono*. Recuperado de: <https://www.lanacion.cl/emergencia-en-el-centro-de-santiago-por-anciana-que-murio-por-monoxido-de-carbono/>
8. BioBioChile. (2019). *Familia intoxicada con monóxido de carbono en Santiago sale de riesgo vital*. Recuperado de: <https://www.biobiochile.cl/noticias/nacional/region-metropolitana/2019/05/22/familia-intoxicada-con-monoxido-de-carbono-en-santiago-sale-de-riesgo-vital.shtml>
9. BioBioChile. (2023). *Hombre muere por inhalación de gas en vivienda de Concepción*. Recuperado de: <https://www.biobiochile.cl/noticias/nacional/region-del-bio-bio/2023/06/01/hombre-muere-por-inhalacion-de-gas-en-vivienda-de-concepcion.shtml>
10. ESP32IO. (s.f.). *ESP32 Gas Sensor with Relay*. Recuperado de: <https://esp32io.com/tutorials/esp32-gas-sensor-relay>
11. MCI Electronics. (s.f.). *Sensor calidad de aire MQ-135*. Recuperado de: <https://mcielectronics.cl/shop/product/sensor-calidad-de-aire-mq-135-28283>
12. MCI Electronics. (s.f.). *Chip LM35DZ Sensor temperatura Arduino*. Recuperado de: <https://mcielectronics.cl/shop/product/chip-lm35dz-sensor-temperatura-arduino/>
13. MCI Electronics. (s.f.). *Display LCD azul I2C para Arduino*. Recuperado de: <https://mcielectronics.cl/shop/product/display-lcd-azul-i2c-para-arduino-27806/>
14. MercadoLibre. (s.f.). *Tarjeta de desarrollo ESP32 WiFi Bluetooth 30 pines*. Recuperado de: <https://articulo.mercadolibre.cl/MLC-2798148024>
15. MercadoLibre. (s.f.). *Pack LED rojo 3mm 20mA (10 unidades)*. Recuperado de: <https://articulo.mercadolibre.cl/MLC-1368912234>

16. MercadoLibre. (s.f.). *Pack resistencias 220 ohm 1W (5 unidades)*. Recuperado de:
<https://articulo.mercadolibre.cl/MLC-1357818109>
17. MercadoLibre. (s.f.). *Módulo relé 1 canal Arduino/Raspberry 5V*. Recuperado de:
<https://articulo.mercadolibre.cl/MLC-996935837>
18. MercadoLibre. (s.f.). *Sirena bocina alarma 12V 30W*. Recuperado de:
<https://articulo.mercadolibre.cl/MLC-2120281624>
19. MercadoLibre. (s.f.). *Protoboard 830 puntos modelo MB102*. Recuperado de:
<https://articulo.mercadolibre.cl/MLC-434989708>
20. MCI Electronics. (s.f.). *Cables Dupont para protoboard M-M (65 unidades)*.
Recuperado de: <https://mcielectronics.cl/shop/product/cables-dupont-para-protoboard-m-m-65-unidades/>
21. ChileTrabajos.cl. (s.f.). *Sueldos Técnico Instalador*. Recuperado de:
<https://www.chiletrabajos.cl/sueldos/tecnico/instalador>
22. Computrabajo Chile. (s.f.). *Salarios Instaladora*. Recuperado de:
<https://cl.computrabajo.com/salarios/instaladora>
23. MercadoLibre. (s.f.). *Cargador Micro USB 2.0 con cable de 1 metro*. Recuperado de:
<https://articulo.mercadolibre.cl/MLC-1298518073>

ANEXOS

ANEXO A-Noticias

1. Familia intoxicada con monóxido de carbono en Santiago sale de riesgo vital.

Región Metropolitana

Familia intoxicada con monóxido de carbono en Santiago sale de riesgo vital

Por **Valentina González**
La información es de **Christian Borcoski**

Miércoles 22 mayo de 2019 | 08:49

Leer más tarde



Marissa Anderson (CC) Flickr

1176 visitas



Este miércoles el jefe de urgencias de la Clínica Las Condes dio a conocer el estado de los integrantes de una familia que anoche ingresó grave por una **intoxicación con monóxido de carbono** en su vivienda en Santiago.

Se trata de una familia con cuatro integrantes, ambos padres y dos hijos, quienes fueron trasladados de urgencia por un familiar.

2. Seis turistas brasileños fallecen por intoxicación por monóxido de carbono en Santiago centro.

NACIONAL **Emergencia**

Seis turistas brasileños fallecen por intoxicación por monóxido de carbono en Santiago Centro

El hecho se registró en un departamento de Santo Domingo con Mosquito.

Pablo Ratamal Navarro, Sebastián Palma 22 MAY 2019 06:23 PM Tiempo de lectura: 4 minutos



Foto: Alton

Esta jornada, seis personas fallecieron al interior de un departamento en Santiago Centro debido a una intoxicación por monóxido de carbono.

Según antecedentes preliminares, las víctimas fatales son cuatro adultos y dos menores, de nacionalidad brasileña.

El hecho ocurrió en el departamento 63 de un edificio ubicado en la intersección de calle **Santo Domingo con Mosquito**. Al lugar arribó personal del Samu, de Carabineros y siete unidades de Bomberos desarrollando labores de evacuación y de rescate. Además, llegaron integrantes de la Brigada de homicidios de la PDI, quienes se harán cargo de la investigación.

El coronel de Carabineros Rodrigo Soto, confirmó que fue un familiar de una de las víctimas el que llamó al cónsul de Brasil en Chile, avisándole de que sus seis compatriotas se sentían mal. El diplomático a su vez llamó a la policía uniformada, quienes al llegar se percataron del fuerte olor a gas, y es ahí donde descubren los seis cuerpos sin vida de, preliminarmente, cuatro adultos y dos menores brasileños, **todos turistas, de Sao Paulo, y que llevaban una semana en nuestro país.**

El cónsul adjunto de Brasil en Chile, Ezequiel Gerd Chamorro, señaló que fue él, junto con un cerrajero que ayudó a abrir la puerta, quien se encontró primero con los fallecidos. "Recibimos un mensaje a nuestro teléfono de emergencia consular de un familiar de las personas que estaban en el departamento, diciendo que no lograba contactarlos. Sospechaba que algo grave estaba aconteciendo...decidí venir personalmente. Subimos al departamento, golpeamos la puerta, nadie respondió, llamamos a personas para abrir la puerta, entramos, sentimos un olor a gas fuerte, encontramos los seis cuerpos ya muertos y ahí llamamos a los Carabineros", señaló el diplomático.

El coronel Soto señala que el origen de la fuga será materia de la investigación. Sí confirmó que **no habrían otras víctimas ni otras personas afectadas.**

El segundo comandante del Cuerpo de Bomberos de Santiago, Diego Velásquez, señaló que **"la concentración que hemos medido hasta el minuto es monóxido de carbono, no hemos descartado ningún otro componente. Estamos todavía realizando las mediciones de rigor. Hicimos una evacuación inmediata de todos aquellos que estaban disponibles en ese momento, y estamos trabajando en determinar cuál fue el elemento que causó la muerte de estas personas".**

En la misma línea se manifestó **Enrique Rojas, encargado de emergencias químicas de la Seremi de salud, señaló que todavía no se sabe "cuál de los equipos de combustión que ellos puedan tener adentro es el responsable de este problema".**

"Bomberos está realizando mediciones en los pisos superiores e inferiores para medir los niveles de monóxido de carbono que hay y dar el pase para que las personas puedan ocupar sus departamentos", agregó.

Asimismo, agregó: **"No se sabe con exactitud cuando ellos fallecieron, sí se sabe que el efecto progresivo del monóxido de carbono les quito la vida al parecer, a todos a la vez".**

Bomberos realizó una inspección completa del recinto y una ventilación. La Intendencia Metropolitana informó que de manera preventiva se realizó evacuación del 5to y 6to piso de edificio. **Además, el acceso a calle Santo Domingo vía Ismael Valdés Vergara se encuentra cerrado debido al procedimiento.**

Un Airbnb

Un testigo, de nombre Felix Brito, y que reside en el mismo piso del departamento en que ocurrió la emergencia, relató a La Tercera: **"De la nada empecé a escuchar este escándalo de ambulancia, de bomberos, y todo lo demás, pero pensé que era uno más de Santiago, que uno escucha esos ruidos de telón de fondo. Y de la nada alguien empezó a tocar el timbre de la casa como loco, y después empezaron a tocar la puerta como que la iban a derribar, y empezaron a gritar que había que evacuar, que había que evacuar. Entonces fui a abrir la puerta y había un bombero gigante que dijo que teníamos que evacuar ahora ya, que estaban evacuando el edificio, y yo la verdad en la desesperación uno no sabe qué hacer, yo lo único que atiné fue a sacar las llaves y el celular".**

Brito asegura que el hecho ocurrió cerca de las 17.40 horas. **Confirmó además que la dueña de ese departamento lo arrienda a través de la aplicación Airbnb.**

3. Fuga de gas podría ser la causa de muerte de joven de 26 años en Monte Patria.

Comparte esta nota:

elDía

Inicio

Últimas noticias

Economía

Policial

Deportes

Magazine

Mundo

Fuga de gas podría ser la causa de muerte de joven de 26 años en Monte Patria

La víctima fue hallada sin vida por su madre, a eso de las 19:00 horas, en un domicilio ubicado en el sector El Palqui.



• POLICIAL

Por Equipo El Día

Miércoles 18 de marzo de 2020

Gran conmoción existe en la comuna de Monte Patria, luego de que ayer por la tarde se confirmara el fallecimiento de una joven de 26 años, quien se habría intoxicado con monóxido de carbono.

A la llegada de funcionarios de la PDI, el techo del baño de la vivienda se encontraba en llamas, por lo que se solicitó la concurrencia de Bomberos para controlar el fuego.

Según detalló el comisario Sebastián Slater de la Bicrim de Ovalle, el calefont del inmueble se encontraba con desperfectos asociados a una fuga de gas, por lo que se presume que "su causa de muerte sería asfixia por inhalación de monóxido de carbono".

La víctima fue hallada sin vida por su madre, a eso de las 19:00 horas, en un domicilio ubicado en el sector El Palqui. Fue encontrada sin signos vitales, lo que fue corroborado por personal de salud.

"Al reconocimiento externo policial del cadáver, no presentaba lesiones atribuibles a terceras personas y la data de muerte correspondía de una a tres horas", agregó Slater.

4. Cuatro personas resultaron intoxicadas con monóxido de carbono Santiago.

Región Metropolitana

Cuatro personas resultaron intoxicadas con monóxido de carbono en Santiago

Publicado por Alberto González
La información es de Sofia Carrizo

Sábado 03 julio de 2021 | 19:10

Leer más tarde



Sofia Carrizo (RBB)

2600 visitas

Cuatro personas resultaron intoxicadas durante una emergencia registrada la tarde de este sábado en la comuna de Santiago centro.

Se trató de un hecho ocurrido en Avenida General Bustamante, donde cuatro personas resultaron intoxicadas por monóxido de carbono.

Según detalló el teniente segundo Matías Leal, de la Tercera Compañía de Bomberos de Santiago, la emergencia se originó producto del desperfecto en un calefont.

Tres de los afectados –dos menores y un adulto mayor– fueron derivados de urgencia a un recinto asistencial.

5. Cinco personas resultan afectadas por emanación de dióxido de carbono en departamento de Santiago.

Región Metropolitana

Cinco personas resultan afectadas por emanación de dióxido de carbono en departamento de Santiago

Publicado por [Tamara Rojas](#)

La información es de [Bastián Ljubetic](#)

Lunes 18 julio de 2022 | 19:05

[Leer más tarde](#)



CONTEXTO | Agencia UNO

1286 visitas

Una familia tuvo síntomas por intoxicación de gas monóxido de carbono en un departamento de Santiago.

Durante la tarde de este lunes, se registró la intoxicación de 5 personas en un departamento del centro de [Santiago](#) por la emanación de monóxido de carbono.

Según lo informó el teniente primero de la Cuarta Compañía de Bomberos de Santiago, Sebastián Araya, el hecho fue reportado en la intersección de Compañía de Jesús y García Reyes.

6. Hombre muere por inhalación de gas en vivienda de Concepción.

Región del Bío Bío

Hombre muere por inhalación de gas en vivienda de Concepción

Publicado por Daniela Salgado
La información es de Radio Bío Bío

Jueves 01 junio de 2023 | 17:53

Leer más tarde



Iris Acuña | RBB Concepción

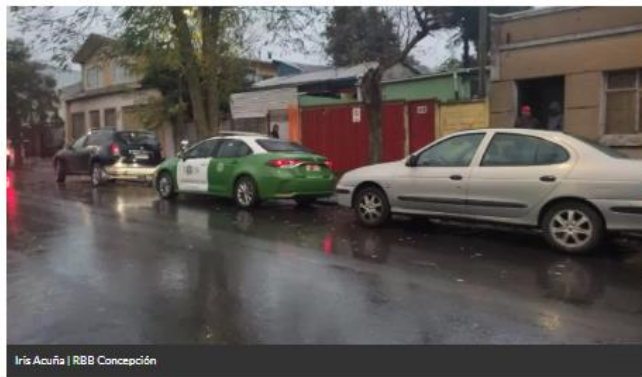
4566 visitas

Carabineros, Bomberos y el Samu acudieron a un inmueble de Concepción donde se reportaba emanación de gas. Al llegar al lugar se encontraron con un hombre, quien murió minutos más tarde pese a las maniobras de reanimación.

Un hombre de aproximadamente 60 años murió la tarde de este jueves tras una emanación de gas registrado en una vivienda de Concepción, en la [región del Bío Bío](#).

La situación ocurrió en un inmueble de calle Serrano con Cruz, hasta donde concurren unidades de Bomberos y del Samu por la **presencia de gas en el ambiente**.

En el domicilio había un hombre, a quien le realizaron maniobras de reanimación; sin embargo, los esfuerzos no dieron fruto, registrándose su deceso.



Iris Acuña | RBB Concepción

De acuerdo con la información recabada por Radio Bío Bío en el lugar de la emergencia, la víctima correspondería a una persona en situación de calle que residía de manera temporal en la casa.

Un vecino indicó que se encontró con el inmueble con la puerta entreabierta y en su interior estaba el hombre tendido en el suelo, por lo que llamó inmediatamente a Carabineros.

▶ 0:00 / 0:00

Se está a la espera de lo que instruya la Fiscalía. En tanto, [Carabineros](#) está resguardando el sitio del suceso.

7. Investigan muerte de madre y sus dos hijos por inhalación de monóxido de carbono en Quilpué.

Región de Valparaíso

Investigan muerte de madre y sus dos hijos por inhalación de monóxido de carbono en Quilpué

Publicado por Daniela Salgado
La información es de Nicolás Donoso

Martes 19 marzo de 2024 | 18:00

Leer más tarde



Cedida a RBB

7089 visitas

El calefón que estaba al interior de la vivienda podría haber ocasionado la fuga que causó la muerte de la mujer y sus dos hijos. Los tres tenían síntomas desde ayer lunes y esta mañana se había agudizado con vómitos e intensos dolores de cabeza.

Una madre y sus dos hijos murieron al interior de un departamento de Quilpué, en la [región de Valparaíso](#), tras la inhalación de monóxido de carbono.

El hecho se registró esta tarde en un departamento de calle Pablo Neruda, en el sector Cumming.

Las víctimas corresponden a una mujer de aproximadamente 30 años y dos menores de edad de 10 años y 1 año 4 meses.

Calefón podrían haber originado fatal emergencia

Pasadas las 14:00 horas, **Bomberos** fue alertado sobre un intenso olor a gas en Cumming, despachando en primer momento una máquina, pero al constatar que había personas en el domicilio se solicitó apoyo de más unidades, además de pedir la concurrencia de Carabineros y del SAMU, detalló Leonardo Araya, comandante del Cuerpo de Quilpué.

Por su parte, el capitán de **Carabineros**, Fernando Carvallo, de la Segunda Comisaría de Quilpué, agregó que la inhalación de monóxido de carbono se podría haber generado por un calefón que estaba al interior del inmueble.

El fiscal adjunto de la **Fiscalía Local de Quilpué**, Víctor Ávila, informó que de acuerdo con la información inicial, los niños y la madre comenzaron a sentirse mal ayer lunes y esta mañana se intensificaron los malestares, presentando vómitos y dolor de cabeza.

La pareja de la mujer, al no poder comunicarse con ella durante la mañana, pidió ayuda a familiares, los que acudieron al inmueble y encontraron los cuerpos sin vida.

Respecto a las causas de este lamentable hecho, Ávila indicó que “siempre hay que investigar todas las hipótesis, una intencionalidad, negligencia o que no hay ningún tipo de intención”.

De igual forma precisó que “se dispuso la concurrencia de la Brigada de Homicidios de Valparaíso, el Laboratorio de Criminalísticas y peritos mecánicos, fotográficos y perimétricos para determinar cómo se dieron estos hechos”, indicó Ávila.

Además concurrió al domicilio el Servicio Médico Legal para practicarles las autopsias de rigor.

8. Pareja de adultos mayores muere por inhalar monóxido de carbono

Nacional

Pareja de adultos mayores muere por inhalar monóxido de carbono: Se acostaron con un brasero encendido

Por Catalina Maldonado
12 jul. 2024 - 12:52 hrs.

Compartir    

¿Qué pasó?

Dos adultos mayores fallecieron intoxicados tras quedarse dormidos mientras se calentaban con un brasero en la casa que compartían como pareja, ubicada en la comuna de San Bernardo, Región Metropolitana.

Según información de Carabineros, el lamentable deceso quedó al descubierto a eso de las 21:00 horas del jueves en una vivienda ubicada en **calle Primera Transversal**.

LO ÚLTIMO

Los policías llegaron hasta el inmueble luego de que el hijo de la mujer fallecida llamara al 133 solicitando auxilio, pues había ingresado a este ya que llevaba **dos días sin tener noticias de su madre**.

La pareja de adultos mayores estaba fallecida sobre una cama

Una vez dentro de la casa, personal de Carabineros constató que **estaban sin vida sobre una cama matrimonial una mujer y un hombre, de 84 y 64 años, respectivamente**.



Foto referencial / ATON

A un costado de la cama, en tanto, **se encontró un brasero apagado**, con el que los adultos mayores se calefaccionaban.

9. Emergencia en el centro de Santiago por anciana que murió por monóxido de carbono.

EMERGENCIA EN EL CENTRO DE SANTIAGO POR ANCIANA QUE MURIÓ POR MONÓXIDO DE CARBONO

Según informó el teniente coronel Gonzalo Febres, la administración del edificio, de calle Tenderini, llamó a Carabineros y Bomberos por la mujer de avanzada edad del octavo piso, de quien no se tenían noticias desde hace tres días, por lo que se temía por su salud.

Eduardo Córdova Agosto 20, 2024

Comparte esta noticia



Una mujer de 92 años fue encontrada fallecida en el interior de un departamento de calle Tenderini, en pleno centro de Santiago, al parecer por asfixia con monóxido de carbono. En principio se informó de una emergencia con cianuro.

Según informó el teniente coronel Gonzalo Febres, la administración del edificio llamó a Carabineros y Bomberos por la mujer de avanzada edad del octavo piso, de quien no se tenían noticias desde hace tres días, por lo que se temía por su salud.

Al ingresar al departamento, uno de los monitores de Bomberos detectó cianuro, lo que originó un protocolo especial por emergencia química, pero con el paso de los minutos se descubrió que se trataba de monóxido de carbono.

Junto con eso, se descubrió el cuerpo de la mujer. Se investiga si el calefont es la causa de la fuga que provocó el fallecimiento de la mujer.

10. Fuga de gas provoca explosión en una vivienda en Viña del Mar.

Video | Fuga de gas provoca explosión e incendio en una vivienda en Viña del Mar: Adulta mayor resultó damnificada

El hecho ocurrió en el sector de Nueva Aurora, lugar hasta donde concurrieron seis unidades de Bomberos para sofocar las llamas.

14 de Octubre de 2024 | 22:54 | Redactado por Marcelo Silva, Emol



Captura de pantalla, Twitter



EL COMENTARISTA OPINA

Telescopios pequeños, una oportunidad para Chile

9 0



ELECCIONES



Revisa el mapa de resultados estado por estado en EE.UU.



Una grave emergencia se desarrolló esta jornada en la comuna de Viña del Mar, **donde una fuga de gas provocó la explosión de una vivienda y un posterior incendio.**

El hecho **tuvo lugar en la intersección de calles Concepción y Victoria, en el sector de Nueva Aurora.** Según un registro de cámara de seguridad, cerca de las 9:30 de este lunes, una casa esquina explotó, derrumbando las paredes de la propiedad.

Rápidamente, los vecinos del sector salieron a observar la situación, entrando hasta la vivienda para rescatar a una adulta mayor que vivía en el lugar.

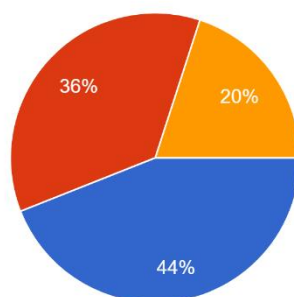
La afectada salió con vida de su dañada vivienda, mientras que seis compañías de Bomberos de la ciudad combatieron las llamas, evitando su propagación a otras casas.

Lamentablemente, la propiedad resultó dañada en su totalidad.

ANEXO B-Encuesta estudio de mercado

¿En que rango de edad se encuentra?

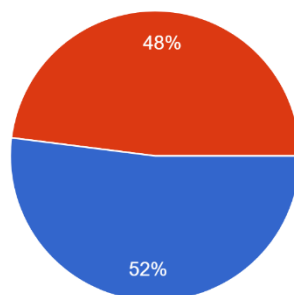
25 respuestas



● 18 - 35 años
● 36 - 50 años
● Más de 50 años

¿En su hogar vive algún adulto mayor?

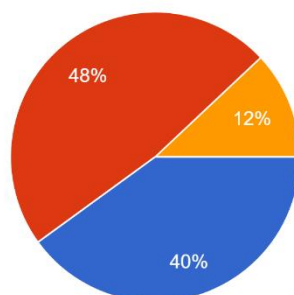
25 respuestas



● Sí
● No

¿Cuántas horas al día deja su hogar vacío?

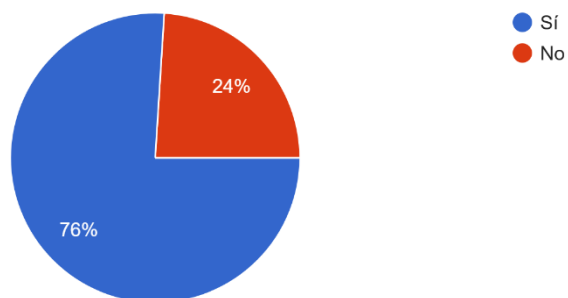
25 respuestas



● Menos de 4 horas
● Entre 4 y 8 horas
● Más de 8 horas

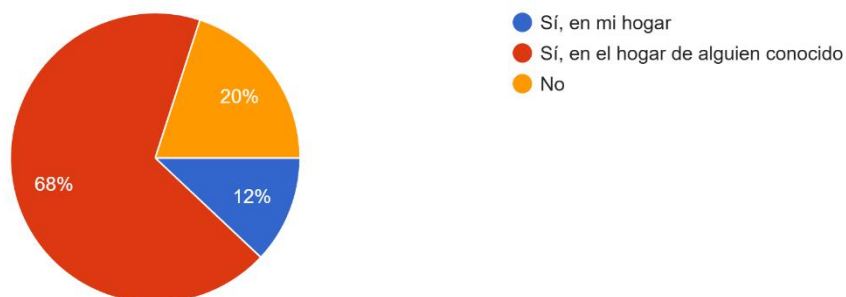
¿Considera que existe riesgo de accidentes relacionados con fugas de gas o humo en su hogar?

25 respuestas



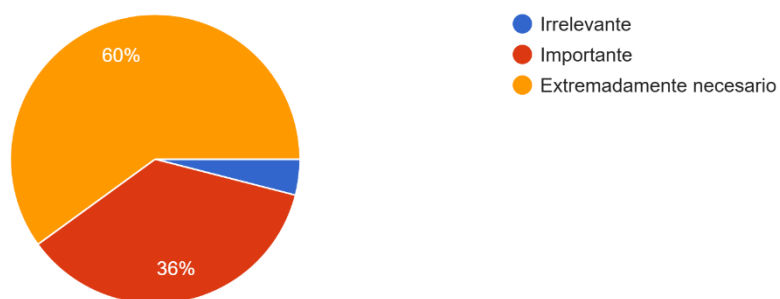
¿Ha enfrentado o conoce a alguien que haya enfrentado incidentes por fuga de gas o humo?

25 respuestas



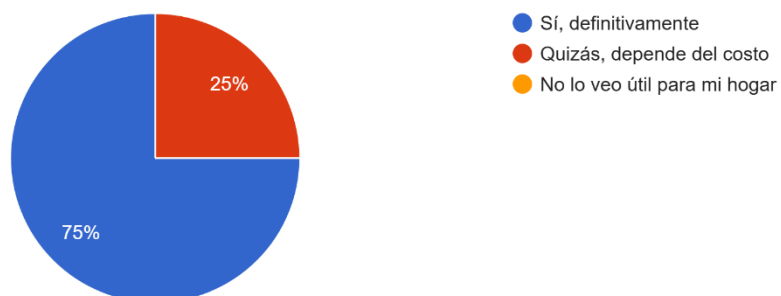
¿Qué tan importante considera contar con un sistema de detección y alerta de gas/humo en su hogar?

25 respuestas



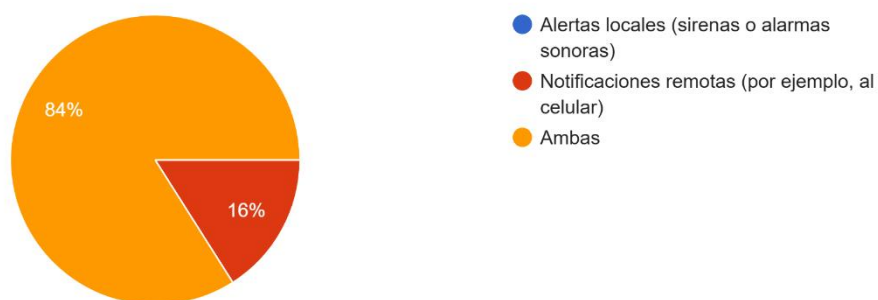
Si tuviera acceso a un sistema que detecta gases y emite alertas en tiempo real (vía Telegram o similares), ¿lo consideraría útil?

24 respuestas



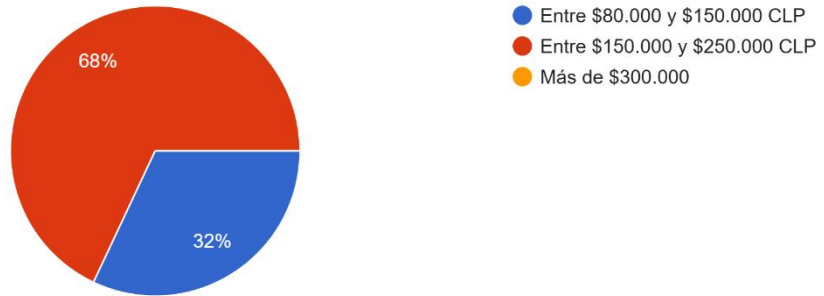
¿Qué funcionalidad considera más importante en un sistema de detección?

25 respuestas



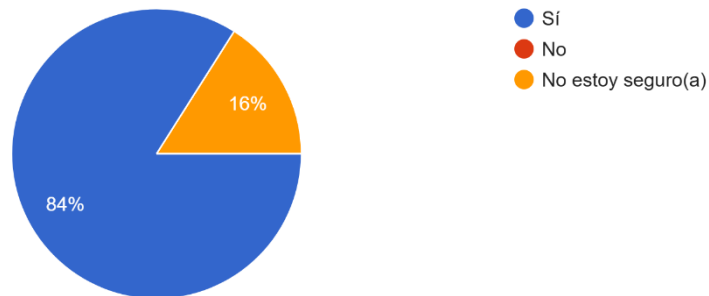
¿Cuánto estaría dispuesto(a) a invertir en un sistema de detección y alerta de gas/humo?

25 respuestas



¿Estaría dispuesto(a) a adquirir un sistema de este tipo si su costo estuviera dentro de sus posibilidades económicas?

25 respuestas



¿Estaría dispuesto(a) a invertir en un sistema de detección y alerta de gas/humo?

25 respuestas

