

BLUEFIELDS INDIAN & CARIBBEAN UNIVERSITY
BICU



Facultad de ciencias de la educación y humanidades
FACEYH

Escuela de informática

Ingeniería de Sistemas

Proyecto para optar al título de Ingeniero en sistema

Sistema de alerta temprana para la reducción de riesgos de incendios en viviendas
Bluefields, RACCS, 2020

Autor:

Bs. San Ying Chow Díaz

Tutor:

Ing. Aurel Antón Cuthbert Moreno

Bluefields, R.A.C.C.S, Nicaragua

Abril 2020

“La Educación es la Mejor Opción para el Desarrollo de los Pueblos”

Contenido

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	2
II. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN.....	3
III. OBJETIVOS.....	4
3.1 Objetivo general	4
3.2 Objetivos específicos.....	4
IV. ESTADO DEL ARTE	5
V. METODOLOGÍA.....	9
5.1 Fase de planeación del proyecto.....	9
5.2 Fase de análisis.....	10
5.3 Fase de diseño.....	15
5.4 Fase de codificación	27
5.5 Fase de pruebas.....	30
5.6 Fase de instalación.....	31
VI. RESULTADO Y DISCUSIÓN	32
6.1 Resultados.....	32
6.2 Discusión.....	35
VII. CONCLUSIONES Y VÍAS FUTURAS	36
7.1 Conclusiones.....	36
7.2 Vías futuras.....	36
VIII. RECOMENDACIONES	37
IX. REFERENCIAS	38
X. ANEXOS	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla comparativa de sensores de gas.	13
Tabla 2. Principales dispositivos electrónicos utilizados en el proyecto.	14
Tabla 3. Tabla de pines.	17
Tabla 4. Tabla de incendios.	32
Tabla 5. Pruebas de simulación de incendios.	34
Tabla 6. Resultados de las pruebas.	34

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Plan de ejecución de la metodología.	9
Ilustración 2. Casa modelo.	11
Ilustración 3. ESP32	14
Ilustración 4. MQ-2	14
Ilustración 5. Sensor de fuego	14
Ilustración 6. Sensor de temperatura	14
Ilustración 7. Buzzer module.....	14
Ilustración 8. Led.....	14
Ilustración 9. Diseño electro – físico.....	16
Ilustración 10. Pinout ESP-32.	17
Ilustración 11. Prototipo físico del panel.....	18
Ilustración 12. Prototipo panel principal vista superior.	19
Ilustración 13. Prototipo panel principal vista frontal.	20
Ilustración 14. Prototipo panel principal vista trasera.	20
Ilustración 15. DFD del sistema de monitoreo.	21
Ilustración 16. Casos de uso del panel principal.	22
Ilustración 17. Diagrama entidad relación.	23
Ilustración 18. DFD de la aplicación móvil.	24
Ilustración 19. Casos de uso de la aplicación móvil.....	25
Ilustración 20. Bocetos de la aplicación móvil.....	26
Ilustración 21. Porcentaje de causas de incendios.....	33

Ilustración 22. Sistema de monitoreo de incendios.....	33
Ilustración 23. Panel principal.....	47
Ilustración 24. Panel principal - Cable de alimentación.....	48
Ilustración 25. Panel principal encendido.	49
Ilustración 26. Panel principal parte trasera.	49
Ilustración 27. Conexión al dispositivo.....	50
Ilustración 28. Autenticación de usuarios.	50
Ilustración 29. Actividad principal.....	50
Ilustración 30. Cierre de sesión.	50
Ilustración 31. Configuraciones de la aplicación.	50

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Graficas 1. Graficas de encuesta 1.....	43
Graficas 2. Graficas de encuesta 2.....	43
Graficas 3. Grafica de encuesta 3.	44
Graficas 4. Grafica de encuesta 4.	44
Graficas 5. Grafica de encuesta 5.	45
Graficas 6. Grafica de encuesta 6.	45
Graficas 7. Grafica de encuesta 7.	46
Graficas 8. Grafica de encuesta 8.	46

RESUMEN

El programa “*Sistema de monitoreo de alerta temprana para la reducción de riesgos de incendios en viviendas familiares*”, consiste en desarrollar un sistema capaz de monitorear y alertar sobre la presencia de estos siniestros. El proyecto fue diseñado con el propósito de reducir las posibilidades de incendios dentro de la vivienda. En consecuencia, impactaría directamente en la protección de la infraestructura y componentes internos del hogar, sin obviar lo más importante, la vida humana de los residentes. Durante el desarrollo, se utilizó la metodología XP o eXtreme Programming, priorizando los requerimientos del cliente tales como: monitoreo sobre amenazas de incendio, contar con un sistema de alarma y una aplicación móvil de recibimiento de notificaciones a través de su celular conectado a internet. Dando como resultado un sistema que consta de un panel principal con tecnologías de hardware y software libre compuestos por sensores detectores de humo, fuego y temperatura, encargados del monitoreo de estas variables. En caso de encontrar alguna perturbación, el sistema activa la alarma sonora para alertar a los habitantes de la vivienda sobre el peligro y advertencia al teléfono móvil del usuario. En definitiva, con la implementación del sistema, se podrá detectar a tiempo un conato de incendio dentro del hogar, con el fin de evitar pérdida de vidas y el impacto económico y material que esto conlleva.

Palabras claves: Microcontrolador, sensor, alarma, fuego, humo, temperatura.

ABSTRACT

The program "Early Warning Monitoring System for Fire Risk Reduction in family dwellings", consists of developing a system capable of monitoring and alerting on the presence of these claims. The project was designed with the purpose of reducing the possibilities of fires inside the house. Consequently, it would directly impact the protection of the infrastructure and internal components of the home, without forgetting the most important thing, human life of residents. During development, the XP or eXtreme Programming methodology was used, prioritizing customer requirements such as: fire threat monitoring, have an alarm system and a mobile application to receive notifications through your cell phone connected to the internet. Resulting in a system consisting of a main panel with hardware and free software technologies composed of smoke detectors sensors, fire and temperature, responsible for monitoring these variables. In case you find any disturbance, the system activates the audible alarm to alert the inhabitants of the house about the danger and warning to the user's mobile phone. In short, with the implementation of the system, it will be possible to detect an outbreak of fire in the home in time, in order to avoid loss of life and the economic and material impact that this entails.

Keywords: Microcontroller, sensor, alarm, fire, smoke, temperature.

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, existen diversos tipos de sistemas dirigidos a la seguridad de los hogares para la prevención incendios, sin embargo, en la ciudad de Bluefields no han sido adoptados por parte de la población debido a los bajos ingresos económicos de las familias costeñas, en términos generales no les permite sufragar los costos de adquisición e instalación de un sistema con esta naturaleza.

Por ello, el presente trabajo investigativo tiene la finalidad de desarrollar un sistema de monitoreo y de alerta temprana de conatos de incendios con la metodología programación extrema, reduciendo las probabilidades de estos desastres que ocurren dentro de las viviendas.

El desarrollo del sistema, contempló primeramente el análisis de las principales causas por las cuales se originan los incendios dentro de las viviendas, información indispensable que determinó la metodología indicada a utilizar para la resolución de estos problemas.

Posteriormente con la información obtenida, se diseñó un sistema que funcional como herramienta tecnológica, útil para los habitantes de esta ciudad. Se espera que genere resultados positivos en la disminución de riesgos de incendios, de modo que se evite pérdidas en vidas y bienes materiales.

Es importante mencionar que se desconoce investigaciones o proyectos al respecto en esta ciudad. Por lo tanto, dio origen a una opción de un sistema viable y asequiblemente económica.

Esta investigación pretendió demostrar que la tecnología puede llegar a tener un gran impacto en el ámbito de la seguridad de las viviendas, construyendo un lazo indispensable para la resolución de problemas que impactan directamente nuestras vidas diarias.

1.2. JUSTIFICACIÓN

En la ciudad de Bluefields ocurrieron 16 incendios. Esto nos da un promedio de 1.93 incendios confirmados cada dos meses dentro de viviendas de acuerdo a las cifras oficiales de la estación de bombero (Bluefields, 2020); siendo esta una cifra preocupante teniendo en cuenta el corto plazo de tiempo estudiado y el balance obtenido, donde los daños materiales se traducen en cuantiosas pérdidas de dinero.

Dicho lo anterior la razón que impulso el desarrollo del sistema de monitoreo de alerta temprana contra incendios, es la necesidad de brindarle una opción a los habitantes de la ciudad de Bluefields para la prevención de incendios en hogares y negocios.

Con la creación de este sistema se beneficiarían hasta un 20% de los hogares. Se busca proteger la vida e integridad de las personas, confiabilidad de los bienes y la infraestructura de la vivienda, de manera que el sistema advierta con tiempo al usuario ante posibles factores que desencadenen un conato de incendio, permitiéndole actuar y aplicar medidas preventivas.

Comprendiendo que cada una de las viviendas de esta ciudad, en su mayoría no son inmune a las principales causas de incendios tales como: fugas de gases, negligencias humanas y cortos circuitos, se desarrolló un sistema funcional y fácil de usar, no obstante, debía ser económico y asequible.

El impacto de este proyecto radicaba directamente en la reducción en la tasa de incendios, que, en consecuencia, evita pérdidas económicas y materiales, sobre todo, vidas humanas.

II. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN

En la ciudad de Bluefields actualmente la cantidad de habitantes asciende a 50,909 distribuidos en 15,986 viviendas aproximadamente (MINSA, 2019). Sin embargo, mediante entrevista aplicada al director de la estación de bomberos Bluefields, expresa que, según sus conocimientos, ninguna de estas viviendas consta de un sistema para detección de incendios.

Tomando en cuenta lo antes mencionado, un gran porcentaje de estas casas son factibles a escenarios de siniestros, provocados por diversas causas, donde sobresalen, la inatención en el sistema eléctrico y electrodomésticos en mal estado, descuido en el uso de cocinas de gas y carbón; finalmente las incidencias de las irresponsabilidades humanas. Generando cuantiosas pérdidas económica y en el peor de los casos, vidas humanas.

La finalidad del proyecto se generaba a partir de esa necesidad, brindarle a la sociedad Bluefields un sistema que les funcione de herramienta para reducir las probabilidades de un posible incendio con el objetivo de salvar y guardar los bienes materiales y humanos.

A causa de la problemática este trabajo propone un sistema que debe ser capaz, mediante el uso de tecnologías especializadas para el monitoreo de los niveles de humo en PPM (Part Per Million) , temperatura en grados Celsius y presencia de fuego en forma digital, con la obtención de estos valores en tiempo real, permite determinar el riesgo de incendio dentro de la infraestructura de la vivienda, alertando al afectado ante tal incidente, y garantice la disminución en el tiempo de repuesta en el actuar del o de los usuarios.

Este proyecto planteó una opción a los problemas existentes en los equipos industriales, así como son los altos costos de adquisición, mediante la creación de un sistema de menor costo en relación a los equipos convencionales.

III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

- Desarrollar un sistema de monitoreo de alerta temprana para la reducción de riesgos de incendios dentro de viviendas familiares.

3.2 Objetivos específicos

1. Caracterizar las diferentes causas de incendios en las viviendas familiares de la ciudad de Bluefields con el propósito de desarrollar un sistema de detección de incendios.
2. Identificar las configuraciones de los componentes ensamblándolas apropiadamente para el monitoreo de cualquier factor desencadenante de incendios que dé como resultado a un circuito electrónico funcional.
3. Diseñar un sistema de monitoreo funcional y su aplicación móvil que sirva de alerta temprana al usuario ante posible riesgo de incendios.
4. Comprobar la funcionalidad del sistema, realizando pruebas simuladas de fuego, humo y temperatura como causas de incendio.

IV. ESTADO DEL ARTE

En la actualidad existen una gran cantidad de sistema dedicados a la detección de incendios, sin embargo, la mayoría son para uso industriales y de altos costo de adquisición e instalación. Por otro lado, se han surgido proyectos para la detección de estos siniestros aplicados a las viviendas por la cual se realizará una retroalimentación de la literatura a encontrar acerca de mi tema de investigación que me permita seleccionar la metodología y herramientas tecnológicas indicadas para el desarrollo de mi proyecto.

El siguiente proyecto se titula *“Prototipo de un sistema de vigilancia y detección de fuga de gas, utilizando Raspberry pi y Arduino para mejorar la seguridad en viviendas unifamiliares, desarrollado en la ciudad de Arequipa, Perú”* (Pérez Palomino, 2019) .

Implemento la metodología programación extrema (Extreme Programing), esta metodología su característica hace que el sistema se adapte a las necesidades individuales de los usuarios comprendiendo que cada vivienda es un entorno diferente.

Las herramientas que empleo para el desarrollo del sistema fueron un microcontrolador Arduino, ESP32, una Raspberry Pi, un sensor de gas y un módulo buzzer para la alarma. En el desarrollo del software empleo el lenguaje de programación Python y haciendo uso de Firebase como gestor de base de datos. Para complementar al sistema, creo una aplicación móvil codificada en Java para él envió de notificaciones.

El sistema obtuvo resultados positivos durante el proceso de pruebas, fue expuesto a gases butano y se comprobó la activación de la alarma auditiva y él envió de notificaciones con éxito, en consecuencia, prever a los habitantes de la vivienda ante amenazas de incendio.

A pesar de una adecuada elección de herramientas y tecnologías, el sistema solo es capaz de determinar un incendio a partir de los niveles de gases butano, sin embargo, no es el único factor con la cual se puede determinar la amenaza incendios, no toma en cuenta la presencia de fuego o los niveles de temperatura y humo, por la cual se encuentran estas vulnerabilidades y no lo hace un sistema optimo en la realización de monitoreos de incendios.

El siguiente estudio titulado “*Design and in prototype implemetantion of fire detection and intelligent alarm system*”. Realizado para el instituto de investigación de ingenieros y doctores, en New York, Estados Unidos (Dasig Junior, 2015).

El propósito de este proyecto era crear un prototipo de un sistema para detectar incendios mediante los niveles de humo y advertir al usuario con el envío de mensajes SMS a su celular móvil, comprendiendo que todos los incendios generan humo por la combustión de los materiales, esta es una buena opción para la solución a esta problemática.

Implementó la metodología UCD (User Centered Design), en relación con la metodología mencionada en el estudio anterior, su característica es similares, en donde los usuarios tienen un gran impacto durante el desarrollo del sistema, de manera que el sistema debe adaptarse al entorno y necesidades de cada usuario (Dasig Junior, 2015).

El sistema tenía la arquitectura cliente-servidor que utilizaba una placa de Arduino Uno y un módulo GMS configurados con el lenguaje de programación C++ y el servidor configurado con PHP.

A nivel de tecnologías no se encontró una inadecuada implementación, ya que utiliza hardware y software libre por lo que reduce los precios y asequibilidad para el usuario, el sistema lograba funcionar siendo expuesto a niveles de humo; Sin embargo, si nos enfocamos en el funcionamiento en la detección de incendios, encontramos las mismas vulnerabilidades del estudio anterior, solamente abarca un factor para la detección de este problema, en este caso es el humo, pero con este factor no es suficiente para declarar que este sistema sea óptimo en la detección de incendio.

En la ciudad de Kolkata, filipina desarrollaron un proyecto llamado “*GSM Based Fire Sensor Alarm Using Arduino*” (Soumya Jyoti , Arnab, & Dhruvajyoti , 2016).

Con el objetivo de mejorar la seguridad en el hogar, realizaron un sistema de alama para advertir al usuario ante la presencia de incendio, utilizando la metodología prototipo durante su desarrollo.

Las herramientas a destacar en este sistema son los sensores de fuego, temperatura, gas y humo y el uso de un módulo GSM y Arduino Uno. El lenguaje de programación que utilizo fue C++, este lenguaje de programación es el más utilizados cuando se trata de trabajos utilizando Arduino, por su fácil uso y apoyo por la mayoría de la comunidad que utiliza este hardware libre.

La funcionalidad del sistema era convencional pero eficaz, de modo que si encontraba niveles altos de temperatura, gas, humo o existencia de fuego enviaba un mensaje SMS mediante un módulo GSM, sin embargo, la única manera que el sistema tenía para advertir al usuario, el módulo GSM y este funcionaba con saldo económico para realizar el envío de los mensajes, por lo tanto el usuario estaba sometido a estar pendiente cada cierto periodo para recargarlo, además este método no utilizaba ninguna alarma auditiva o visual donde estaba instalado el sistema de modo que, si el o los usuarios no tenían su celular consigo, no se darían cuenta de estos eventos.

En este estudio destaca una posible solución de las vulnerabilidades encontradas en los estudios anteriores, de manera que se detectan incendios haciendo uso de un mayor número de factores, optimizando el sistema ante este percance.

El siguiente estudio se titula “*Automated home security system*” realizado en la India (Chaudhary , Choudhary, Sholat , & Singhal, 2016).

El objetivo de este estudio era realizar un sistema automatizado para la detección y monitoreo de incendios aplicando la metodología cascada en su desarrollo. La ventaja de utilizar este tipo de metodología en sistemas de seguridad es la necesidad de cumplir cada una de las fases individuales para seguir con la siguiente fase, esto asegura un correcto desarrollo del proyecto.

Como herramientas de la lectura y procesamiento de los datos obtenidos por sensores de temperatura LM35 y MQ2 sensor de gas y humo, utilizaron una placa de GSM, microcontrolador compatible con la mayoría de los sensores que se utilizan con Arduino. El lenguaje de programación que eligieron fue C para la configuración de los sensores y funcionalidades del sistema.

Deduciendo las funcionalidades del sistema, encontramos un sistema muy óptimo para detectar incendios, el método de alarma no se limitaba a la ubicación del usuario por la tecnología del módulo GMS, ya que permitía el envío de mensajes SMS a los residentes del hogar. Además, este sistema abarca muchos factores para determinar riesgo de incendios que los primeros estudios omitían, Tales como fuego, temperatura, niveles de humo y gas, de manera que aumentaba su versatilidad y área de cobertura del sistema.

“Diseño de un prototipo de sistema de monitoreo y control para detección de incendios realizado en Paraguay” (Pareja Neto, Mallorquín, Ayala, & Arrúa, 2016).

El objetivo de este estudio era realizar un sistema de bajo costo económico para la detección y monitoreo de incendios aplicando la metodología extrema en su desarrollo.

Para la detección de incendios se basaron en cuatro principales factores de incendios, tales como la temperatura, presencia de fuego, los niveles de gas y humo. El sistema realizaba esa tarea con la implementación de sensores capaces de medir los niveles de esos factores, que eran procesados y analizados por una placa de Arduino y un módulo ESP32. El sistema cuando detectaba presencia de fuego, altas temperatura o concentración de gas y humo, se enviaba mediante un API de Gmail, un correo electrónico para alertar a los usuarios registrados en el sistema ante tal evento.

Para llegar a cabo el desarrollo del sistema de detección de incendios, se utilizó la metodología en Metodología XP, una metodología centrada en la seguridad durante el desarrollo del proyecto y una fácil estructuración, idónea para resolver mi problemática por características que posee, esta metodología permitió obtener los requerimientos del usuario, adaptando el sistema a sus necesidades.

El microcontrolador seleccionado es un módulo ESP-32, la diferencia en cuanto los Arduino es la integración de un chipset de wifi por lo que tiene las mismas funcionalidades que un Arduino, pero con esta ventaja en esta especificación en el apartado de conexiones. Para la programación de los componentes electrónicos del sistema y del microcontrolador se codificó con el lenguaje C++ por su fácil manejo y amplia documentación que sirvió de guía durante el proceso de desarrollo.

Se implemento Firebase como servicio de base de datos, lo cual permite alojar los datos en línea teniendo en cuenta las características del microcontrolador y su reducida memoria de almacenamiento, esto servicio suplía esta desventaja. En cuanto al desarrollo de la aplicación móvil se codificó con Java, siendo este el lenguaje número en el desarrollo de aplicaciones nativas para el sistema operativo Android.

V. METODOLOGÍA

5.1 Fase de planeación del proyecto

Se creó un cronograma de Gantt, utilizando la herramienta de Microsoft Office Project, para identificar las tareas a realizar, dicho diagrama muestra la secuencia y duración de cada subproceso presentados en cada una de las fases de la metodología en XP.

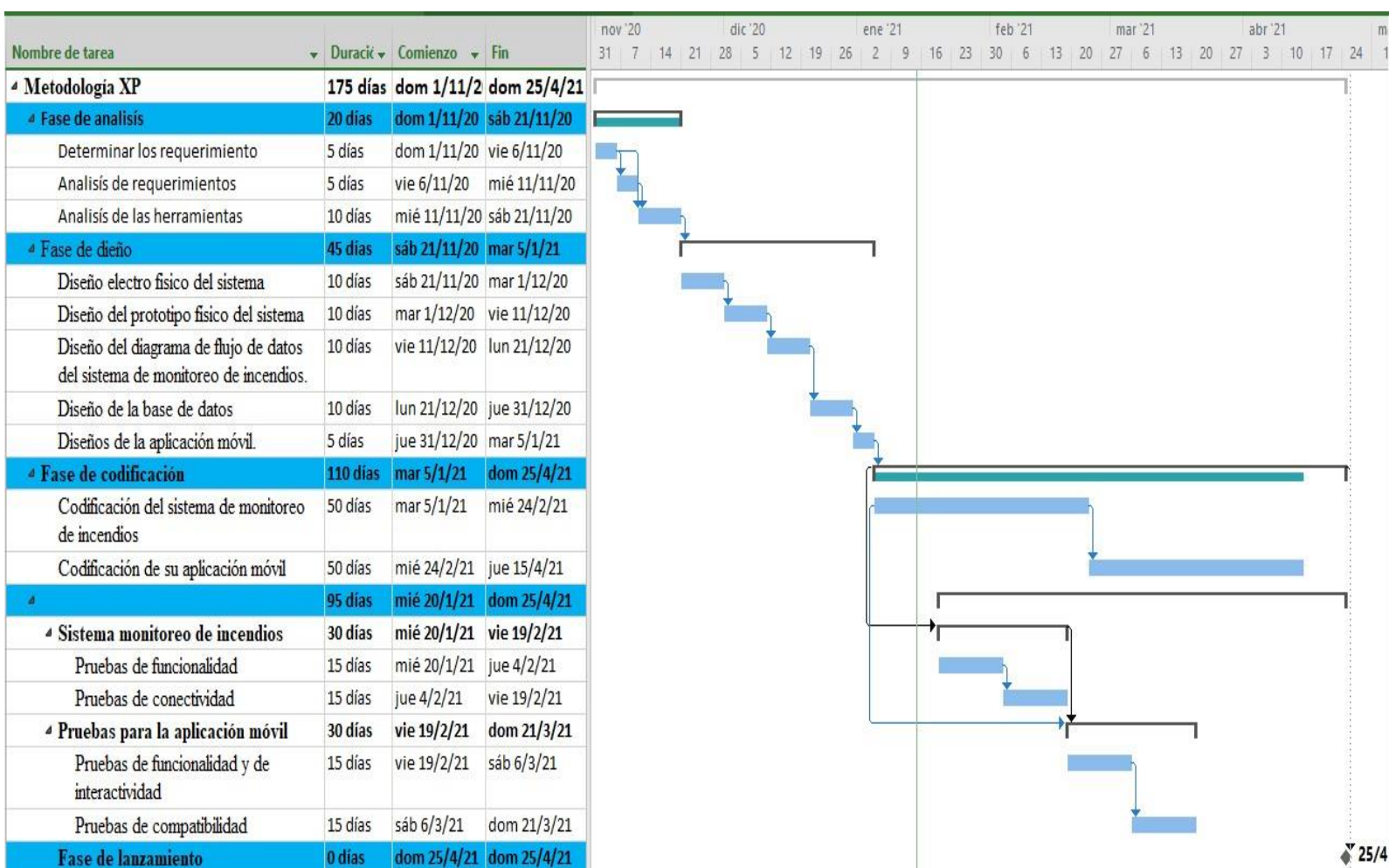


Ilustración 1. Plan de ejecución de la metodología.

5.2 Fase de análisis

Determinar requerimientos

Se determinaron los requisitos del sistema utilizando encuestas con el objetivo de seleccionar al usuario conveniente. En selección de la persona fue utilizado el método por conveniencia, considerando los siguientes factores:

- Necesidad por la adquisición de un sistema de detección de incendios.
- Determinar el tamaño de la vivienda que sus dimensiones no excedan a los 10 metros cuadrados.
- Solo se contará con casas de una sola planta por que el sistema fue diseñado para cubrir un área de 10 metros cuadrados para su funcionamiento óptimo.
- Contar con la instalación y funcionalidad del sistema eléctrico.

Criterios de exclusión

- Casas de una sola planta, en el caso de viviendas con una infraestructura de dos o más plantas, habría que aumentar la cantidad de sensores para cubrir el área requerida, variables que son directamente proporcionales.
- Se excluyeron los materiales alrededor de las casas, porque, como tal, el sistema fue diseñado para identificar cambios bruscos de temperatura, saturaciones humo y presencia de fuego en ambiente habitacional.

Análisis de requerimientos

Mediante los datos obtenidos de las encuestas se determinaron los requerimientos que necesitaba el cliente:

- El sistema debe ser capaz de diagnosticar el riesgo de incendio dentro de la vivienda mediante los factores de fuego, humo y temperatura.
- Advertir a los habitantes antes posible amenazas de incendios por medio de una alarma sonora.

- Monitorear por medio internet y su aplicación móvil para dispositivos con sistema operativo Android, los niveles de humo, temperatura y fuego en el ambiente interno de la vivienda.
- A través de la aplicación móvil, permitir el envío de notificaciones para prever al usuario, amenazas encontradas en los niveles de fuego, temperatura y humo.

Ficha técnica de la vivienda del cliente

La casa del usuario cuenta con una sola planta con dimensiones de 20 metros cuadrados y 3.5 metros de altura, subdividida en cuatro ambientes principales; Consta de una sala, dos cuartos y una sección para la cocina que utiliza gas. Además, posee el sistema eléctrico funcional y la instalación del servicio de internet residencial.

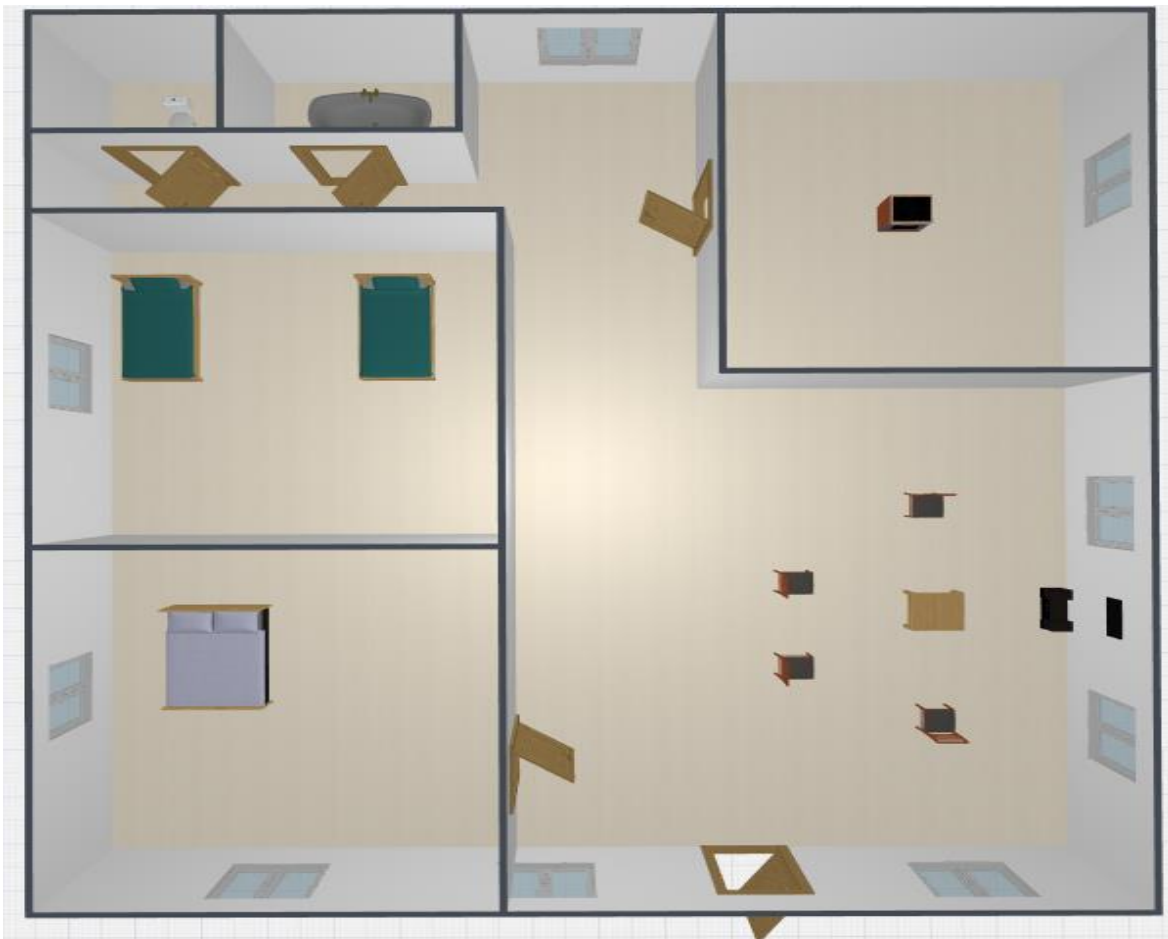


Ilustración 2. Casa modelo.

Para cumplir con los requerimientos se necesitaba una combinación de tecnologías de hardware y software que permita obtener los factores riesgos de incendios antes establecidos, por lo tanto, se creó un panel principal que contenga los diferentes componentes electrónicos del sistema. Este panel su función es procesar la información obtenida mediante sensores capaces de monitorear los valores de humo, fuego y temperatura dentro de la vivienda, por consiguiente, realiza una comparación de la información y determinar si hay algún riesgo de incendio dentro del hogar, por lo tanto, este evento se encarga de activar la alarma auditiva para prever a los diferentes usuarios.

Además, el usuario solicitó administrar desde su móvil el estado del panel principal, para satisfacer esta demanda la aplicación móvil se conectaba directamente a la base del proyecto, obtiene la información registrada por el panel principal y utiliza la misma lógica de comparación de los datos para la activación de las notificaciones.

Análisis de herramientas

Una vez establecidos los requerimientos del sistema, se aplicó un análisis con el objetivo de determinar las herramientas apropiadas que satisficieran los requisitos solicitados por el usuario.

Análisis del microcontrolador

El microcontrolador seleccionado fue un módulo ESP-32 para conectar los diversos componentes eléctricos, tiene una mayor capacidad de procesamiento en relación a las placas de Arduino, resaltando una de sus principales características, siendo la integración de una interfaz para la conexión vía wifi por lo cual no se necesitará la compra de otro elemento externo para realizar dicha tarea.

Adicionalmente, se tomó en consideración el tamaño y el número de pines requeridos, resaltando que el sistema necesitaba un mínimo de 15 pines digitales, por lo tanto, este micro controlador suple con creces estas especificaciones al contar con 32 pines digitales. También se consideró el factor económico, a nivel de precios, en comparación con otros microcontroladores como los productos de Arduino o Raspberry Pi es considerablemente más rentable, de manera de reducir costos y creando una solución lo más económica posible sin obviar el correcto funcionamiento del proyecto.

Análisis de los sensores

El sistema debía ser capaz de detectar las emisiones de humo dentro de la vivienda, en el mercado existen muchos tipos de sensores, destacando entre ellos la familia MQ, cuenta con diversos modelos que son utilizados para medir diferentes gases, sin embargo, el que cumple con los requisitos del sistema es el sensor MQ-2, porque este modelo se especializa en detectar los niveles de humo.

Tabla 1. Tabla comparativa de sensores de gas.

Comparaciones entre sensores MQ-X	
Modelo	Gases que detectan
MQ-2	Metano, butano, GLP y humo
MQ-3	Alcohol, Etanol, humo
MQ-4	Metano, gas natural comprimido (GNP)

Sensor de fuego

El fuego es uno de los principales factores que nos permite determinar los riesgos de incendios dentro de la vivienda. Es indispensable implementar un sensor de flama, en consecuencia, se implementó un módulo KY-026, este sensor trabaja con un nivel de consumo de voltaje reducido lo que permite reducir el consumo eléctrico del panel, es uno de los más utilizados en proyectos de detección de incendios.

Sensor de temperatura.

Se examinaron los sensores compatibles con el módulo ESP32 para medir la temperatura, entre los cuales destaca el sensor DTH11 capaz de medir temperaturas hasta 80° Celsius, suficientes para determinar riesgo de incendios, este sensor también se destaca por tener ciclos rápidos de lectura y cuenta con un bajo precio económico.

Alarma

Cuando el sistema determina que hay un riesgo de incendio, debía alertar al o los usuarios de la residencia mediante una alarma auditiva, el componente encargado de realizar esta función es un buzzer electrónico, capaz de emitir un sonido agudo alto, programado solamente cuando se encuentre ese posible escenario.

Tabla 2. Principales dispositivos electrónicos utilizados en el proyecto.

Nombre del dispositivo	Modelo	Voltaje de operatividad	Imagen
Microcontrolador	ESP-32	5 voltios	 Ilustración 3. ESP32 (Electronics, 2020)
Sensor de humo y gas	MQ-2	5 voltios	 Ilustración 4. MQ-2 (Geekfactory, 2020)
Sensor de fuego	KY-026	3.3 – 5 voltios	 Ilustración 5. Sensor de fuego (Geekfactory, 2020)
Sensor de temperatura	DTH11	3..3 – 5 voltios	 Ilustración 6. Sensor de temperatura (Geekfactory, 2020)
Buzzer	Buzzer module	3.3 – 5 voltios	 Ilustración 7. Buzzer module (Geekfactory, 2020)
Leds	5 milímetros	3.3 – 5 voltios	 Ilustración 8. Led (Geekfactory, 2020)

Tecnologías para el desarrollo del software.

Entornos de desarrollo integrado y lenguaje de programación.

Para el desarrollo del módulo principal utilizamos del IDE de Arduino versión 1.8, este es el más utilizados por la comunidad de diseñadores de sistemas que utilizan hardware libre, a diferencia de otros IDE, es compatible con la tarjeta ESP-32 y brinda un sin número de herramientas para facilitar el trabajo de desarrollo. En cuanto al lenguaje de programación seleccionados C++ con ayuda de la librería Wiring para codificar el microcontrolador ESP-32 y los diversos componentes eléctricos a implementados en el sistema.

El Firebase fue elegido como el servicio para la base de datos, en comparación con los gestores de MySQL y SQL, es su fácil integración con aplicaciones creadas en Android con java, que brinda la base arquitectónica para mejorar la concurrencia, la seguridad de los datos, asimismo permite alojar los datos en línea teniendo en cuenta una características del microcontrolador y su reducida memoria de almacenamiento, destacando que los recursos a utilizados en este proyecto son totalmente gratuitos en esta plataforma.

En la aplicación móvil utilizamos el IDE Android Studio versión 4.1.1, la cual es el entorno oficial en el desarrollo de aplicaciones para el sistema operativo de Android, este cuenta con un sin número de herramientas; mientras el lenguaje a implementado para la programación fue Java. La interfaz gráfica del usuario será diseñada con el meta lenguaje XML, integrado en el mismo IDE mencionado, con el objetivo de brindarle a la aplicación un entorno intuitivo y fácil de usar para los clientes.

5.3 Fase de diseño

La estructura del proyecto el sistema de monitoreo con alerta temprana para la reducción de riesgos de incendios se dividió en tres fases. Primero fue diseñado el panel principal que consta de la parte física y electrónica del sistema, por siguiente el diseño de la base de datos y por último el diseño de la aplicación móvil.

1- Fase del panel principal.

En primera instancia, se diseñaron con la herramienta Fritzing en su versión 9.1 las conexiones de los componentes electrónicos del panel principal identificando sus configuraciones individuales, guiándonos por la especificación de los fabricantes. En la siguiente imagen podemos visualizar el prototipo electro-físico del sistema, donde los cables rojos representan la corriente positiva (+), los cables negros tierra (cero voltajes) y los cables azules se establecieron como la salida o entrada de datos dependiendo del dispositivo configurado.

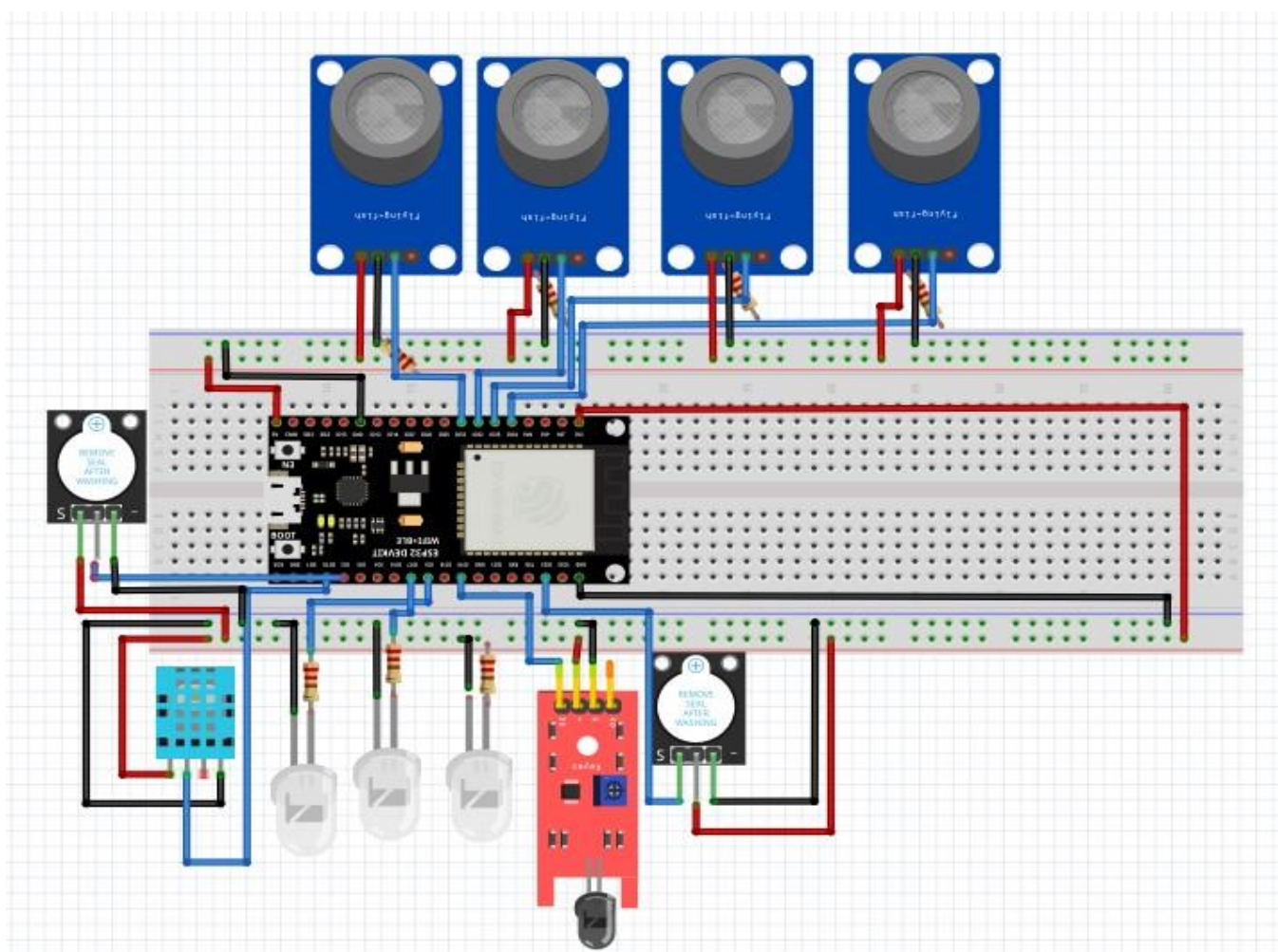


Ilustración 9. Diseño electro – físico.

El módulo ESP-32 cuenta con 32 pines de entrada o salida de datos, por lo tanto utilizamos un pin por cada nodo, teniendo en cuenta las especificaciones del microcontrolador, establecimos los pines a utilizados por los dispositivos electrónicos. (Tabla 3).

Tabla 3. Tabla de pines.

Nombre del componente	Número del pin en el ESP-32	Pin digital	Pin positivo	Pin Negativo
Sensor Mq-2 (humo)	32, 33, 34, 35	Entrada	5 voltios	GND
Sensor de fuego 1	26	Entrada	3.3 voltios	GND
Sensor de temperatura	14	Entrada	3.3 voltios	GND
Buzzer 1	22	Salida	3.3 voltios	GND
Buzzer 2	15	Salida	3.3 voltios	GND
Led azul con resistencia de 220 ohm	19	Salida	3.3 voltios	GND
Led verde con resistencia de 220 ohm	18	Salida	3.3 voltios	GND
Led rojo con resistencia de 220 ohm	5	Salida	3.3 voltios	GND

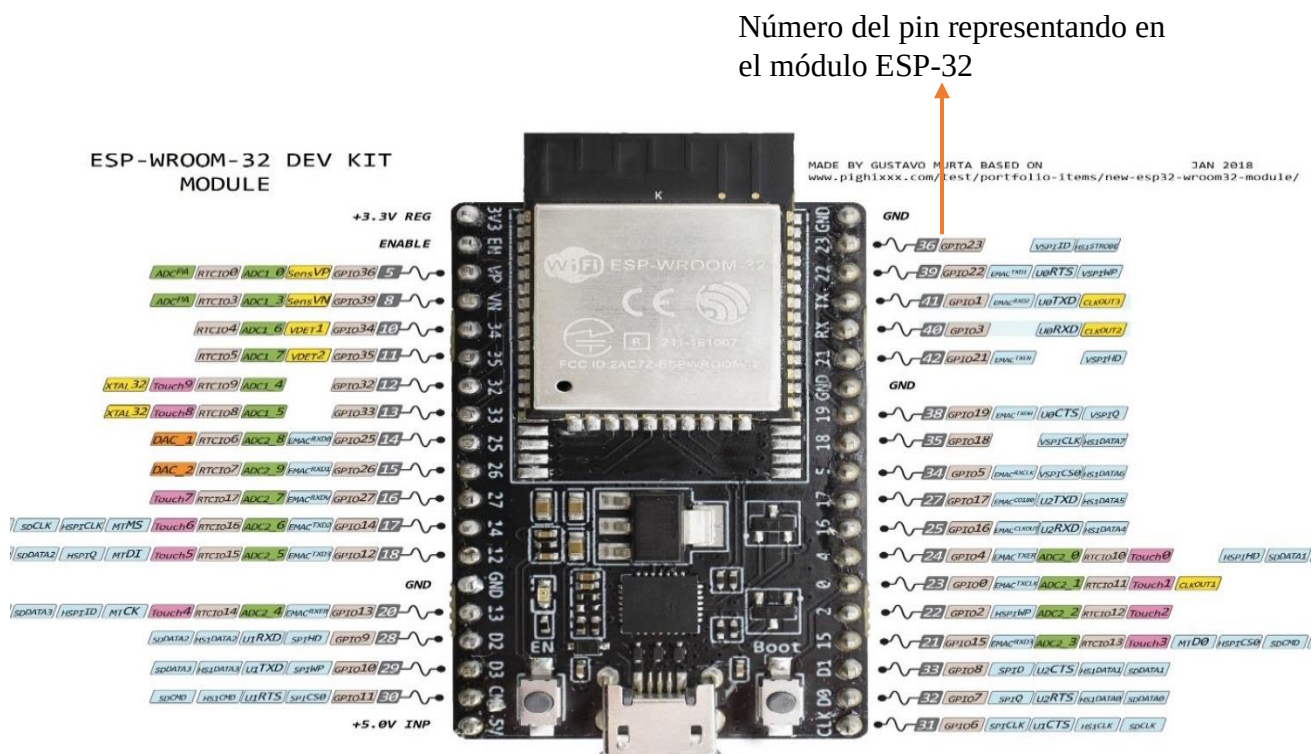


Ilustración 10. Pinout ESP-32.

Diseño del prototipo físico del panel.

La protección del sistema electrónico es de suma importante para un funcionamiento óptimo, por lo tanto, se resguarda en una caja de vidrio plástico transparente con dimensiones mínimas de 12 centímetros de largo, 10 centímetros de ancho y 5 centímetros de alto, creando orificios para las salidas de los cables hacia los sensores, la entrada del cable de alimentación y la colocación de los leds indicadores, la alarma y el sensor de temperatura.

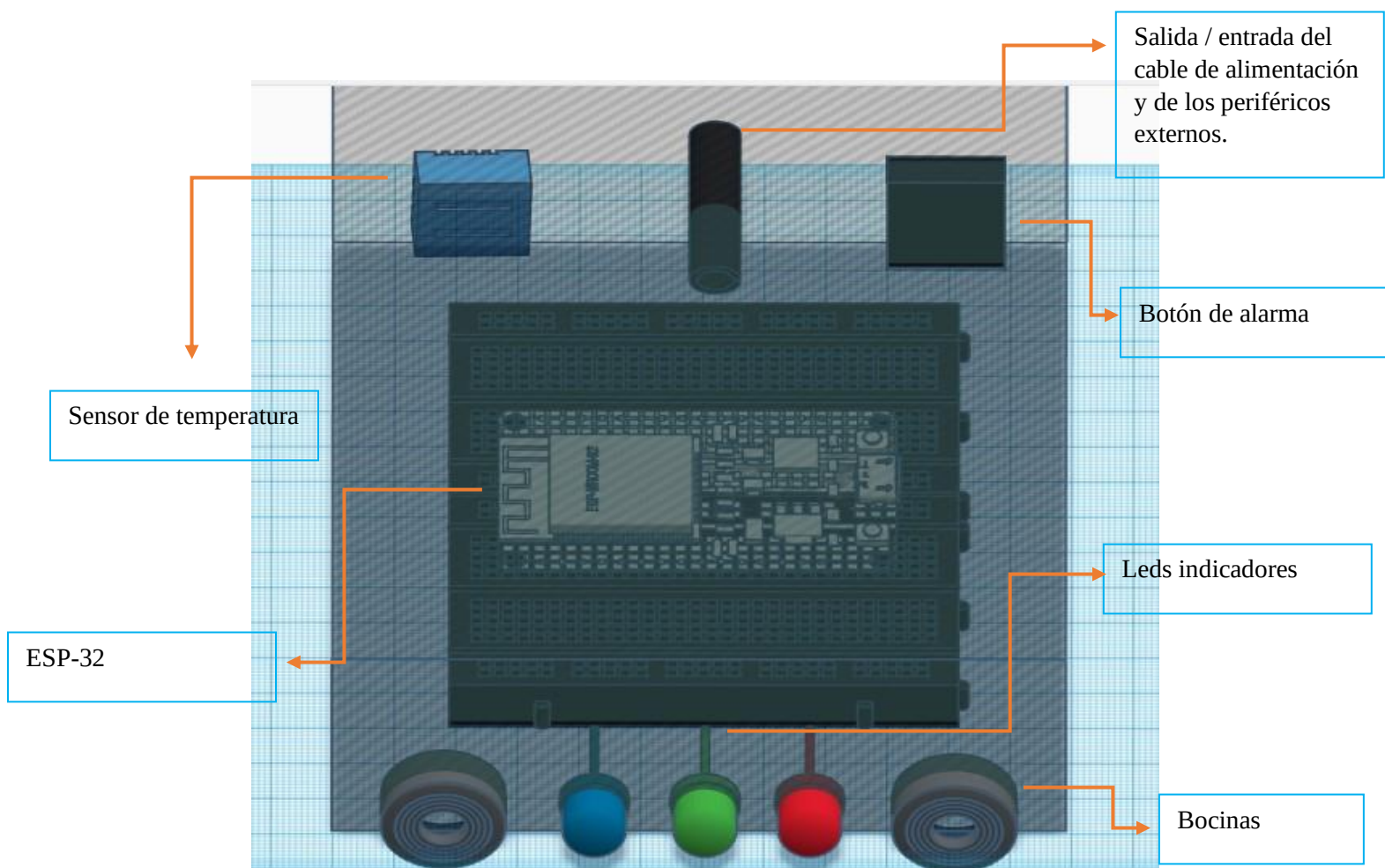


Ilustración 11. Prototipo físico del panel.

Diseños prototipo físico del panel principal vista superior

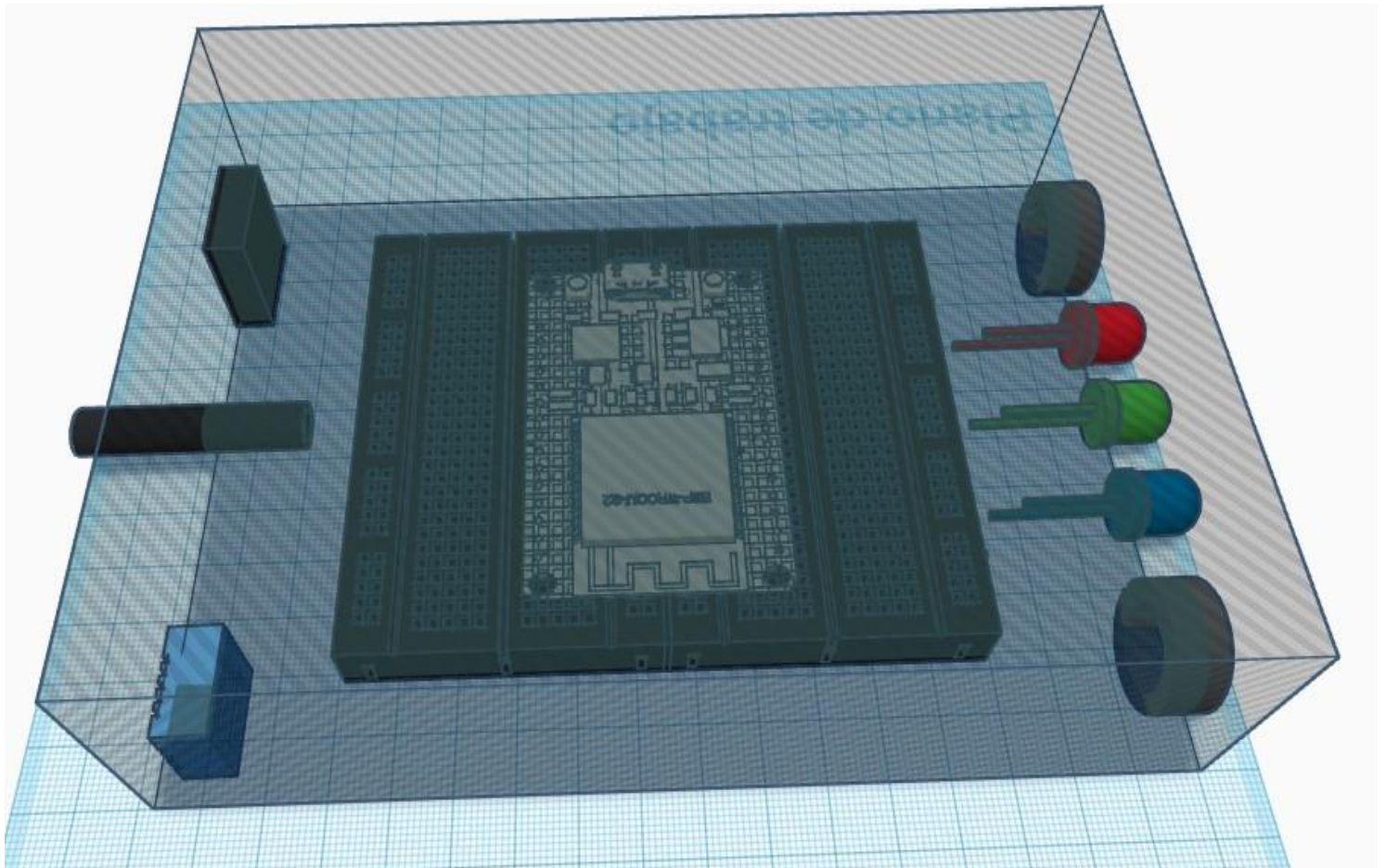


Ilustración 12.Prototipo panel principal vista superior.

Diseños prototipo físico del panel principal vista frontal y trasera

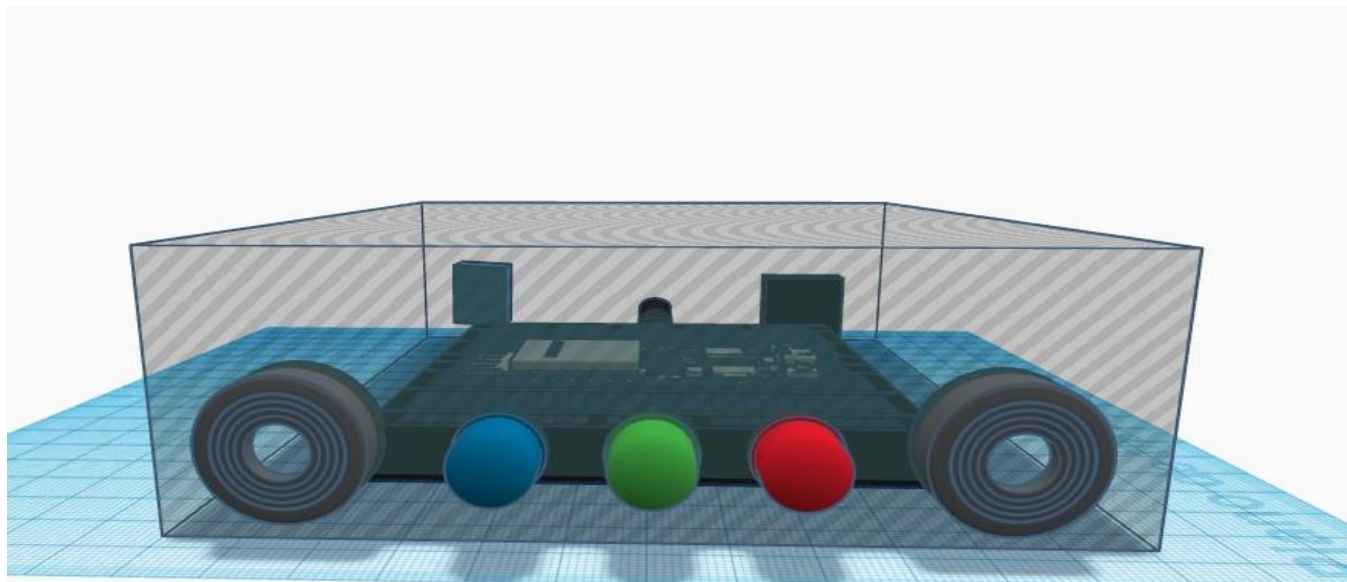


Ilustración 13.Prototipo panel principal vista frontal.

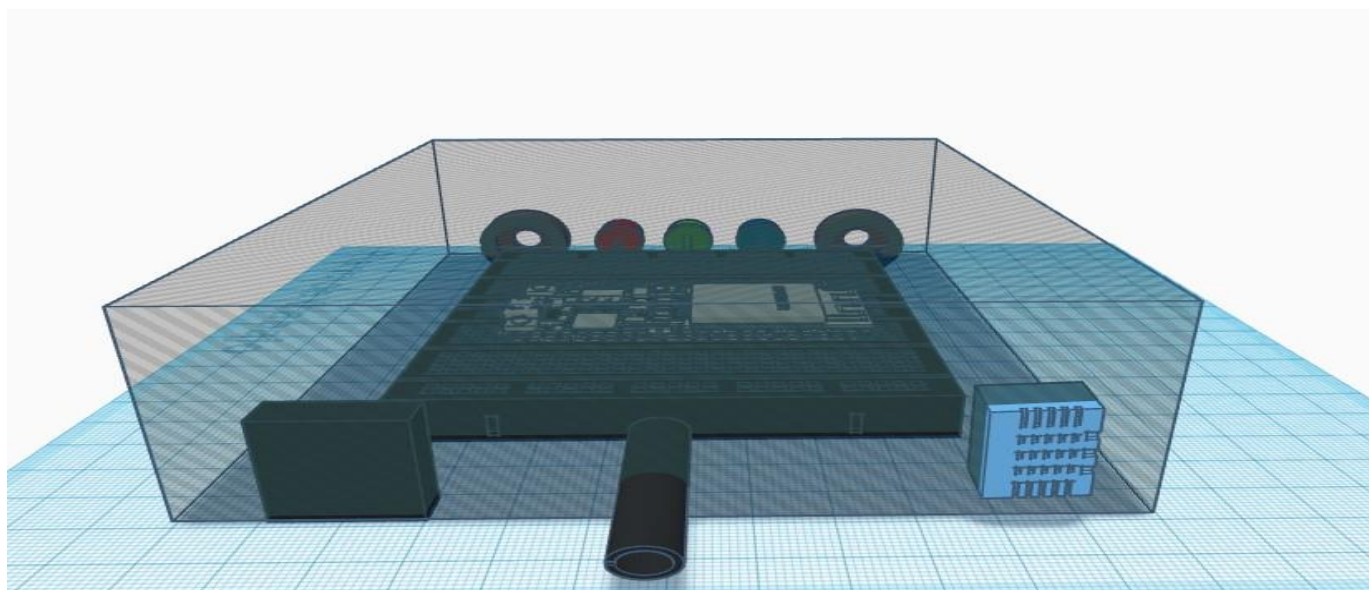


Ilustración 14. Prototipo panel principal vista trasera.

Después diseñadas las conexiones de los componentes eléctricos y la capa física del sistema, se procedió a la capa lógica que determina el funcionamiento según las características del sistema.

Diseños del panel principal

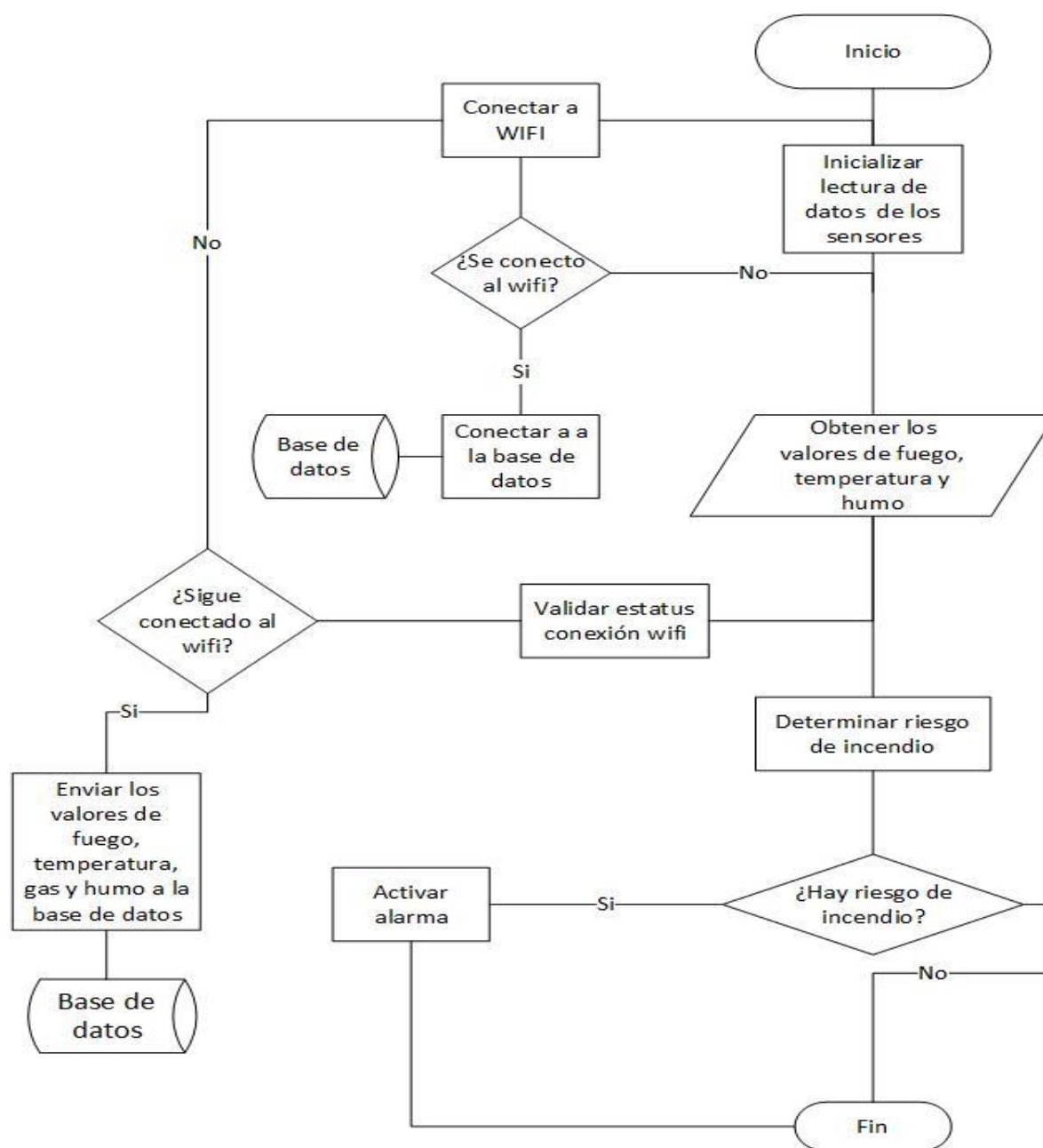


Ilustración 15. DFD del sistema de monitoreo.

Casos de uso del panel principal.

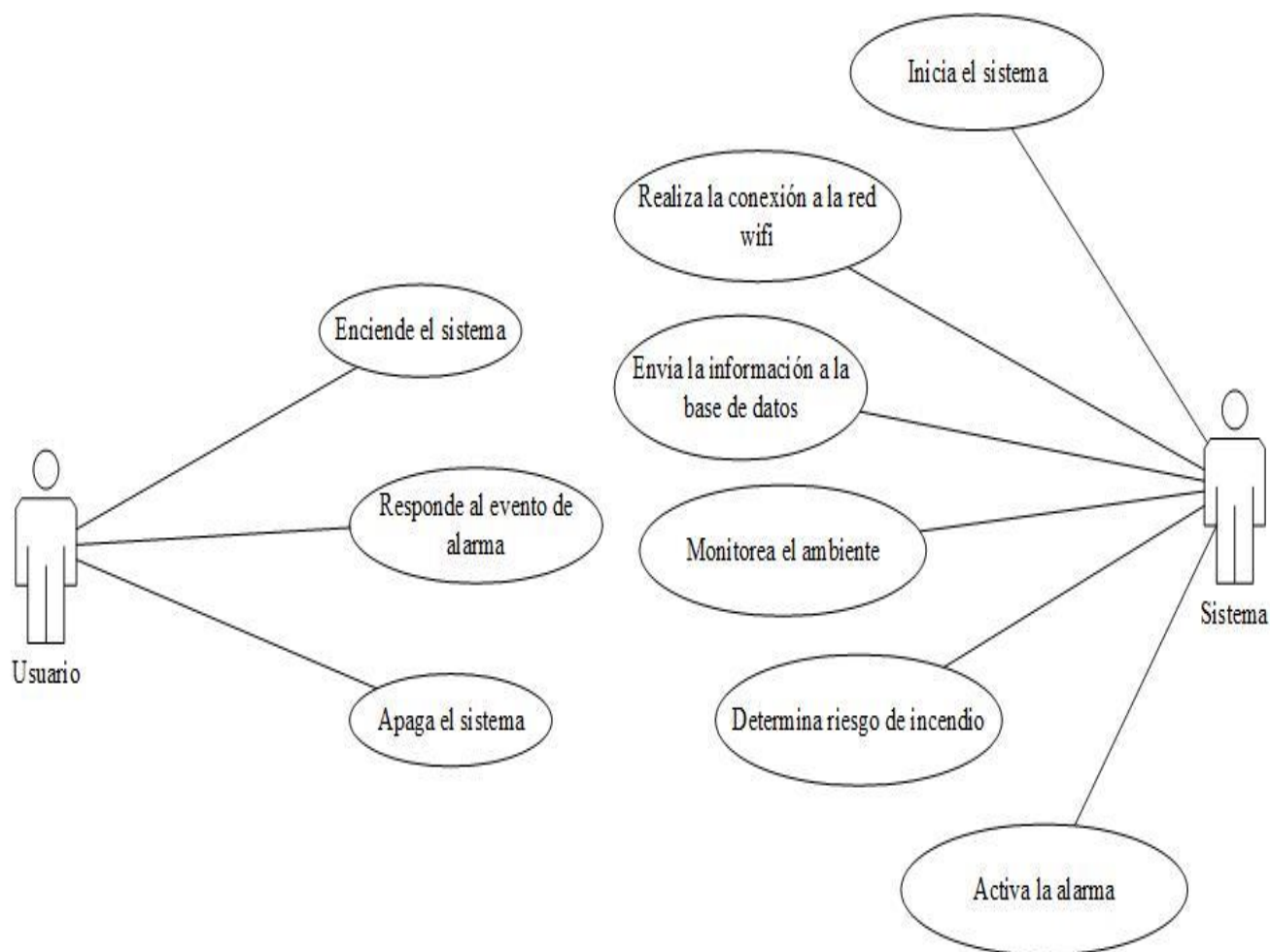


Ilustración 16. Casos de uso del panel principal.

2- Diseño de la base de datos

Diagrama entidad relación

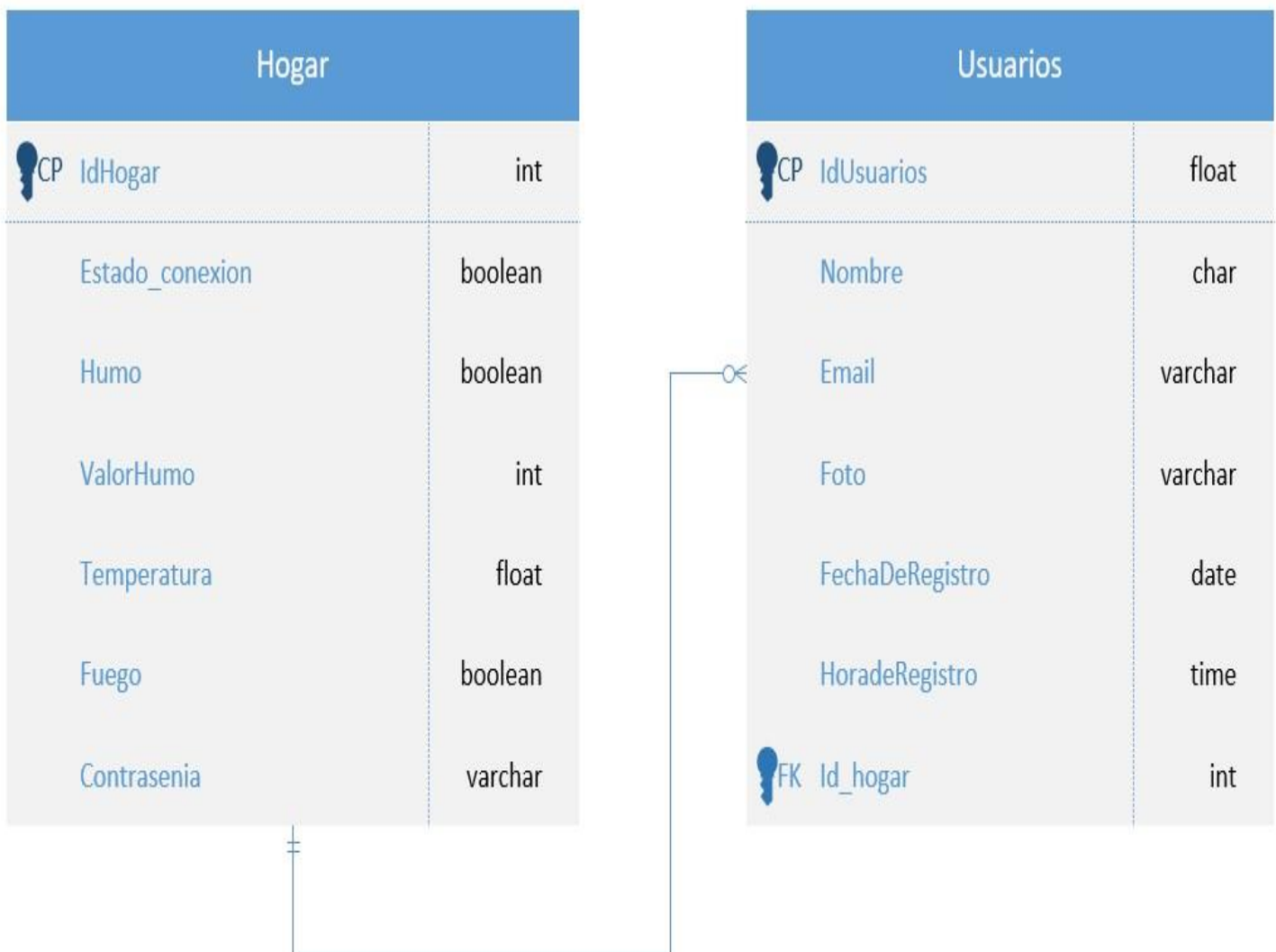


Ilustración 17. Diagrama entidad relación.

3- Diseños de la aplicación móvil.

Diagrama de flujo de datos de la aplicación móvil

A continuación, se observa el flujo de datos que tendrá de la aplicación móvil.

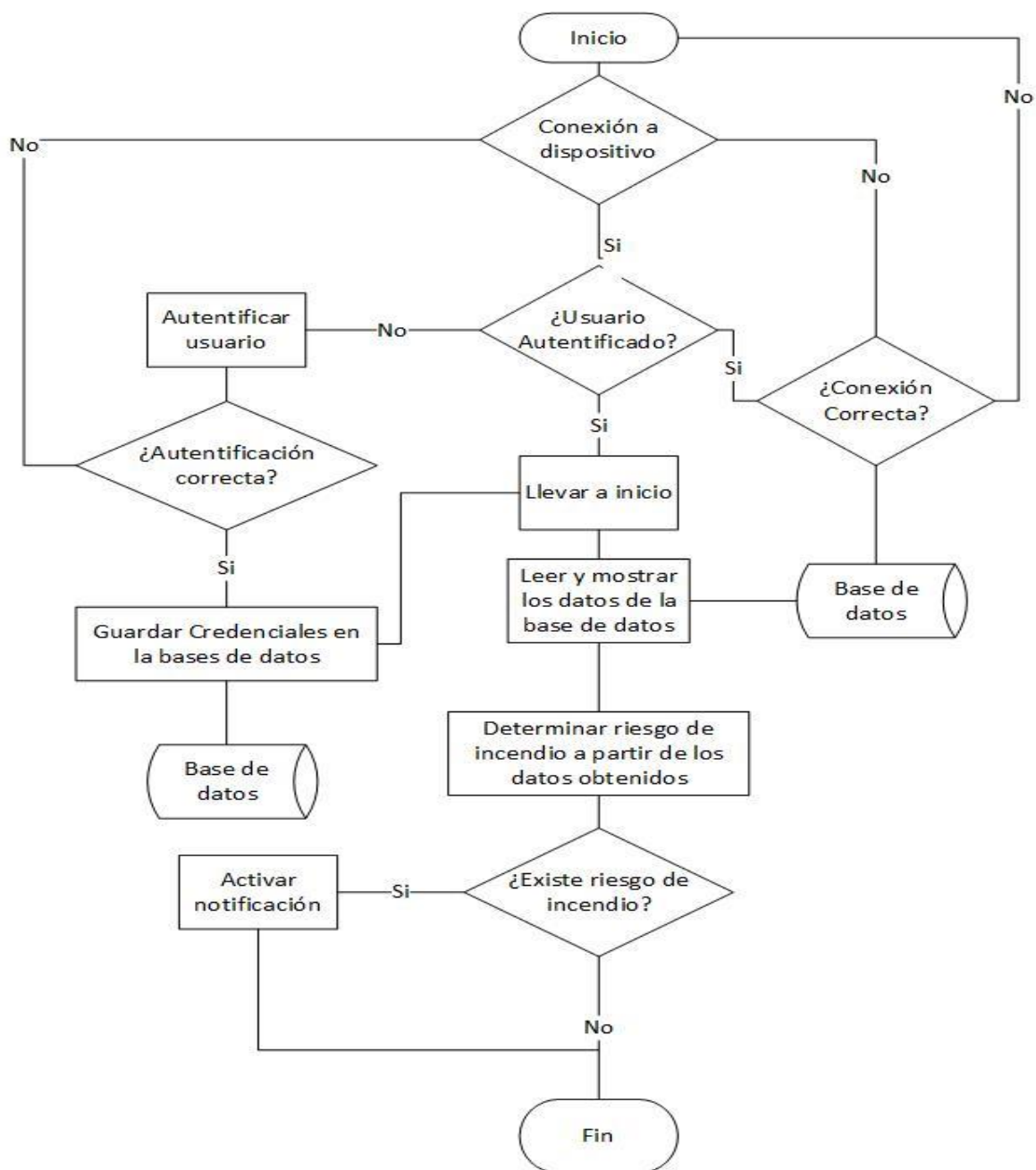


Ilustración 18. DFD de la aplicación móvil.

Caso de uso de la aplicación móvil

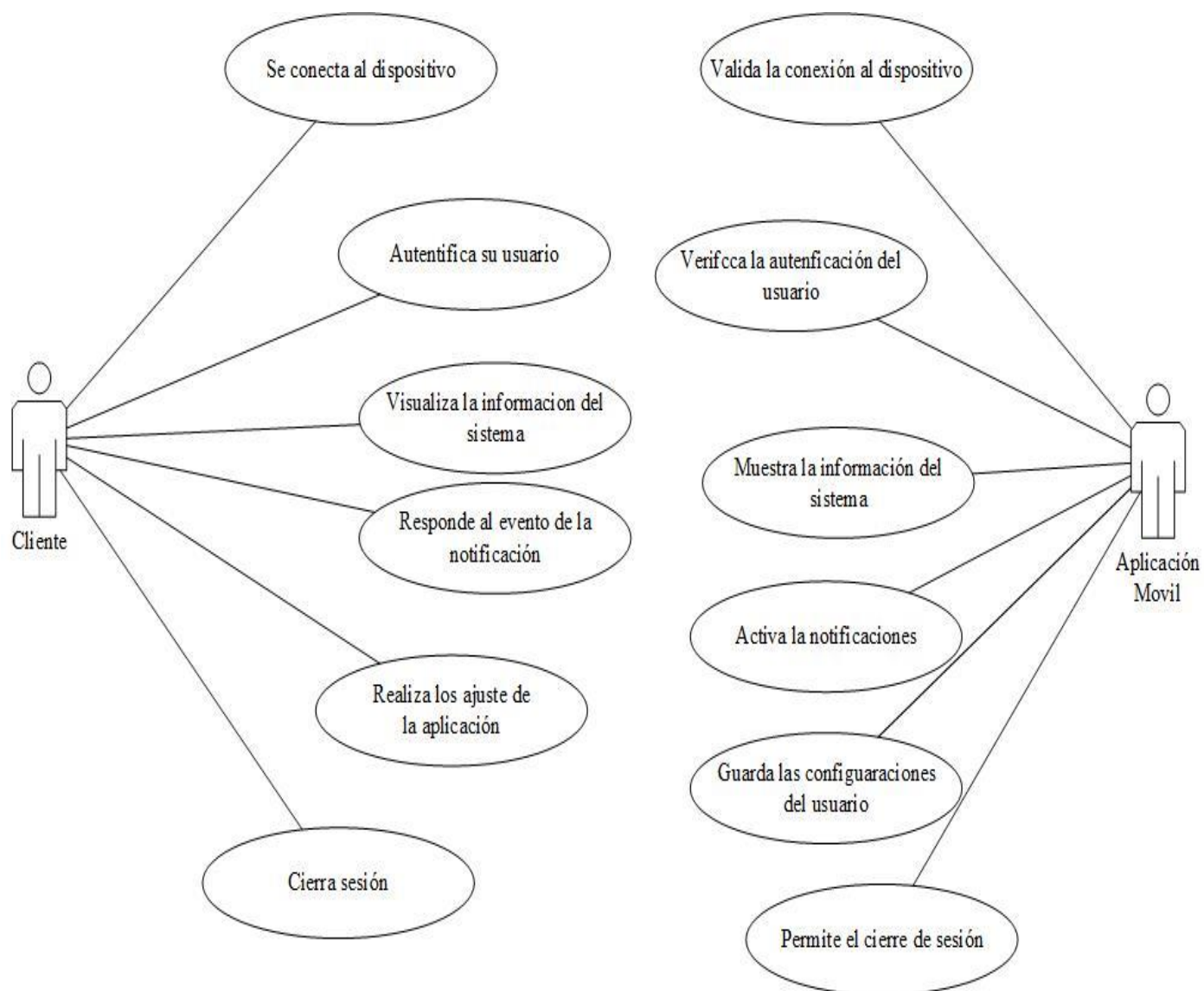


Ilustración 19. Casos de uso de la aplicación móvil.

En cuanto a interfaz gráfica de la aplicación móvil contendrá cuatro principales ventanas, la primera fase de conexión al dispositivo, por consiguiente, la fase de autenticación del usuario, la tercera contemplará la vista principal de la aplicación y finalmente la pantalla de configuraciones.

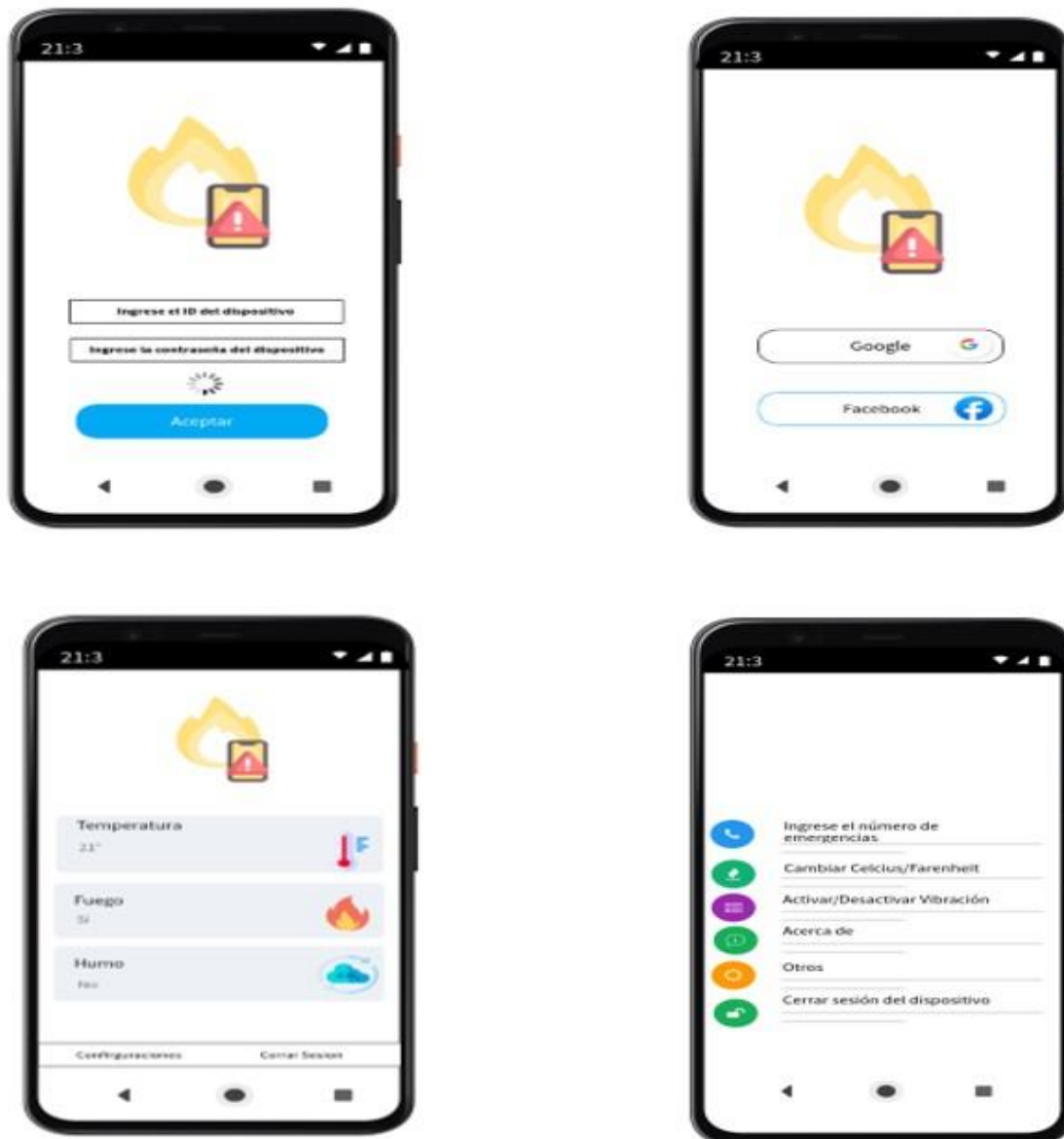


Ilustración 20. Bocetos de la aplicación móvil.

5.4 Fase de codificación

Codificación del panel principal

Una de las principales características del panel principal, es que este funciona independientemente a la conexión a internet, creando dos modos funcionales, un modo online y un modo offline.

El modo offline no necesitará una conexión de internet sin embargo tiene las principales características para constatar si existe un evento que pueda repercutir en un incendio y alertar a los usuarios mediante una alarma auditiva ante tal suceso. A diferencia, el modo online permite ampliar las utilidades del sistema, destacando la necesidad de la conexión a internet para conectarse a la base de datos y el uso de la aplicación móvil.

Es importante mencionar que el sistema es capaz de cambiar entre ambos modos de funcionamiento sin detener el tiempo de ejecución. A continuación, mostraremos el procedimiento de cómo se codificó el sistema.

Primeramente, cada componente eléctrico fue configurado a nivel de hardware guiándose de los diagramas electrónicos antes presentados en la fase de diseños, de manera que la configuración fuese la correcta, por ende, se evitara el efecto Joule (corto circuito) y causar daños irreversibles al módulo y a los elementos eléctricos internos y externos.

El sistema del panel principal trabaja de manera que pueda obtener los datos de los sensores y compararlos con parámetros de configuración establecidos, cuando la información obtenida es superior a los parámetros definidos tales como presencia de fuego, saturación de humo y altas temperatura, activa una funcionalidad denominada “riesgo de incendio”, esta acción se encarga de activar la alarma auditiva que permite prever al usuario ante el riesgo de incendio.

En la conexión del sistema a internet se hace mediante el uso de una librería llamada “ESPWiFi” la cual solo necesita dos parámetros para conectarse a la red wifi, ingresando el SSID y la contraseña de la red manualmente desde el código.

Una vez comprobado el estatus del wifi y la conexión a internet, se creó una función que conecta el sistema a la base de datos creando los campos necesarios y definiendo tanto el ID como la contraseña del dispositivo para crear la credencial de acceso al panel principal, para ello fue necesario descargar desde la página oficial de Firebase, donde está alojada nuestra base de datos, descargar un archivo en formato JSON que contiene la URL para facilitar la conexión.

Firebase contiene librerías para la mayoría de lenguajes de programación, en nuestro caso utilizamos una librería llamada FirebaseArduino compatible con el lenguaje C++, que se pudo descargar desde el IDE de Arduino, lo que facilita el envío de la información obtenida por cada sensor en tiempo real a los campos de la base de datos.

Finalmente, el sistema antes mencionado se encapsulo en una función principal que se ejecuta en un ciclo periódicamente de dos segundos, de manera que se mantenga una constante revisión de los datos y activar el estado de comprobación de existencia de riesgo de incendio.

Codificación de la aplicación móvil

La conexión a la base datos, el Android Studio nos brinda un asistente que nos permitió realizar este proceso de una manera sencilla, solamente iniciando sesión con nuestra cuenta de correo utilizada en el proyecto creado en Firebase.

Para conectarse a tabla de la base datos que contiene específicamente la información del módulo ESP-32 en uso, necesitábamos crear un login, para ello se le dispone al usuario una actividad con dos cajas de texto destinados para que ingrese el ID y la contraseña respectivamente, este proceso tendrá la tarea de validar los datos ingresados sean iguales al ID y contraseña antes definidos en el sistema de detección de incendio (panel principal), si el resultado es positivo, las credenciales se guardaran en un fichero interno del celular y se pasará a la fase de autenticación.

La fase de autenticación valida el ingreso del usuario, para realizar esa acción, hay una función “FaseAutenticacion” que, mediante el uso de la clase FirebaseAuth, propia de Firebase, proporciona a los usuarios dos métodos de inicio de sesión, el usuario puede utilizar tanto su cuenta de Facebook o de Gmail y Firebase se encarga de verificar si la instancia es correcta creando una nueva sesión, en caso contrario, se le denegará el acceso a la aplicación si se encuentran errores en la documentación de la cuenta.

Cuando fase de autenticación es realizada correctamente, enviamos al usuario al menú principal y su información se guardan automáticamente en la base de datos.

En el menú principal el cliente puede visualizar la información del estado del sistema de detección de incendio, la aplicación haciendo uso de los eventos que posee el lenguaje Java en su capa de Android, por lo tanto, cada campo presente en la base de datos se creó un evento, estos se encargan de leer y mostrar en los TextView la información de manera simultánea, con los datos obtenidos realizamos una comparativa con los mismos parámetros previamente establecidos en el sistema desarrollado para el panel principal, ejecutando el evento “riesgo de incendio” que activa una notificación de alerta para el usuario.

Para que el proceso de notificaciones funcione aun cuando la aplicación no esté en ejecución o en primer plano, será necesario crear un servicio que contenga el mismo evento “peligro de incendio”, esto con el objetivo de mantener siempre informado al usuario si la aplicación se encuentra en ese estado. En la misma actividad principal, contiene dos botones, con la función de solo de cerrar la sesión o cerrar la sesión y desconectarse del dispositivo (panel principal).

Finalmente, se creó una actividad “Configuraciones” destinada a una lista de configuraciones que le permite al usuario gestionar las opciones de la aplicación, donde se puede encontrar las siguientes opciones:

1. El usuario tiene la elección de cambiar la unidad de medida de la temperatura, tanto en grados Celsius o Fahrenheit

2. Una de los cambios más importantes que tiene el cliente es la opción de cambiar el número de emergencias, en caso de recibir una notificación de alerta encontrada por parte del sistema en la vivienda, puede llamar desde la misma aplicación al número designado.
3. Finalmente, el usuario tiene la elección de salir o cerrar la sesión en la aplicación de manera definitiva, una vez realizado este proceso, está sujeto a que todas las funcionalidades del sistema estén inaccesibles y el recibimiento de notificaciones este bloqueado.

5.5 Fase de pruebas

Pruebas de funcionalidad

Cada sensor del sistema de monitoreo fue sometido a pruebas individualmente, de manera que demostrarán su funcionalidad en la medición de los niveles de temperatura, humo y en la determinación de la presencia de fuego dentro de la vivienda, en el caso de que se genere uno de estos eventos, y validar la correcta activación de la alarma sonora. El fin de test era conocer el comportamiento del sistema en diversas situaciones para establecer los parámetros máximos y mínimos en los cuales puede trabajar sin que reciba perturbaciones indeseadas y funcionamiento incorrecto.

Prueba de fuego y prueba de temperatura

Se causó mediante la quema de materiales de combustión rápida, tales como páginas, trozos de madera y plástico, utilizamos el sensor de fuego y de temperatura que ubicados en diferentes distancias de la flama que se genere, de modo que se pudo establecer la distancia de operabilidad, tiempo de repuesta y comprobación de sus funcionalidades.

Prueba de humo

Para dicha prueba fue expuesto al sensor a una saturación de humo con la quema de elementos artificiales, este procedimiento se basó en cambios periódicos de la concentración de humo presente en el aire y verificando el comportamiento en el sensor ante tales eventos.

Pruebas de conectividad

El panel principal fue puesto a prueba sin conexión a internet, validando su correcto funcionamiento independientemente de ese factor. Una vez que el resultó positivo ese test, encendimos el wifi para que el sistema tuviese acceso a internet, esto nos permitió verificar la correcta conexión a la base de datos y medir la velocidad en el envío de la información, resultando ambos eventos exitosos.

Aplicación móvil

Pruebas de funcionalidad y de interactividad

La aplicación móvil fue sometida a un testeó utilizando cada una de las funciones con las que cuenta el usuario, se interactuó con cada componente de la interfaz garantizando al usuario una experiencia intuitiva, de modo que se pueda validar que cada elemento interactivo realice la tarea que tiene determinada, cada error de ejecución o procesamiento encontrado fue listado, de modo que fuese corregida en la fase de codificación y brindarles una solución.

Pruebas de compatibilidad

La aplicación fue instalada en distintos dispositivos móviles que contaban con diferentes versiones del sistema operativo Android, de manera virtual (emulación del dispositivo) o física, procediendo a comprobar el funcionamiento en diversos celulares y evitar problemas de compatibilidad, los resultados fueron satisfactorios validando que la aplicación móvil funciona correctamente en dispositivos Android desde la versión seis hasta la diez.

5.6 Fase de instalación

Esta fase de la metodología extrema es la encargada de instalar el sistema al usuario, al ser este un proyecto con fines educativo, esta fase será omitida por que la factibilidad de llevarlo a cabo no cumple por las prestaciones que se necesitaría, motivo por la que no fue contemplado en los propósitos de mi proyecto.

VI. RESULTADO Y DISCUSIÓN

6.1 Resultados

Crear un sistema de monitoreo de alerta temprana para la reducción de riesgos de incendios en viviendas familiares.

- Se encontró que las principales causas que originan incendios en las viviendas de la ciudad Bluefields, son los cortos circuitos, negligencias humanas y fugas de gas.

Tabla 4. Tabla de incendios.

Fecha	Lugar (Barrio)	Causa del incendio
17 de enero 2018	Fátima	Corto circuito
22 de diciembre 2018	Pancasan	Negligencia, llama abierta
8 de enero 2019	Pointeen	Explosión de bombillo
15 de enero 2019	Fátima	Corto Circuito
25 de abril 2019	19 de Julio	Recalentamiento de sistema eléctrico
11 de mayo 2019	San Pedro	Cocina en mal estado
3 de agosto 2019	Beholden	Cigarrillo encendido en el interior de la casa
24 de septiembre 2019	Carretera Bluefields-Naciones Unidas	Recalentamiento del medidor eléctrico
2 de octubre 2019	*Kukra Hill	Explosión de tanque de gas
12 de noviembre 2019	San Pedro	Recalentamiento de abanico
26 de diciembre 2019	San Pedro	Chispas de fogón negro
27 de enero 2020	Loma fresca	Corto circuito
25 de marzo 2020	Santa Rosa	Negligencia, llama abierta
14 de febrero 2020	Pancasan	Negligencia, llama abierta
1 de abril 2020	Loma Fresca	Corto circuito

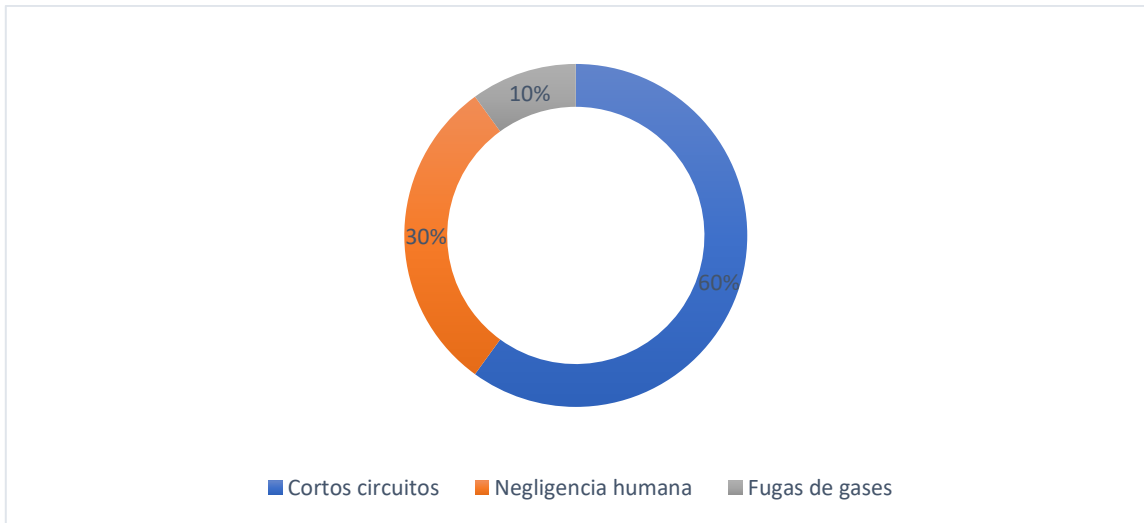


Ilustración 21. Porcentaje de causas de incendios.

- Se identificaron los componentes necesarios para desarrollar el sistema de monitoreo de los principales factores desencadenante de los incendios antes mencionado, siendo configurados a nivel de hardware y software durante toda la metodología.
- Se obtuvo un sistema electrónico para la prevención de incendios en Bluefields

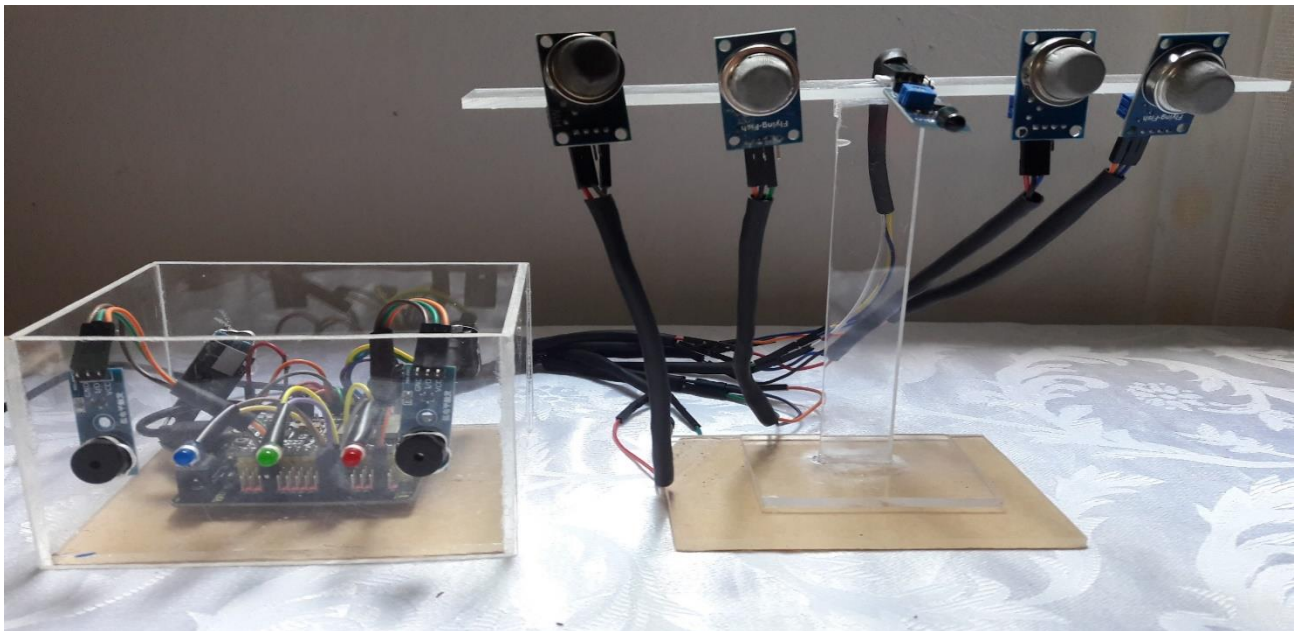


Ilustración 22. Sistema de monitoreo de incendios.

- El sistema fue sometido a diferentes pruebas, simulando conatos de incendios a partir de cambios en diferentes niveles de temperatura y saturaciones de humo comprobando así su correcto funcionamiento.

Tabla 5. Pruebas de simulación de incendios.

Tipo de prueba	Sensor	Material
Llama abierta	Fuego y temperatura	Trozos de papel
Llama abierta	Fuego y temperatura	Pedazos pequeños de madera
Quema de elementos	Fuego y temperatura	Plásticos
Saturación de humo	Humo	Quema de plaga top
Inducción de humo	Humo	Combustión de pólvora comercial.

Dichas pruebas permitieron comprobar el funcionamiento individual de cada sensor integrado en el sistema, determinando datos esenciales para el funcionamiento óptimo del sistema bajo una amenaza real de incendios que el usuario pueda sufrir, arrojando los siguientes resultados. (Tabla 6)

Tabla 6. Resultados de las pruebas.

Sensor	distancia de operabilidad (Unidad de medida en Metros)	Tiempo de repuesta aproximado (Unidad de medidas en segundos)	Funcionamiento
Fuego	1.524	2 ~ 4	Si
Temperatura	0.1524	4 ~ 7	Si
Humo	2.4384	2 ~ 4	Si

6.2 Discusión

En este proyecto se pudo obtener un dispositivo electrónico confiable y robusto, integrando su propia aplicación móvil de fácil uso, con una simple visualización de datos para poder observar el estado del sistema de monitoreo de incendios a través de internet.

En el mercado local se desconocen distribuidores de herramientas tecnológicas para la detección de incendios, esto hace que la población tenga que importar desde el mercado extranjero implicando altos costos por la adquisición de estos productos haciéndolos inasequible.

Dicho lo anterior, esto hizo viable el desarrollo del proyecto, creando un sistema con un precio considerablemente más bajo a los presentes en los mercados, sin mencionar que no cuentan con todas las características que brinda este aparato electrónico.

Respecto a los inconvenientes presente durante el desarrollo del proyecto, fue muy difícil encontrar la materia prima de los materiales necesarios para el sistema, debido a la falta de vendedores nacionales de sensores de fuego, humo y temperatura, mas aun, los microcontroladores y dispositivos eléctricos para la construcción del circuito.

Comparando este estudio en relación a otros sistemas, encontramos que todos se caracterizaban por detectar incendios utilizando un solo factor, ya sea por la presencia de fuego, los altos de temperatura o la saturación de humo encontrados dentro de las viviendas. Por ende, este sistema en cuestión destaca por abarcar todos estos factores, diferenciándose a esos productos similares, sin obviar, al aumentar el monitoreo de factores de incendio, se reducen las posibilidades de estos desastres.

Sin embargo, durante la revisión bibliográfica, se encontró un estudio que implica un sistema de detección de incendios a partir de las fugas de gases butanos utilizados en las cocinas de uso domésticos, es importante destacar esta información por lo que este sistema no abarca dicha característica, siendo una singularidad a agregar a futuro teniendo en cuenta que las fugas de gases son la tercera causa de incendio en esta ciudad.

VII. CONCLUSIONES Y VÍAS FUTURAS

7.1 Conclusiones

- 1- Mediante una entrevista aplicada al director de la estación de bomberos Bluefields, se listaron las principales causas de incendios, que se originaron por causas internas a la vivienda.
- 2- Se aplicó un análisis a diferentes componentes de hardware presentes en el mercado, seleccionando los necesarios para identificar los factores o causas que ocasionen u desencadenen a un incendio dentro de las viviendas.
- 3- Todos los componentes seleccionados se configuraron satisfactoriamente a nivel de Hardware y Software para su correcto funcionamiento.
- 4- El sistema de monitoreo y alerta temprana permite avisar ante un conato de incendio a los usuarios mediante una alarma auditiva de tal amenaza.
- 5- Se desarrolló una aplicación móvil para dispositivos Android, la cual le permite al cliente la visualización remota de la información del sistema y recibimiento de notificaciones.
- 6- Con la futura implementación del sistema de monitoreo, se podrá detectar a tiempo un conato de incendio dentro del hogar, con el fin de evitar pérdida de vidas y el impacto económico y material de dicho desastre.

7.2 Vías futuras

“Aplicación móvil para la supervisión y Control en tiempo real de incendios en viviendas” es un sistema que brinda un gran aporte en el control y supervisión de dicho siniestro, donde desarrollaron una aplicación móvil que permite crear un mapa virtual de un edificio o de una residencia y visualizar donde específicamente está sucediendo el tal evento, característica que podría ser agregada a el proyecto en cuestión para mejorar su productividad.

La idea de crear un mapa virtual de la vivienda sería un gran añadido al sistema, por que permitiría localizar directamente el origen del incendio, provocando la fácil reacción de los residentes ante los percances. También, dicha funcionalidad se podría implementar para crear una ruta de evacuación, que asegure la desocupación del hogar para todos los residentes de forma segura.

Una gran característica que se puede agregar al sistema, es brindarle a la estación de bomberos su propio sistema de alerta y monitoreo de incendios e intercambiar información entre sí, tal como el número de habitantes en el hogar, la ubicación exacta de la vivienda donde está instalado el sistema y los números de los teléfonos móvil de los responsables del hogar.

De manera que el cuerpo de bomberos pueda recibir las mismas notificaciones que los residentes, ante alertas de un posible incendio, con el objetivo de reducir el tiempo de respuesta ante tal amenaza y mejorar sus servicios.

VIII. RECOMENDACIONES

Al usuario

- Invertir recursos económicos para la instalación del sistema en su vivienda.
- Leer detenidamente el manual de usuario.
- No interactuar o modificar los componentes físicos del sistema.
- Instalar inmediatamente la aplicación en su dispositivo móvil.

Al programador

- Capacitar a los habitantes de la vivienda sobre el uso adecuado del sistema.
- Agregar un dispositivo electrónico capaz de diagnosticar fallos de los componentes eléctricos del sistema.
- Implementar un sensor de temperatura con mejores características de funcionamiento.
- Implementar una fuente de energía externa recargable como respaldo a cortes del servicio eléctrico.
- Añadir cualquier nuevo requerimiento que pida el usuario.
- Realizar pruebas y mantenimientos periódicamente en buscas de fallas de funcionamiento del sistema.

IX. REFERENCIAS

- Pérez Palomino, X. I. (2019). *Prototipo de sistema de vigilancia y detección de fuga de gaz, utilizando Raspberry Pi y arduino para mejora la seguridad en viviendas unifamiliares*. Arequipa, Perú.
- Bluefields, D. d. (10 de abril de 2020). Causas principales de los incendios en la ciudad de Bluefields. (S. Y. Díaz, Entrevistador)
- Brito Mago, L. M., & Rodríguez Anaya, Y. A. (2015). *Diseño, suministro, instalación de sistemas contra incendios responsable*. Bogotá, Colombia.
- Castillo Loasiga, J. M. (22 de 12 de 2016). *Protección de incendios en el hogas*. Obtenido de <https://www.aprendemergencias.es/incendios/protecci%C3%B3n-para-viviendas/>
- Céspedes Muños, C. A. (2019). *Problemática en la investigación de incendios en Lima metropolitana*. Lima, Perú.
- Chaudhary, S., Choudhary, A., Sholat, A., & Singhal, J. (2016). *Automated home security system*. Noida, India.
- Chávez Robalino, L. E. (2017). *Sistema electrónico de alerta Temprana para la detección en la empresa ACETERM de la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas*. Ambato, Ecuador.
- Cosas, I. d. (19 de 05 de 2017). *Raspberry Pi – Conectando un sensor de temperatura y humedad DHT11*. Obtenido de <https://www.internetdelascosas.cl/2017/05/19/raspberry-pi-conectando-un-sensor-de-temperatura-y-humedad-dht11/>
- Dasig Junior, D. (2015). *Design and in Prototype Implementation of Fire Detection and Intelligent Alarm System*. New York, USA.
- Electronics, C. (2020). *CalcuttaElectronics.com*. Obtenido de <https://calcuttaelectronics.com/product/esp32-development-board-38-pin/>

- García Monje, D. (2014). *Diseño e implementación de un sistema de seguridad para el hogar con interfaz en android*. Madrid, España.
- Geekfactory. (2020). *geekfactorymx*. Obtenido de <https://www.geekfactory.mx/>
- Gonzaga Salto , M. J. (2018). *Diseño de un sistema de protección contra incendios en un edificio de departamentos en la ciudad de Quito con un sistema emesión de información en tiempo real a través de redes wifi*. Quito, Ecuador.
- Hardham Lewis, D. O. (01 de junio de 2018). *Flame Sensor (Raspberry Pi)*. Obtenido de <https://www.instructables.com/id/Flame-Sensor-Raspberry-Pi/>
- Herrera, H. (31 de mayo de 2018). *Sensor de humo o gas con Raspberry Pi*. Obtenido de <http://www.bujarra.com/sensor-de-humo-gas-con-raspberry-pi/>
- HURACCAN, U. (10 de Marzo de 2015). *Ficha municipal de la ciudad de Bluefields*. Obtenido de <https://observatorio.uracann.edu.ni>
- Jeng Li, W., Chiaming, Y., & ShihMiao, H. (2018). *JustIoT Internet of Things based on the Firebase Real time Database*. Taiwan, China.
- Kojima, J., & Abaya, S. (2019). *Embedded System of Dedicated and Real-time Fire Detector and Locator Technology*. India.
- Manzano Martín, J. (2019). *APLICACIÓN MÓVIL PARA LA SUPERVISIÓN Y CONTROL EN TIEMPO REAL DE INCENDIOS EN VIVIENDAS*. Barcelona, España.
- Martín Manzano , J. (2019). *Aplicación movil para la supervisión y control en tiempo real de incendios en viviendas*. Barcelona, España.
- MINSA. (2019). *Censo de viviendas de la ciudad de Bluefields 2018 - 2019*. Bluefields.
- Pabloe Leiva, A. (2010). *Estudio Técnico de instalaciones de protección contra incendios en un edificio de oficinas*. Leganés, España.
- Pareja Neto, D., Mallorquín, M., Ayala, K., & Arrúa, J. (2016). *Diseño de un prototipo de sistema de monitoreo y control para detección de incendios*. Paraguay.

- Raza Ibarra, L. N. (2009). *Diseño y construcción de un sistema de detección y alarma contra incendios*. Quito, Ecuador.
- Romero Ortiz, J. A. (2017). *Sistema de control y protección contra incendios para el hospital de Maca en la provincia de Morona Santiago*. Ambato, Ecuador.
- Sainz de Robles, F. C. (03 de diciembre de 2018). *Prevent*. Obtenido de prevent.es/servicios-de-seguridad/proteccion-contra-incendios/proteccion-contra-incendios-para-el-hogar
- Soumya Jyoti , B., Arnab, G., & Dhruvajyoti , P. (2016). *GSM Based Fire Sensor Alarm Using Arduino*. Kolkata, India.
- Springer, A. M. (07 de octubre de 2019). *Cómo configurar tu Raspberry Pi 4 para conseguir el máximo rendimiento*. Obtenido de <https://computerhoy.com/noticias/tecnologia/configurar-raspberry-pi-4-maximo-rendimiento-506075>
- Suárez López, A. B., & Muguerza Jamarillo, J. E. (2018). *Diseño e implementación de un sistema de control de acceso y monitoreo de sensores para data center de la empresa Quifatex. S.A, utilizando hardware libre*. Guayaquil, Ecuador.

X. ANEXOS

Entrevista aplicada a la estación de bomberos Bluefields, RACCS el 12 de mayo del 2020

Cantidad de incendios en la ciudad de Bluefields durante el periodo de enero 2018 a abril 2020 (29 meses).

15 incendios.

¿Se conoce acerca de incendios no reportados en la ciudad, como los clasifica la entidad de los bomberos?

Reportes de posibles escenarios de incendios

Doce casos reportados causados por fugas de gas butano y nueve reportes por corto circuitos, durante las mismas fechas presentado en la lista de incendios.

Tipo de incendio

- Conato o principio de incendio
Es la fase donde el usuario puede controlar el incendio.
- Incendios parciales
Abarca cierta parte de la casa y todavía el incendio es controlable.
- Incendio abierto o de combustión libre
Es la fase donde el incendio es incontrolable y es necesario de otras entidades para su contención.

Los bomberos estación Bluefields abarca en su servicio todas las comunidades aledañas y cercanas a la carretera. (San pancho, Naciones Unidas, Rio blanco, etc.).

¿Cuáles son los principales factores de origen de los incendios?

- Sistema eléctrico y sobrecarga del mismo
- Negligencias como dejar encendida una candela, la cocina encendida, brazas de fogonero en tela, fogón, etc.
- Fugas de gas por cocinas en mal estado o mala colocación de las válvulas en los cilindros de gas.

¿temporada o cuándo ocurren más estos incidentes?

En los meses de noviembre y diciembre, por la sobre carga eléctrica y manejo de pólvora sin supervisión directa a menores de edad.

En cuanto los meses de verano tales como febrero, marzo y abril se dan más los incendios forestales e incendios por quema de basura.

Análisis de las principales causas de incendios en Bluefields.

En primer lugar, encontramos a los corto circuitos como la principal causa de orígenes de incendios en la ciudad de Bluefields, esto puede ocasionarlo por diversos factores, en algunos casos por la incorrecta instalación en las conexiones eléctricas, muchas veces por el ahorro del pago económico a un profesional capacitado, realizamos negligentemente este proceso por nuestras propias manos, obviando las consecuencias catastróficas que puede ocasionar.

Otra conclusión podemos destacar el uso de electrodomésticos en mal estado o con reparaciones improvisadas que realizamos sin experiencia; al frecuentar el uso de estos aparatos no comprendemos su funcionamiento interno, la cual crea una sobrecarga en los circuitos ocasionando el efecto joule o conocido como corto circuito, provocando un posible indicio de quema del artefacto y expandiéndose a la estructura de la vivienda.

Como segunda causa encontramos negligencia que cometen los mismos habitantes del hogar, realizan procesos inadecuados dentro de la estructura de la vivienda que generan accidentalmente incendios por la falta de experiencia y por no tomar las debidas precauciones.

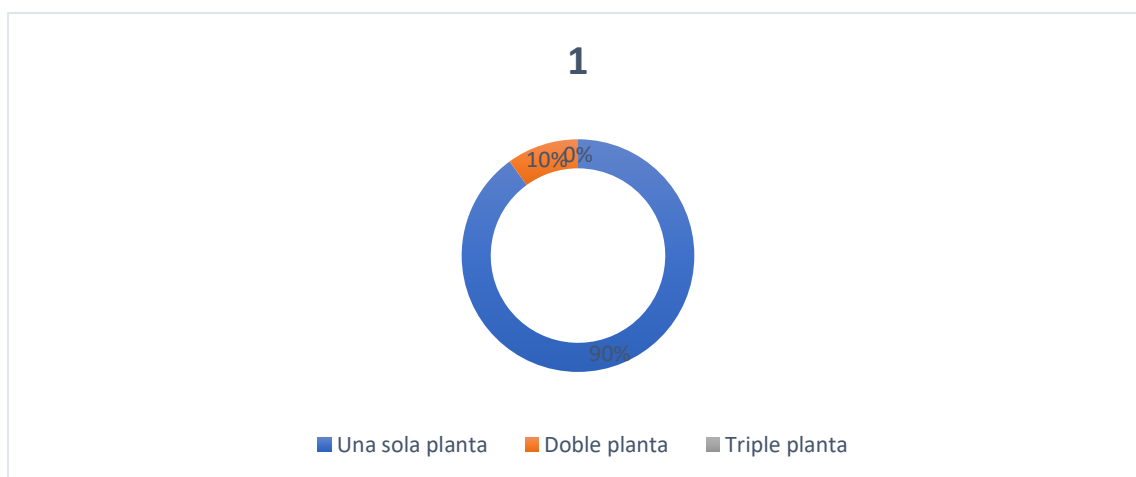
Por ultima causa de incendios encontramos las fuga de gases , muchas veces no nos percatamos que válvula colocada en los cilindros de gas su mecanismo se encuentra dañado, la cual dejan una abertura para la salida del gas al exterior, esto es un peligro latente, ocasionando que se necesite una pequeña combustión para que se genere en instante un incendio, también contribuye las averías de las cocinas, la falta de mantenimiento o el cambio de las misma para el ahorro económico en su compra, contribuyen a la cifra de incendios en esta ciudad.

Finalmente podemos decir que la mayoría de los incendios se pueden evitar teniendo en cuenta las causas que lo originan, sin embargo, los incendios son muy impredecibles y nunca esperamos que ocurran, por ende, esto es lo que hace catastróficos a estos siniestros, nunca estamos preparado a la hora de tal suceso.

Encuesta aplicada a 30 dueños de casa.

¿Cuál es su tipo de vivienda?

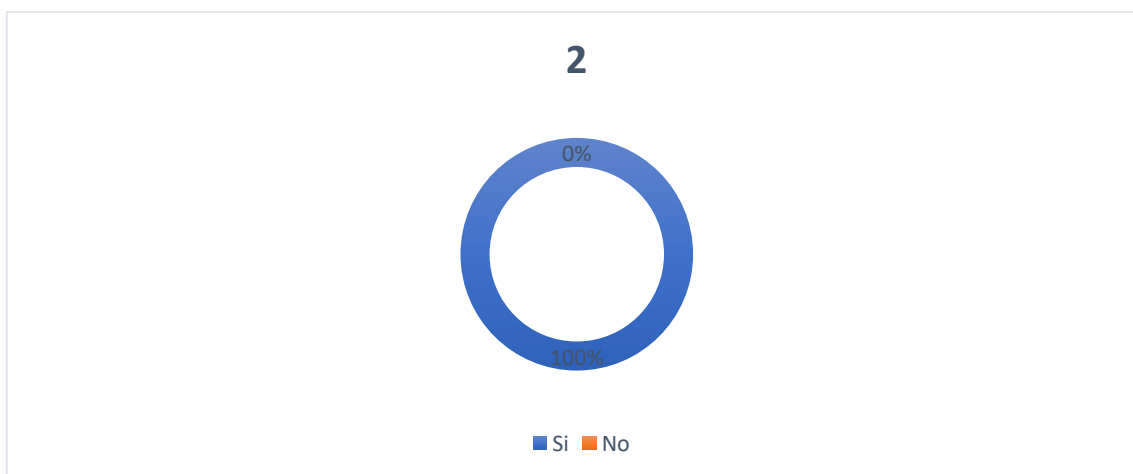
Una sola planta _____ Doble planta _____ Triple planta _____



Graficas 1. Graficas de encuesta 1.

¿Actualmente cuenta con un sistema de seguridad en su vivienda?

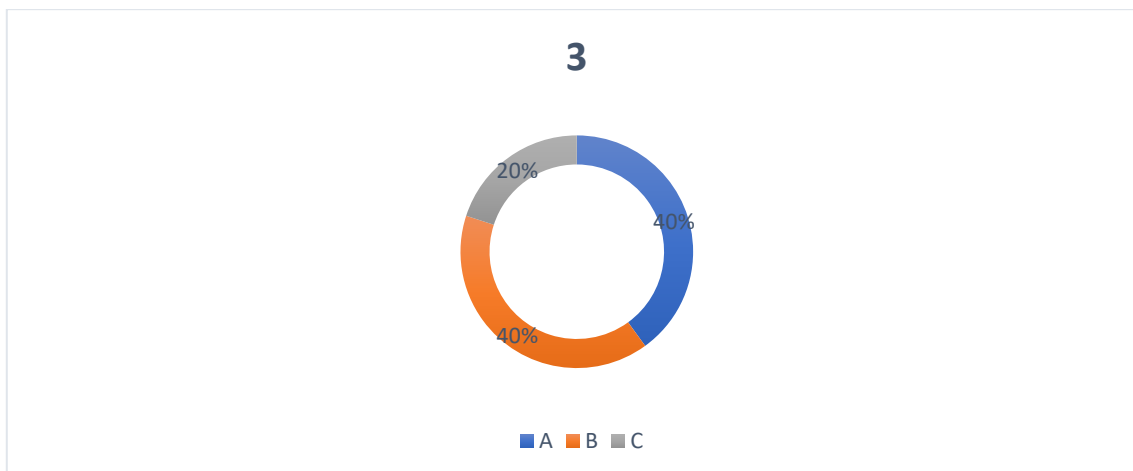
Si _____ No _____



Graficas 2. Graficas de encuesta 2.

¿Cuáles son los rangos de dimensiones de su casa aproximadamente (Unidad de medida en pies)?

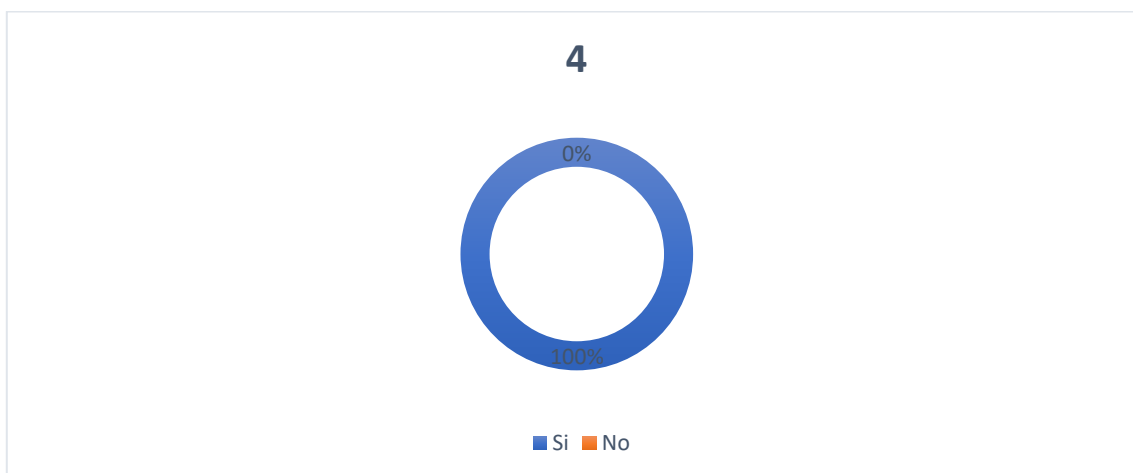
A) 30 largo y 20 ancho _____ B) 40 largo y 30 ancho _____ C) 50 largo y 40 ancho _____



Graficas 3. Grafica de encuesta 3.

¿Tiene el sistema eléctrico funcional?

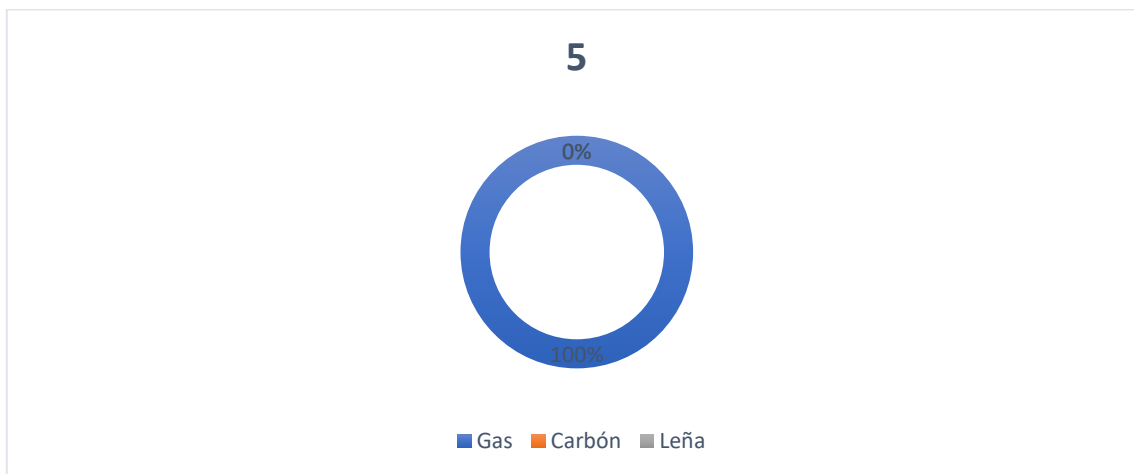
Si _____ No _____



Graficas 4. Grafica de encuesta 4.

¿Cuál es su tipo de cocina?

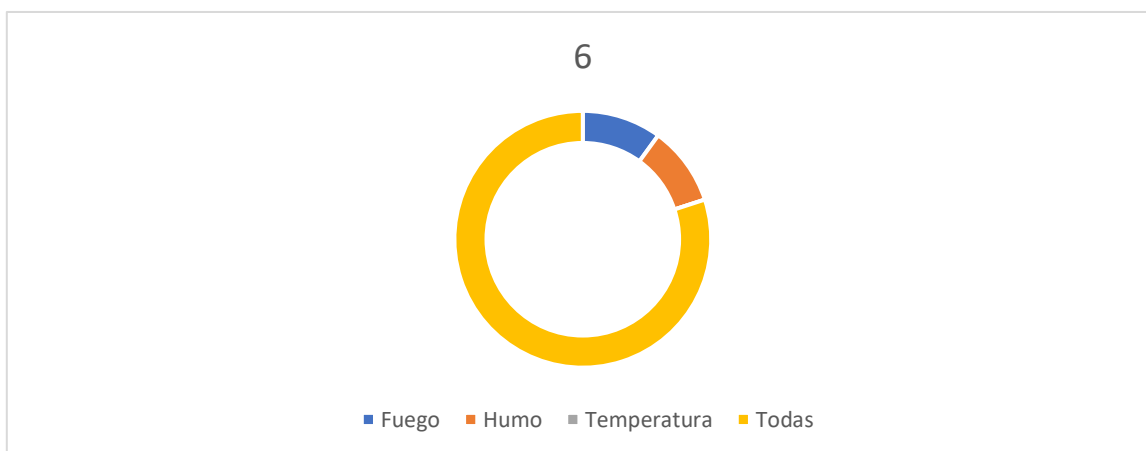
Gas _____ Carbón _____ Leña _____



Graficas 5. Grafica de encuesta 5.

¿Qué factores cree que debería monitorear el sistema para la disminución de incendios?

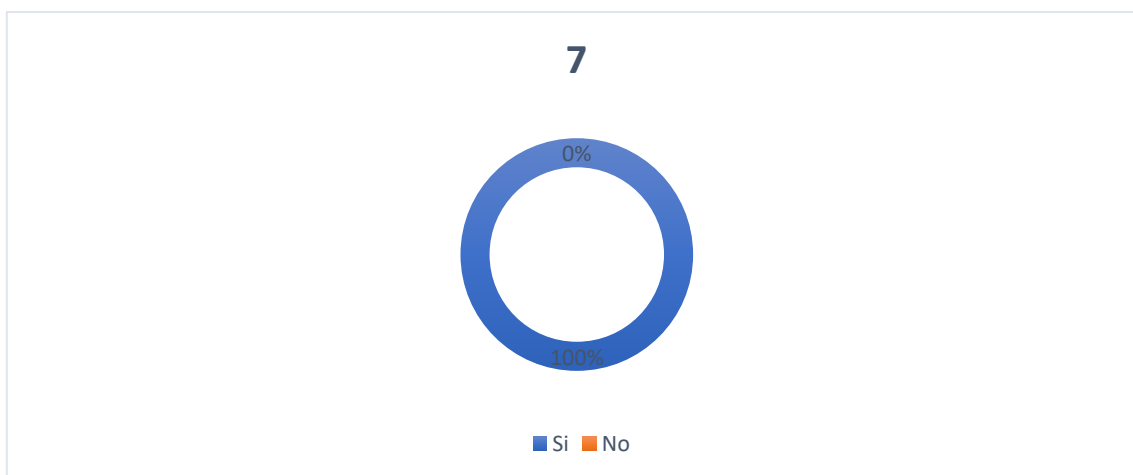
Fuego _____ humo _____ temperatura _____ Todas _____



Graficas 6. Grafica de encuesta 6.

¿Le gustaría que el sistema cuente su aplicación móvil?

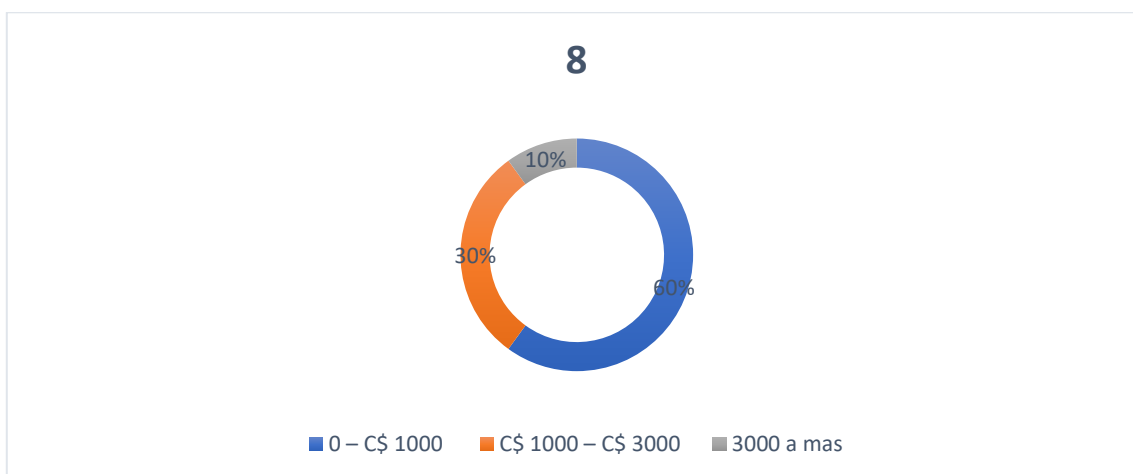
Si _____ No _____



Graficas 7. Grafica de encuesta 7.

¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un sistema de estas características?

C\$ 0 – C\$ 1000 _____ C\$ 1000 – C\$ 3000 _____ C\$ 3000 a mas _____



Graficas 8. Grafica de encuesta 8.

Manual de usuario

Panel principal.

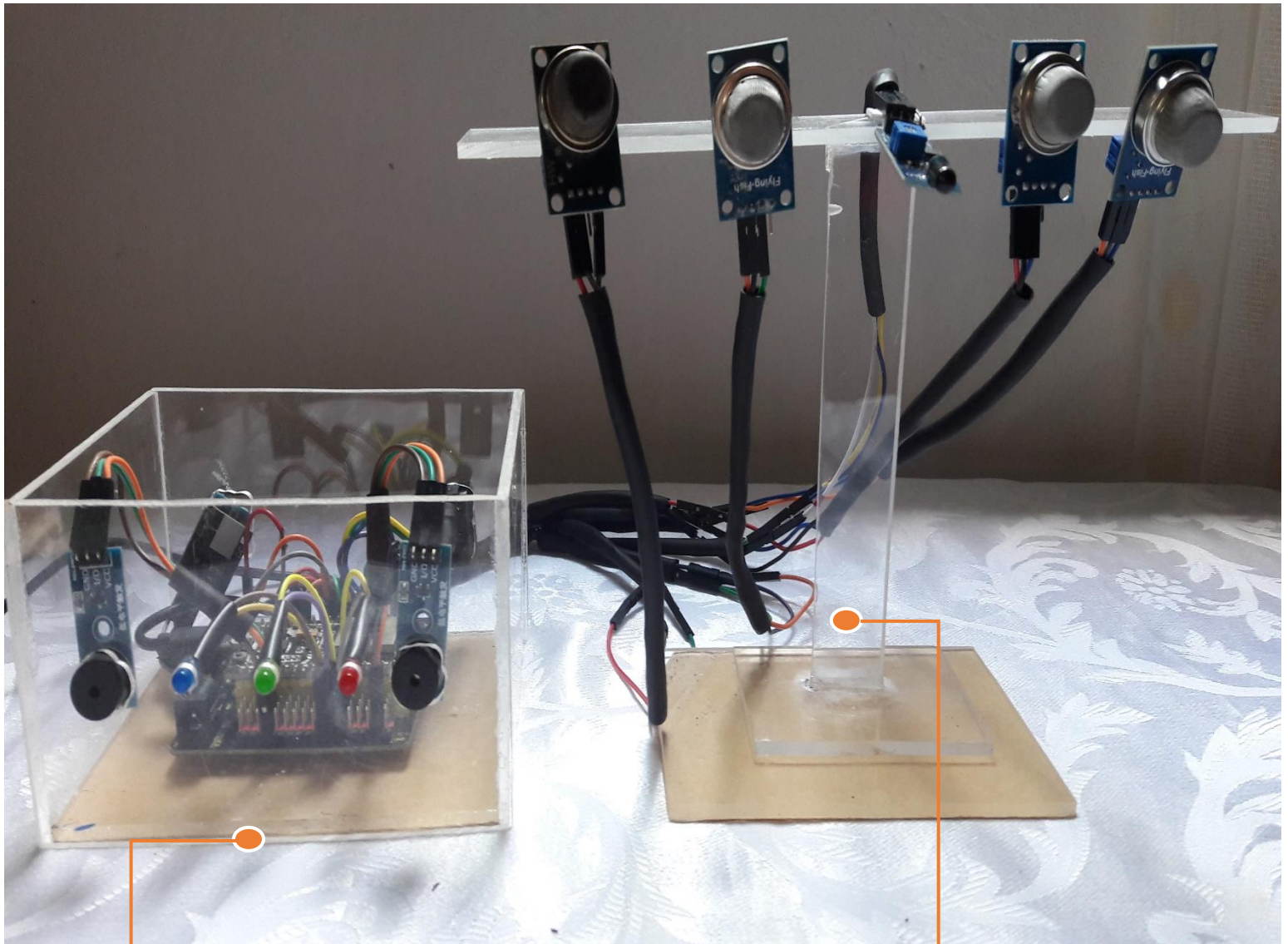


Ilustración 23. Panel principal.

Panel Principal

Sensores de humo
y fuego

Primer paso

Conectar el panel principal del sistema a la corriente eléctrica mediante el cable USB con un adaptador de entre 2,55 y 3,6 voltios con un amperaje que no supere a 20 mA.

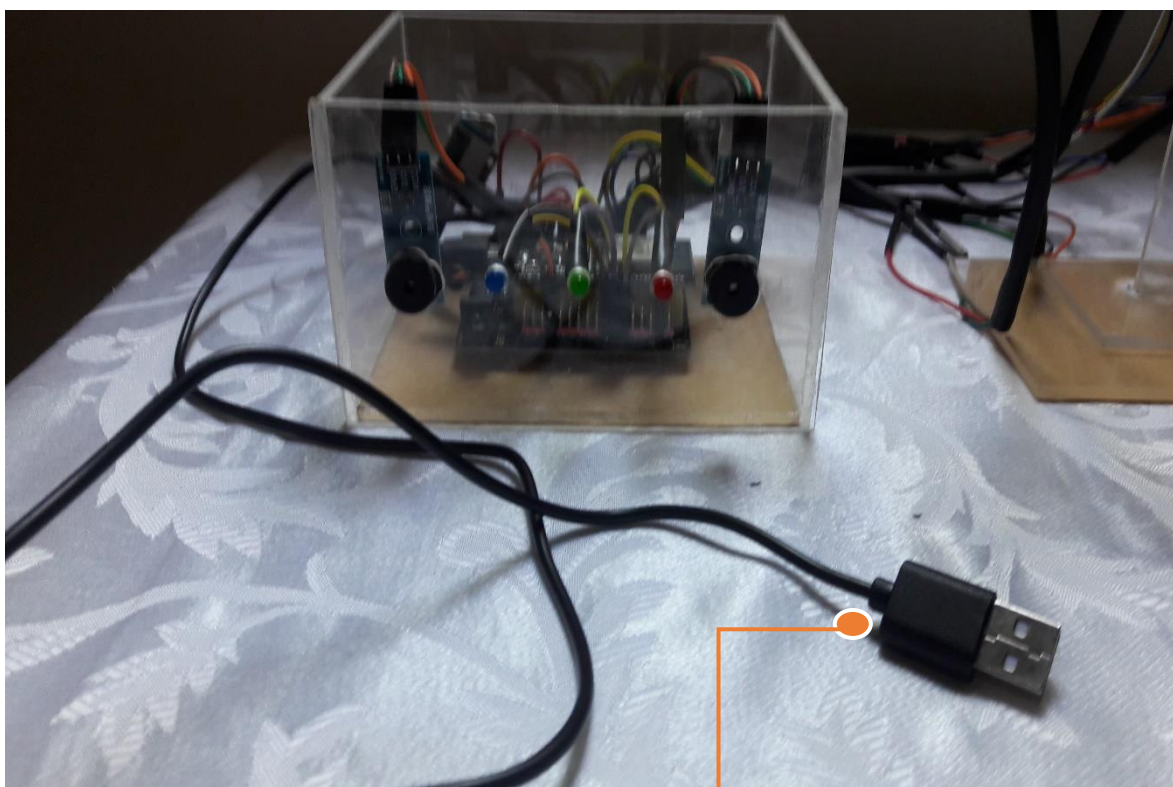


Ilustración 24. Panel principal - Cable de alimentación.

Cable USB del panel del sistema para la alimentación eléctrica.

Una vez conectado el panel, el sistema se comenzará a procesar automáticamente.

Segundo Paso

Realizado correctamente el primer paso, el sistema estaría listo para su uso.

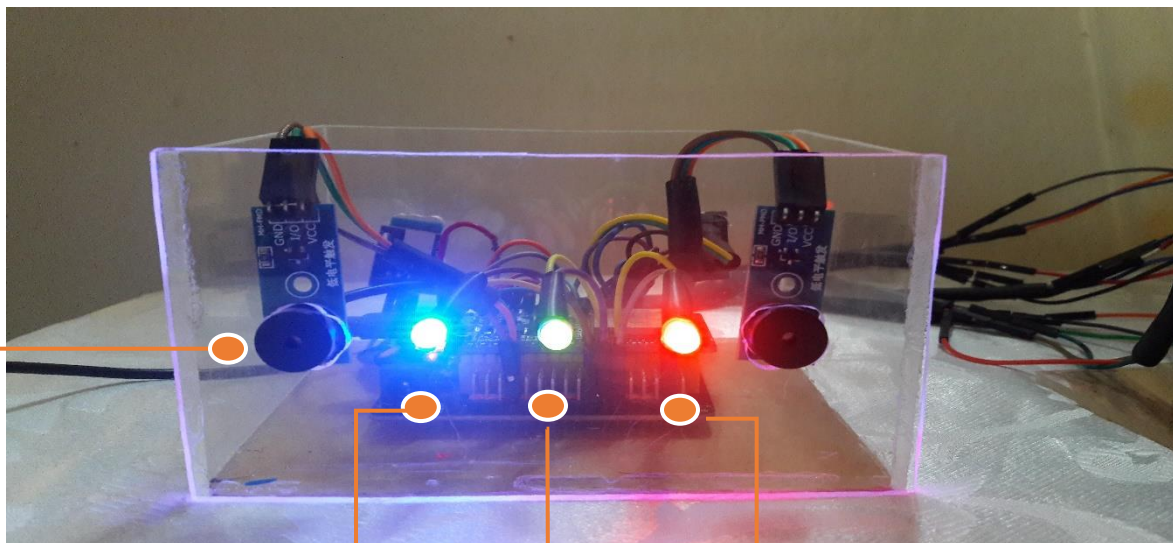


Ilustración 25. Panel principal encendido

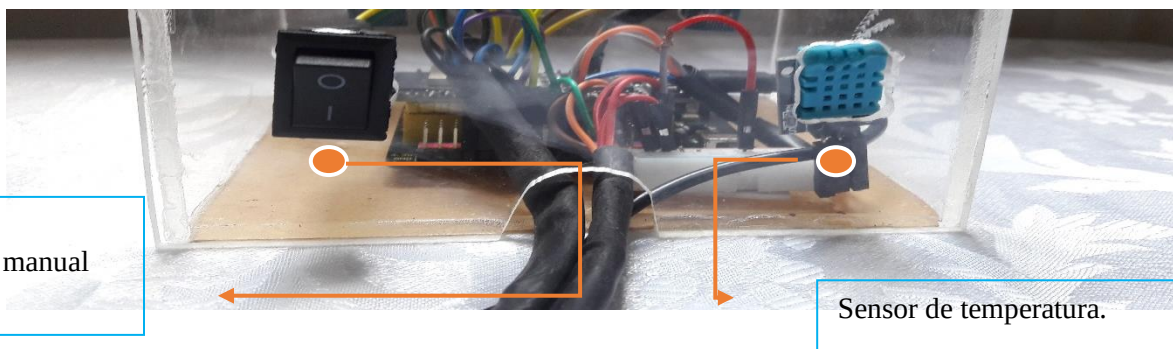
Led color azul, encendido cuando el panel está conectado la a red Wifi.

Led color rojo, no muestra el estado de la alarma (Apagado/Encendida).

Bocinas del sistema, emiten una alarma cuando se encuentran un posible evento de incendios.

Led color verde, representa que el sistema se está ejecutando correctamente.

Parte trasera del panel principal.



Botón para desactivación manual de la alarma.

Sensor de temperatura.

Ilustración 26. Panel principal parte trasera.

Aplicación móvil del sistema.

Primer paso.

- Validar credenciales para la conexión a la base de datos del panel principal.

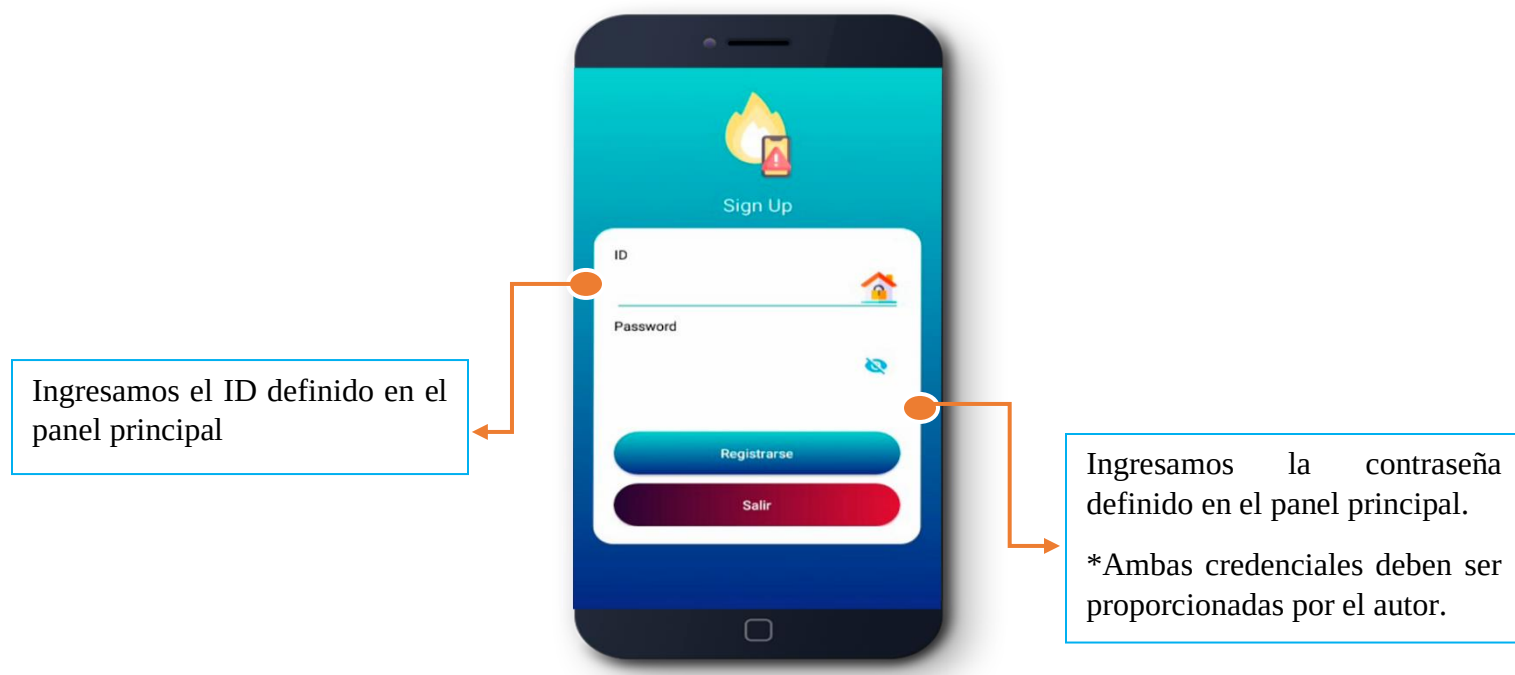


Ilustración 27.Conexión al dispositivo.

Segundo Paso.

Validamos nuestro usuario, el usuario selecciona su método a su criterio.



Ilustración 28. Autenticación de usuarios.

Tercer paso.

Realizado correctamente la autenticación, el usuario podrá acceder al panel principal de la aplicación móvil, donde puede observar los diferentes estados que está monitoreando

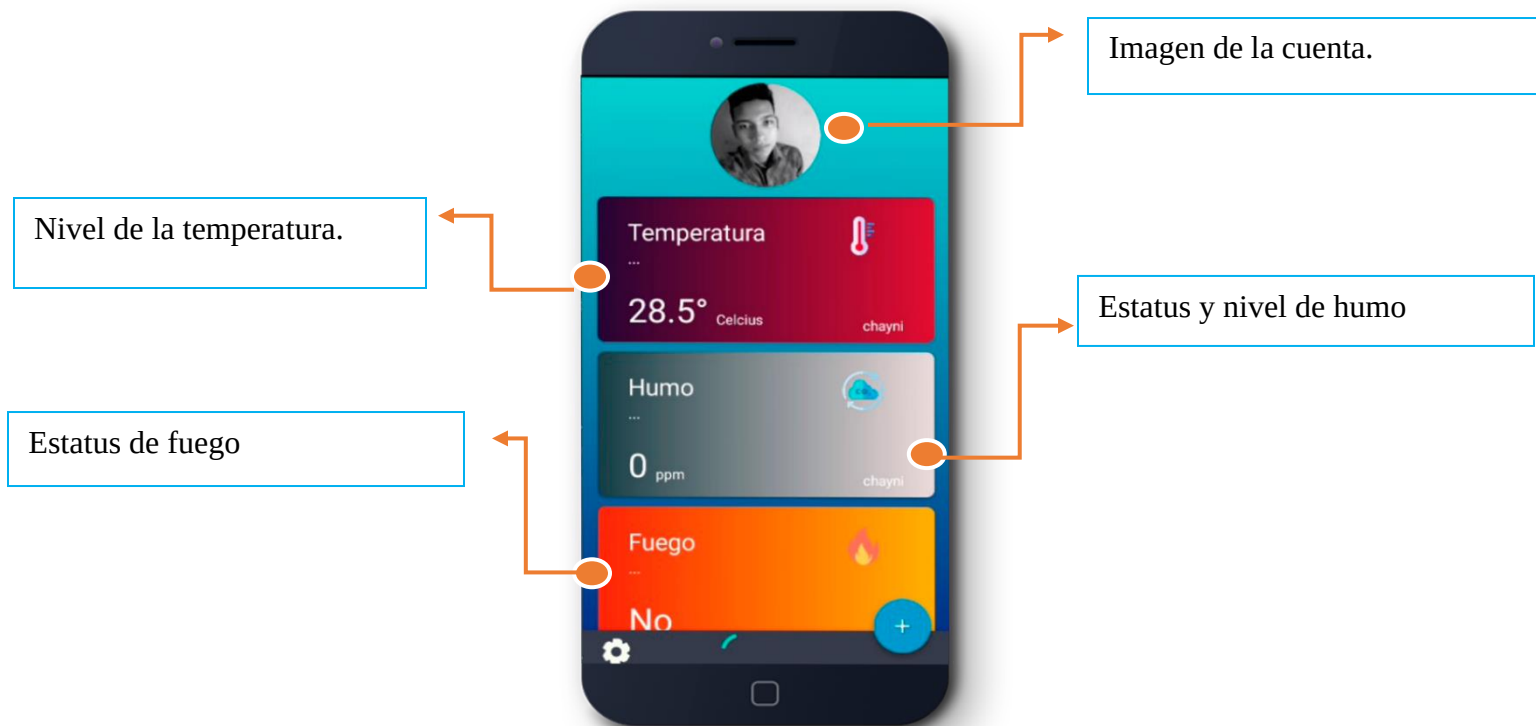


Ilustración 29. Actividad principal.



Ilustración 30. Cierre de sesión.

Ultimo paso.

Definimos las principales configuraciones de la aplicación.



Ilustración 31. Configuraciones de la aplicación.