

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA**

**INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**PROYECTO PARA OPTAR EL GRADO**

**DE BACHILLERATO EN INGENIERÍA  
ELECTRÓNICA**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA  
DE DOMÓTICA EN VIVIENDAS EN COSTA RICA  
CON MONITOREO Y GESTIÓN MEDIANTE  
DISPOSITIVOS MÓVILES, DURANTE EL III  
CUATRIMESTRE DEL 2023.**

**Estudiante:**

**Andrés Fernando Córdoba Serrano**

**Tutor:**

**Eduardo Sanabria Guerrero**

**Septiembre, 2023**

# DECLARACIÓN JURADA

---

## DECLARACIÓN JURADA

Yo Andrés Fernando Córdoba Serrano, mayor de edad, portador de la cédula de Identidad número 900940517 egresado de la carrera de Ingeniería en Electrónica de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de este acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de **BACHILLERATO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA**, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado:

**DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE DOMÓTICA EN VIVIENDAS EN COSTA RICA CON USO DE TELEFONO MOVIL, DURANTE EL**

**III CUATRIMESTRE DEL 2023**, es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6883 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público.

En fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los once días del mes de mayo del año dosmil veinticuatro.\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Firma del estudiante

Cédula: 900940517

ANDRES CORDOBA SERRANO (FIRMA)  
PERSONA FISICA, CPF-09-0094-0517  
Fecha declarada: 11/05/2024 08:14:17 PM  
Esta es una representación gráfica únicamente,  
verifique la validez de la firma.

# CARTA DEL TUTOR



## CARTA DEL TUTOR

San José, 12 de Mayo del 2024

Señores  
Departamento de Registro  
Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

El estudiante Andrés Córdoba Serrano, cédula de identidad número 900940517, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado **"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE DOMÓTICA EN VIVIENDAS EN COSTA RICA CON MONITOREO Y GESTIÓN MEDIANTE DISPOSITIVOS MÓVILES, DURANTE EL III CUATRIMESTRE DEL 2023"**, el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Bachillerato.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

**Tabla 1** Calificación del proyecto

#	Rubro	% Teórico	% Asegurado
a	Original del tema.	10	8
b	Cumplimiento de entrega de avances.	20	17
c	Coherencia entre los objetivos, los instrumentos aplicados y los resultados de la investigación.	30	26
d	Relevancia de las conclusiones y recomendaciones.	20	18
e	Calidad, detalle del marco teórico.	20	17
Total:		100	86

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,

Ing. Eduardo Sanabria Guerrero  
Céd: 108610714  
Tutor

# CARTA DEL LECTOR



## CARTA DEL LECTOR

San José, 14 de julio del 2024

Señores  
Departamento de Servicios Estudiantiles  
Universidad Hispanoamericana

Estimado señor:

El estudiante **Andrés Fernando Córdoba Serrano**, cédula de identidad número **9 0094 0517**, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado **"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE DOMÓTICA EN VIVIENDAS EN COSTA RICA CON MONITOREO Y GESTIÓN MEDIANTE DISPOSITIVOS MÓVILES, DURANTE EL III CUATRIMESTRE DEL 2023"** el cual ha elaborado para obtener su grado de Bachillerato.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y análisis de datos, la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre éstos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública.

Atentamente,

ANDRES  
MAURICIO  
RIVERA FALLAS  
(FIRMA)

Firmado digitalmente  
por ANDRES MAURICIO  
RIVERA FALLAS (FIRMA)  
Fecha: 2024.07.14  
14:01:41 -06'00'

Andrés Rivera Fallas  
Cédula de identidad: 1 1491 0403

# CARTA DEL CENIT

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA  
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)  
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA  
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA  
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION**

San José, 19 de junio de 2024

Señores:  
Universidad Hispanoamericana  
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Andrés Córdoba Serrano con número de identificación 9 0094 0517 autor (a) del trabajo de graduación titulado **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE DOMÓTICA EN VIVIENDAS EN COSTA RICA CON MONITOREO Y GESTIÓN MEDIANTE DISPOSITIVOS MÓVILES, DURANTE EL III CUATRIMESTRE DEL 2023**, presentado y aprobado en el año 2023 como requisito para optar por el título de **BACHILLERATO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA; (SI)** autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,

ANDRES CORDOBA SERRANO (FIRMA)  
PERSONA FISICA, CPF-09-0094-0517.  
Fecha declarada: 19/06/2024 05:42:07 PM  
Esta es una representación gráfica únicamente,  
verifique la validez de la firma.

\_\_\_\_\_  
Firma y Documento de Identidad

## DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

Dedico este proyecto a mi hijo Santiago, a mi Madre y a todas las personas que han convivido conmigo desde que ingrese a la Universidad, personas que ya no recuerdo sus nombres, pero fueron parte de mi vida académica universitaria.

Agradezco profundamente a Ingrid mi compañera, a profesores que me han demostrado que lo mejor que se puede enseñar es su humanismo, al señor director don Luis Bogantes por su apoyo, a los profesores José Luis Medrano y Eduardo Sanabria por no dejarme claudicar. Muchas Gracias.

## TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN JURADA .....	ii
CARTA DEL TUTOR .....	iii
CARTA DEL LECTOR .....	iv
CARTA DEL CENIT .....	v
DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS .....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xi
ÍNDICE DE TABLAS .....	xiv
ABREVIATURAS.....	xv
RESUMEN .....	1
CAPÍTULO I .....	2
PROBLEMA DEL PROYECTO .....	2
1.1 Problema del proyecto .....	2
1.2 Justificación del proyecto .....	3
1.2.1 Justificación del Proyecto .....	3
1.3 Definición del problema.....	4
1.3.1 Diagrama de Ishikawa .....	4
1.4 Objetivos del proyecto.....	6
1.4.1 Objetivo general del proyecto .....	6
1.4.2 Objetivos específicos.....	6
1.5 Alcances y limitaciones .....	8
1.5.1 Alcances .....	8
1.5.2 Limitaciones.....	10
CAPÍTULO II .....	12
MARCO TEÓRICO.....	12

2.1	Antecedentes de procesos en domótica y definición de las variables a investigar.....	13
2.2	Marco Conceptual .....	13
2.2.1	Domótica .....	13
2.2.2	Tipo de viviendas en Costa Rica .....	14
2.2.3	Telefonía móvil .....	14
2.3	Marco Teórico Referencial .....	15
2.3.1	Sensores .....	15
2.3.2	Actuadores .....	22
2.3.3	Firestore.....	23
2.3.4	App Inventor .....	24
2.4	Inmótica .....	27
2.4.1	Protocolo KNX.....	27
2.4.2	Certificación LEED. ....	28
CAPÍTULO III .....		30
MARCO METODOLÓGICO .....		30
3.1	Tipo y enfoque de la investigación .....	31
3.1.1	Tipo de investigación.....	31
3.1.2	Enfoque de la investigación.....	31
3.1.3	Dimensión Temporal .....	32
3.1.4	Método de análisis.....	33
3.1.5	Carácter de la investigación .....	34
3.2	Fuentes de información.....	35
3.2.1	Fuentes Primarias .....	35
3.2.2	Fuentes Secundarias.....	35
3.2.3	Sujetos de Información .....	36

3.3	Técnicas y herramientas de recolección de datos .....	37
3.3.1	Observación .....	37
3.3.2	Entrevista.....	38
3.4	Variables de la investigación.....	38
3.4.1	Definición de variables.....	38
3.5	Diseño de investigación .....	41
CAPÍTULO IV.....		43
DIAGNOSTICO .....		43
4	DIAGNOSTICO.....	44
4.1	Diagnóstico del estado actual de los sistemas domóticos .....	44
4.2	Recolección de datos.....	46
4.2.1	Instrumentos para la recolección de datos .....	47
CAPÍTULO V.....		48
PROPUESTA DEL PROYECTO .....		48
5	PROPUESTA DEL PROYECTO.....	49
5.1	Diseño.....	49
5.1.1	Controladores inalámbricos IoT.....	52
5.1.2	NodeMCU Wemos D1 mini.....	52
5.1.3	ESP 8266-01S.....	53
5.1.4	ESP 32 CAM .....	53
5.1.5	Base de datos FIREBASE .....	54
5.1.6	APP INVENTOR.....	59
5.2	Prototipo.....	62
5.2.1	Hardware .....	62
5.2.2	Software .....	63
5.3	Implementación.....	66

<b>5.3.1</b>	<b>Menú Principal:</b> .....	66
<b>5.3.2</b>	<b>Control de temperatura:</b> .....	67
<b>5.3.3</b>	<b>Control de accesos ó puertas:</b> .....	69
<b>5.3.4</b>	<b>Riego de áreas verdes.....</b>	76
<b>5.3.5</b>	<b>Control de Humo:</b> .....	78
<b>5.3.6</b>	<b>Control de luces:</b> .....	79
<b>5.3.7</b>	<b>Sistema de cámaras:</b> .....	82
<b>5.3.8</b>	<b>Creación de maqueta.</b> .....	85
5.4	Análisis de costos .....	88
CAPÍTULO VI.....		92
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		92
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		93
5.5	CONCLUSIONES. ....	93
5.6	RECOMENDACIONES.....	94
BIBLIOGRAFÍA .....		95
GLOSARIO .....		96
ANEXOS .....		101

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de Ishikawa.....	4
Figura 2 Sensor de temperatura DHT11 .....	16
Figura 3 Sensor MLX90614 .....	17
Figura 4 Diagrama de pines ESP32.....	18
Figura 5 Cámara ESP32CAM .....	19
Figura 6 Sensor PIR y diagrama de pines.....	20
Figura 7 Sensor de gas MQ-2 .....	20
Figura 8 Sensor de gas a base de un material resistivo.....	21
Figura 9 Interruptor de láminas cerrado .....	21
Figura 10 Interruptor de láminas abierto .....	22
Figura 11 Sistema de sensor de cierre magnético .....	22
Figura 12 Esquema de una electroválvula .....	23
Figura 13 Base de datos Firebase .....	24
Figura 14 Designer de App Inventor.....	25
Figura 15 Sección de programación por bloques de App Inventor.....	25
Figura 16 Compilado y descarga mediante QR .....	26
Figura 17 Opción Firebase en App Inventor.....	26
Figura 18 Cronograma del Proyecto .....	42
Figura 19 Crecimiento de dispositivos IoT, en millones .....	44
Figura 20 Crecimiento anual de negocios de casas inteligentes del 2017 al 2022 .....	44
Figura 21 Porcentaje de personas que usaron internet últimos 3 meses CR.....	45
Figura 22 Porcentaje de vivienda con internet en CR .....	45
Figura 23 Porcentaje de personas que uso de móvil en CR .....	45
Figura 24 Diagrama de bloques .....	49
Figura 25 Crear proyecto Firebase.....	54
Figura 26 Formas de autenticación de Firebase .....	55
Figura 27 Proceso de autenticación método correo electrónico.....	55
Figura 28 Proceso de autenticación método correo electrónico.....	55
Figura 29 Autenticación en FIREBASE .....	56
Figura 30 Clave de API web.....	56

Figura 31 Configuración de base de datos en tiempo real .....	57
Figura 32 Configurar base de datos .....	57
Figura 33 URL de referencia. ....	58
Figura 34 Configuración de seguridad en base de datos en tiempo real. ....	58
Figura 35 Configuración de seguridad en base de datos agregar TRUE .....	58
Figura 36 Botones de APP INVENTOR .....	59
Figura 37 Lenguaje de bloques del MENU PRINCIPAL.....	60
Figura 38 Modulo RELOJ.....	60
Figura 39 Temporizador de modulo RELOJ.....	61
Figura 40 Configuración Firebase en APP INVENTOR.....	61
Figura 41 Prototipo del Proyecto .....	62
Figura 42 ESP 01-s Módulo RELAY.....	62
Figura 43 Instalación de driver CH340 .....	64
Figura 44 Modulo Menú Principal.....	66
Figura 45 Instrucciones de modulo Control de Temperatura .....	68
Figura 46 Etiquetas de base de datos FIREBASE y APP INVENTOR.....	68
Figura 47 Etiquetas FAN y Control de Temperatura .....	69
Figura 48 Instrucciones de modulo Control de Puertas.....	71
Figura 49 Etiquetas de base de datos FIREBASE y APP INVENTOR CONTROL DE ACCESOS DE PUERTAS.....	71
Figura 50 Bitácora de eventos con Googlesheet .....	72
Figura 51 Crear un nuevo formulario sección Herramientas de GoogleSheet .....	72
Figura 52 Configuración de bitácora de eventos.....	73
Figura 53 Selección de dirección .....	73
Figura 54 Configuración para ingresar datos de Firebase a Googlesheet .....	74
Figura 55 Creación de bitácora de eventos.....	74
Figura 56 Obtener vinculo para direccionar datos del controlador .....	75
Figura 57 Código de bitácora en APP INVENTOR .....	75
Figura 58 Instrucciones de modulo Control de áreas verdes .....	77
Figura 59 Etiquetas de base de datos FIREBASE y APP INVENTOR para control de ÁREAS VERDES .....	78
Figura 60 Instrucciones de modulo Control de Incendios.....	79

Figura 61 Etiquetas ASPERSOR y Control de Incendios.....	79
Figura 62 Variables de FIREBASE que se utilizan en el controlador .....	81
Figura 63 Comandos del Control de luces .....	81
Figura 64 Etiquetas de base de datos FIREBASE y APP INVENTOR de control de luces.....	82
Figura 65 Programa para manejo de ESP32CAM .....	82
Figura 66 Pantalla desplegada del ejemplo de IDE de Arduino. ....	83
Figura 67 Programa de bloques para sistema de cámara.....	83
Figura 68 Diagrama de diseño en APP INVENTOR .....	84
Figura 69 Imágenes de cámaras del sistema domótico .....	84
Figura 70 Maqueta realizada para demostración .....	85
Figura 71 Sensor de puerta y Cámara .....	85
Figura 72 Sensores de temperatura, de humo y Cámara .....	86
Figura 73 Sensor de acceso de puerta trasera .....	86

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Datos de operativa de sensor DHT11 .....	16
Tabla 2 Característica funcionales de microprocesadores ESP8266, ESP32 y Arduino UNO .....	18
Tabla 3 Sujetos de la información .....	36
Tabla 4 Variables de la investigación .....	40
Tabla 5 Control de funciones para el prototipo.....	47
Tabla 6 Característica funcionales de microprocesadores NodeMCU Wemos D1 mini, Esp8266 01-S y NodeMCU Esp32 .....	52
Tabla 7 Precios de los dispositivos .....	88
Tabla 8 Desglose de mano de obra en el proyecto.....	90

## ABREVIATURAS

API: Application Programming Interface (Interfaz de programación de aplicaciones).

CPU: Central Processing Unit (Unidades Centrales de Procesamiento).

CH<sub>4</sub>: Metano.

CO: Monóxido de carbono.

GB: Gigabyte.

H<sub>2</sub>: Hidrogeno.

HMI: Human Machine Interface (Interfaz hombre máquina)

HTTP: Hypertext Transfer Protocol (Protocolo de transferencia de hipertexto).

I<sup>2</sup>C: Inter Integrated Circuits.

IDE: Integrated Development Environment (Entorno de Desarrollo Interactivo).

IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers (Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica).

INEC: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos

IoT: Internet of things (Internet de las cosas).

IP: Internet Protocol (Protocolo de Internet).

KNX: KONNEX (Nombre de la empresa dueño del estándar KNX).

GLP: Gas licuado del petróleo.

MIT: Massachusetts Institute of Technology (Instituto de Tecnológico de Massachusetts).

MQ-2 Methane/CH<sub>4</sub> Quality Sensor (Sensor de calidad de metano/CH<sub>4</sub>).

MQTT: Message Queuing Telemetry Transport (Transporte de telemetría de colas de mensajes).

PC: Personal Computer (Computadora Personal).

PIR: Piroelectric Infrared Radial (sensor de infrarrojos piroeléctrico).

PPM: Partes por millón.

RAM: Random Access Memory (Memoria de Acceso Aleatorio).

ROM: Read Only Memory (Memoria de Solo Lectura).

SMS: Short Message Service (Sistema de mensajes cortos).

URL: Uniform Resource Locator (Localizador Uniforme de Recursos).

USB: Universal Serial Bus (Bus Universal en Serie).

Wifi: Wireless Fidelity (Fidelidad inalámbrica).

.

## RESUMEN

En este proyecto se ha querido ofrecer como un medio para que personas con deseos de aprender en domótica, es una referencia de como poder desarrollar conocimientos de sistemas de automatización en viviendas, utilizando dispositivos de bajo coste y dando instrucciones fáciles de ejecutar, tratando que el usuario que lea esta tesina se aventure a realizar su propio proyecto. Esta es la finalidad principal de esta investigación, ayudar a interesados en temas de domótica en sus primeros pasos, ser guía en los principales temas como lo son la conexión, programación, elección de los dispositivos ESP 8266 y ESP 32CAM, la configuración de estos elementos con programas como el App Inventor y el Firebase.

El uso del teléfono móvil como elemento activo para visualizar y enviar comandos de control ha sido un elemento de gran importancia debido a que Costa Rica su conectividad a internet es casi total en todo el país y que el número de teléfonos celulares per cápita es de tres a uno aproximadamente, siendo sin duda en un medio muy popular.

Se van a tocar varios temas relacionados con la domótica como el control de luces, uso de cámaras de video, un aspersor para irrigar áreas verdes, control de temperatura y sensor de humo, como también la creación de un temporizador semanal para poder controlar de forma programada las funciones de control de luces y riego de áreas verdes.

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA DEL PROYECTO**

## 1.1 Problema del proyecto

El interés por mejorar el lugar donde se habita, que haga la permanencia de sus ocupantes más confortable y segura, es un fin que se ha buscado en todas las épocas desde el nacimiento de la civilización, ahora con los adelantos modernos en tecnología como la creación del transistor, el microcontrolador, internet entre otras cosas, ha catapultado increíbles avances en la tecnología y muchos de ellos dedicados a las casas, generando productos y servicios en pro del confort, la seguridad y el ahorro energético. La automatización del hogar es un criterio con el nombre de domótica, este concepto abarca las mejoras en la calidad de vida de los ocupantes de viviendas, en confort, seguridad, ahorro energético y de tiempo en tareas rutinarias.

La palabra domótica etimológicamente viene del latín *dumus*: Que significa casa y la terminación “tica” que hace referencia a la palabra automática que viene del griego *autonomus* que significa: Hecho por sí mismo, por lo que la palabra refiere a casa o vivienda automatizada, también en este ambiente se maneja el término *inmótica*, que es una ampliación de la domótica instaurada para grandes áreas donde versa la complejidad debido a su escala donde se amplían las demandas de las muchas cualidades que tiene un sistema automático en edificios ya sea por ejemplo cámaras de seguridad, automatización de puertas, alarmas contra incendios, básicamente podría decirse que es domótica para edificios. Acompañando a este crecimiento de tecnología en la automatización de servicios en el hogar, se ha dado a la vez un gran incremento en la demanda de conocimiento de estos temas, lo que ha repercutido en la creación de contenido en torno a tecnologías, ya sea casas y edificios inteligentes causado por el interés de muchas personas en busca de ampliar su entendimiento en estos temas. Pero con este aumento, la información que muchas veces ha llegado a los usuarios ha sido de baja calidad donde prima la cultura de dar un resultado inmediato que no se enseñe, sin que se demuestre como hacer determinado logro, como en forma de receta, eso hace que cada vez haya más información que no vaya a la raíz de asunto, sino que solo se dedique a mostrar cómo llegar a determinado punto.

En internet se puede encontrar información sobre el tema de domótica fácilmente, pero la información que hay es muy básica y orientada a resultados, por lo que no enseña

conceptos o pasos para aprender de forma veraz como se llegó a determinado resultado o se aplicó determinado dispositivo. Esta complicación llevó a considerar abordar la falta de trabajos que ayuden a personas que quieran aprender temas de domótica aplicando una manera más amigable, explicando claramente las partes más básicas.

## **1.2 Justificación del proyecto**

### **1.2.1 Justificación del Proyecto**

Para este proyecto se debe diseñar o emular un sistema de domótica con su respectiva documentación y maqueta tratando que sea lo más claro posible de manera que pueda verse como manual de procedimientos con ejemplos de por qué no se eligió un dispositivo o topología en lugar de otra. Está dirigida a personas interesadas en el tema de automatización de viviendas, para que se ayuden en el mundo de la domótica de una forma clara, porque muchas veces la información que se encuentra es repetitiva o básica, sin entrar en mucha profundidad abordando de una manera muy atada a resultados y o cortoplacista, sin exponer los criterios técnicos suficientes para entender por qué se derivó un procedimiento y otro no.

En Costa Rica, aunque existe un gran interés y consumo de artículos IoT que se venden en muchos comercios y electrónicas, no se encuentra información o estadísticas con relación a la domótica e inmótica, no obstante, sí hay varias empresas que se dedican a brindar servicios en domótica en el país, no tanto en el ambiente de inmótica como, por ejemplo: Empresas como Domótica Costa Rica, Breaking Technology, Tecnodomocr son referentes en Costa Rica en temas de automatización de viviendas.

Capacitarse en temas de domótica es una excelente idea para emprender en un mercado que está dominado por artículos IoT y no por un sistema que agrupe este gran número de dispositivos que trabajan de forma aislada, por eso el aprendizaje de la automatización de viviendas es una prometedora puerta para aplicar en negocios o en su propio hogar.

## 1.3 Definición del problema

### 1.3.1 Diagrama de Ishikawa

A continuación, mediante un diagrama de Ishikawa se demostrará cuáles son los hechos que llevaron a determinar la definición del problema.

Figura 1 Diagrama de Ishikawa



Fuente: Creación propia

En el anterior diagrama se muestran 3 puntos que se consideran los temas que envuelven la problemática de la enseñanza en materia relacionada con la domótica.

**Personal:** La mayoría de las personas que se dedican a enseñar este tema no son docentes o personas con conocimiento en comunicaciones, sino solamente individuos que adquieran un tipo de educación técnica, y aunque su buena intención de divulgar

olvida procesos de enseñanza que faciliten a las personas interesadas a aprender. El tipo de enseñanza preferido es por medio del video que es un excelente medio de aprendizaje, pero que impera el tipo de enseñanza rápida con resultados inmediatos de filosofía cortoplacista que no profundiza mucho porque un video largo donde se pueda ampliar la información para detallar elementos para entender un punto, no se ve mucho debido a que pierde interés por que muchas veces los interesados solo buscan solucionar o enterarse rápidamente de un punto no de todo un desarrollo, en cambio, uno corto con título llamativos con poca información enfocado a un hecho da mayores resultados.

Información: En el tipo de información se encuentra dos polos: Una la información veraz pero que se comercializa y su precio es alto de calidad, por lo tanto, se vende y la otra la información que circula por internet donde en su mayoría su contenido no es claro, no explica pasos dejando a interesado con más dudas que conocimientos. En resumen, está mal elaborada orientada resultados con el fin de ganar visitas.

Recursos: Los dispositivos electrónicos que se utilizan en domótica tienen un precio elevado y la vez se ocupan muchos. No tienen compatibilidad de marcas tienen características diferentes dando a entender que no está estandarizado entre las diferentes marcas. Si en una vivienda hay dispositivos de varias marcas, con sus respectivos softwares para operarlos por celular, el usuario tendrá un número de aplicaciones dependiendo de cuantas marcas de aparatos tenga, entonces para el uso de dispositivos el número de aplicaciones está relacionada al número de las diferentes marcas de cada dispositivo complicando su operación.

Ese punto anterior a causado que el dueño de vivienda se “case” con una marca para preferir simplicidad en el uso, ósea que solo tenga una sola marca de dispositivos, generando problemas que, si esa marca desaparece o es adsorbida por otra y si esta compañía descontinua un modelo o toda una línea de producción, generaría perdidas al usuario a la hora de reemplazar los equipos, sistemas o dispositivos.

Bajo los antecedentes y conceptos anteriormente se plantea la pregunta que plasma el norte a seguir para un fin exitoso del siguiente trabajo. Esta pregunta es:

¿Cómo se puede realizar el diseño, implementación y documentación de un proyecto de domótica dirigida a la creación de casas de habitación inteligentes en Costa Rica, durante el periodo de septiembre de 2023 a marzo de 2024?

## 1.4 Objetivos del proyecto

### 1.4.1 Objetivo general del proyecto

Los objetivos, en general, son aspiraciones deseables que se espera alcanzar en un período determinado. En un proyecto de investigación, cuantitativa o cualitativa, los objetivos son los resultados que se espera alcanzar. (Ñaupas, Mejía, Novoa, & Villagomez, 2014)

Ante lo anteriormente mencionado concluye al punto de tener el criterio claro para definir el objetivo general el cual es:

Diseñar, implementar y documentar un sistema de domótica para crear casas de habitación inteligentes en Costa Rica utilizando componentes electrónicos y sistemas de control a través de una app como medio de control en el teléfono móvil.

### 1.4.2 Objetivos específicos.

1. Determinar los requerimientos esenciales para establecer un sistema domótico en una casa de habitación, tales como distribución física, accesibilidad de servicios o tipo de tecnologías a usarse.

2. Implementar un sistema de iluminación utilizando como medio de control el teléfono móvil que podrá encender o apagar las luces en forma directa (manual) y del modo automático que activará la iluminación al detectar un movimiento y se apagará con una cuenta de espera, al igual, habrá una programación de temporización para que determinadas luces este prendidas en horas determinadas del día y la noche.

3. Implementar un sistema detector de gases que genere una advertencia del celular por medio de un correo y simultáneamente se activa un sistema para repeler el fuego si detecta humo en una cantidad considerable.
4. Confeccionar un sistema de riego para cuidar áreas verdes donde con un sistema automatizado, se programa un horario de riego de las plantas y también se cuenta con la opción de activar de forma manual desde el celular.
5. Implementar un sistema que identifique si las entradas principales o puertas se encuentran abiertas o cerradas en la que se pueda registrar en una bitácora el estado de los ingresos y su historial.
6. Construir con sistema que regule la temperatura activando o desactivando un ventilador, una vez la habitación llegue a la temperatura deseada.
7. Implementar el control de cámaras de video utilizando el dispositivo ESP32CAM el cual será el que se utilice para poder monitorizar, tomar fotos y enviarlos al correo cuando se presente un evento importante.
8. Crear una bitácora para visualizar la información de los eventos que se han generado en el transcurso de los diversos procesos ejecutados, también se almacenarán en la base de datos Firebase, desplegándose una tabla con la información más importante de cada una de las funciones que tiene a su control el sistema domótico, mostrando fecha y la hora.
9. Crear una app para celular y Tablet con HMI por medio del programa app para teléfono móvil con App Inventor, con la se puede manejar los diferentes dispositivos y actuadores que contralan la casa donde adicionalmente desde la app se podrá ver los datos específicos de cada accionamiento de los dispositivos y visualizar las partes de la casa donde se instalen cámaras.
10. Creación de una maqueta a escala para demostración de los diferentes servicios que brinda el sistema domótico, donde se instalará los dispositivos y se recreará el funcionamiento general de todo el sistema.

## 1.5 Alcances y limitaciones

### 1.5.1 Alcances

Antes de entrar en material se dará un breve tema teórico sobre los alcances:

“el alcance del estudio depende la estrategia de investigación. Así, el diseño, los procedimientos y otros componentes del proceso serán distintos en estudios con alcance exploratorio, descriptivo, correlacional o explicativo” (Hernández et al., 2014)

El alcance central del proyecto es proveer al lector de la tesina conocimientos para poder realizar sin complicaciones de las herramientas necesarias para plantearse elaborar un sistema de domótica.

A continuación se describe los alcances de este proyecto:

- Se quiere implementar una app por medio del programa App Inventor donde esta aplicación se instalará en un celular o tableta. Con este programa se tiene una HMI en el celular se puede manejar los sistemas domóticos que contralan las funciones de la casa, también desde la app se podrá ver los datos específicos de cada accionamiento de los dispositivos y visualizar las partes de la casa donde se instalen cámaras.
- Presentar un sistema de iluminación gobernado por un microcontrolador con wifi, llamado ESP8266, este dispositivo está integrado en un módulo con un relé para poder encender y apagar las luces de las diferentes partes de una casa. Se programa con lenguaje IDE. Mismo que utiliza los dispositivos Arduino por lo que es compatible con él, en la que se instaura una rutina para encender y apagar las luces y a la vez la opción de manipularse de forma manual. También se dispondrá del sensor PIR que detecta el movimiento con lo cual se economiza energía eléctrica en zonas que no se necesitan que estén siempre la luz encendida.
- Se pretende integrar un sistema utilizando el sensor MQ-2 ubicado en las diversas piezas de la vivienda, el sensor envía los datos al ESP8266 y este hacia la base de datos Firebase. Si se activa una alarma debido a la advertencia del detector de

gases se envía un mensaje de urgencia al correo del usuario del sistema domótico.

- Implementación de un sistema de riego utilizando como actuador la llave magnética gobernado por el microcontrolador ESP8266 en el módulo relé que a la vez es controlado por medio del celular mediante la app App Inventor. Donde manejaría dos funciones, la automatizada y la manual. En la función automatizada se utiliza un programa que establece el día y la hora para irrigar las plantas. También podría operar prendiendo y apagando el aspersor de manera manual.
- Crear un sistema que identifique si las entradas principales o puertas se encuentran abiertas o cerradas con un sistema de registro de este.
- Sistema que sea capaz de censar la temperatura por medio del dispositivo DHT11, el cual envía los datos al microcontrolador ESP8266 con módulos de relé el cual contiene en su programación un rango de valores para temperaturas específicas, el sistema censa, si en la pieza de la casa llega al límite de calor permitido, procederá a accionarse un sistema con un ventilador, una vez la habitación llegue a la temperatura deseada el ventilador se desactivará. Pero también está la opción de operar de manera manual desde el celular mediante la aplicación App Inventor.
- Sistema de cámaras de video utilizando el dispositivo ESP32CAM, este es la combinación del ESP32 con una cámara Web y con App Inventor para controlar por medio del móvil. Este se utilizará para poder monitorizar, tomar fotos y enviarlos al correo cuando se presente un evento importante.
- Crear una bitácora para visualizar la información de los eventos que se han generado en el tiempo y almacenado en la base de datos Firebase, desplegándose una tabla con la información más importante de cada una de las funciones que tiene a su control el sistema domótico, mostrando fecha y la hora.
- Demostrar en forma práctica la aplicación y desempeño del sistema domótico y de los diversos dispositivos a controlar. Por medio de la creación de una maqueta a escala 1:15, donde se instalará los dispositivos y se recreará el funcionamiento general de todo el sistema.

### 1.5.2 Limitaciones

- Este proyecto se basa en un sistema domótico donde se ha querido buscar la forma de aplicar los conceptos a algo más grande como edificios, pero se encontrado varios inconvenientes respecto a ello, debido a la naturaleza propia de un sistema inmótico por que este tipo maneja una arquitectura más dada a protocolos alámbricos tipo KNX que es un protocolo europeo que es muy utilizado debido a su confiabilidad en la automatización de grandes áreas como edificios y urbanizaciones y debido a que el proyecto se presenta como una alternativa barata y enfocada en las viviendas no es posible mezclar ambos criterios.
- Se acota que utilizando un sistema no centralizado es más sencillo y práctico que otro con un servidor central, porque si esta falla, el sistema deja de servir. En cambio, utilizando una aplicación como App Inventor que está operando en cada celular, se tiene acceso a las funciones de la vivienda.
- En lo que respecta a la seguridad de este sistema se debería mejorar con passwords y encriptación, pero como se trata de una representación donde lo que se pretende es enseñar sobre cómo llegar a consolidar un proyecto de domótica este paso queda más allá de lo planificado.
- El costo monetario de comprar o probar varios elementos se marca como limitante por que al ser una investigación propia se cuenta con un presupuesto cerrado. También se debe de contar con software en modalidad estudiante para no incurrir en gastos así que todo el proyecto se utiliza programas que no se pagan o cobra suscripción como en el caso de la base de datos Firebase que tiene un tope de 1Gb de almacenamiento de información por lo que si se desea comercializar se debe adquirir un plan de datos.
- Falta de estándares universales: A pesar de los avances, todavía no existe un estándar universal para la domótica, lo que puede dificultar interacciones entre dispositivos.
- Adaptación a los usuarios: Los sistemas de domótica deben ser configurados y personalizados para satisfacer las necesidades y preferencias de los usuarios, lo que puede llevar tiempo y esfuerzo.

- En este proyecto no se va a tratar con dispositivos que distribuyen energía eléctrica debido a que su implementación sobrepasa el tiempo, costos y complejidad en su ejecución.
- No se tocará la domotización de los aires acondicionados por ser igualmente complicados en su programación, se ampliará más a fondo en la sección de recomendaciones sobre estos dos puntos, pues se considera claves para el ahorro energético en la domótica e inmótica.

**CAPÍTULO II**  
**MARCO TEÓRICO.**

## **2.1 Antecedentes de procesos en domótica y definición de las variables a investigar**

Este capítulo describe los conceptos, característica e información de los dispositivos tecnológicos que serán integrados para lograr la automatización de viviendas.

## **2.2 Marco Conceptual**

En el tratamiento del problema se identifican tres variables las cuales son: Domótica, viviendas en Costa Rica y App de telefonía móvil de las cuales se vienen reiterando desde el título, objetivo general, definición del problema, justificación del problema.

Como antesala a la explicación de los diferentes componentes para realizar este proyecto que darán un sustento teórico a este trabajo se necesita definir estas variables que identificamos.

### **2.2.1 Domótica**

Ya se ha comentado en la introducción de este trabajo sobre la etimología de la palabra domótica viene del latín domus palabra que significa casa y la terminación griega tica que significa “que funciona por si sola”. Así como ya se había comentado el termino domótica viene a significar automatización de una vivienda.

La historia de la domótica empezó en la década de los 60 con un ingeniero en aeronáutica. Según se tiene conocimiento el primer inventor de un dispositivo hecho para la comodidad del hogar fue el ing. Joel Spira quien en 1967 inventó el primer atenuador de luz a partir de un tiristor (Barneto, 2023).

### 2.2.2 Tipo de viviendas en Costa Rica

Según la RAE una vivienda es: “lugar cerrado y cubierto construido para ser habitado por personas.”

No es difícil identificar un concepto así de sencillo como vivienda, pero por fines meramente académicos se busca la definición de la variable a evaluar, aunque el término para muchos es más que obvio.

Para el fin de este proyecto, se va a trabajar en Costa Rica se debe de poner en contexto como es un hogar o vivienda en dicho país.

En promedio se estima que una vivienda de 3 ó 4 personas mide alrededor de 100 a 150 metros cuadrados, tiene dos entradas una principal y otra hacia un patio o área verde, cuenta en promedio de 2 a 3 dormitorios entre 9 a 12 metros cuadrados. Con lo relacionado a electrodomésticos cuenta con una cocina, un baño, televisores probablemente en todas las habitaciones, conexión Wi-Fi, cámaras de seguridad administradas por el App de la marca del producto, aire acondicionado y demás artefactos donde generalmente están controlados mediante una app utilizando en el teléfono móvil.

### 2.2.3 Telefonía móvil

La mayoría de las personas utiliza un celular en Costa Rica según la superintendencia de Telecomunicaciones (SUTEL) en Costa Rica. A nivel nacional hay alrededor de 8 millones de líneas de celulares, la población en Costa Rica es de 5 millones lo que da un promedio de más de 1.6 celulares por habitante. (Alemán, Arias, Calderón, & Carballo, 2016).

Como lo demuestra los anteriores datos, el nivel de integración del teléfono móvil con el ciudadano, hace pensar que utilizar este medio como herramienta para el sistema domótico es un punto acertado.

Según lo demostrado con estas estadísticas se logra establecer que en promedio Costa Rica tiene viviendas de 100 a 150 metros cuadrados con una media de 4 personas por casa, en el que las necesidades domóticas y de confort son generalmente cámaras de seguridad, aire acondicionado, ahorro energético en la iluminación y que el teléfono móvil es un medio muy popular en los miembros del hogar, por lo que el utilizar una app en el móvil para funciones domóticas será factible.

## **2.3 Marco Teórico Referencial**

La idea de esta sección es conectar al lector con las ideas más relevantes que respaldan la elección tomada para llegar a explicar con el conocimiento existente. Es por lo que ahora se comentará brevemente los diferentes componentes que tiene este trabajo dividiéndose en sensores, actuadores y microcontroladores.

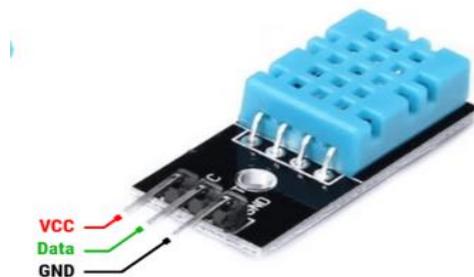
### **2.3.1 Sensores**

De los sensores en el trabajo, se cuentan los dispositivos tales como sensores de temperatura, las cámaras de seguridad, sensor de movimiento y sensor de gas.

#### **2.3.1.1 Sensor de temperatura DHT11**

El sensor de temperatura DHT11 es uno de los más utilizados junto con el DHT22 que es de la misma familia solo que es un poco más caro, pero tiene mayor rango de operatividad, en el proyecto se utilizará el DHT11 debido a que no se necesita un rango de exactitud muy alta y además que por el precio es más asequible.

**Figura 2 Sensor de temperatura DHT11**



Fuente: <https://www.circuitgeeks.com/arduino-dht11-and-dht22-sensor-tutorial/>

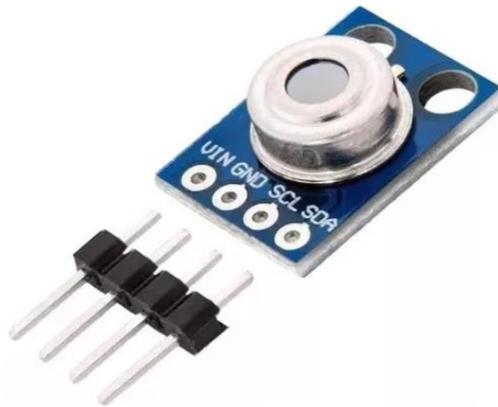
En la siguiente tabla se detallan las principales características del dispositivo.

**Tabla 1 Datos de operativa de sensor DHT11**

Voltaje de operación	3.5 V a 5.5 V
Corriente de operación	0.3 mA
Corriente de descanso	60uA
Salida	Datos en serie
Rango de temperaturas	0°C a 50°C
Rango de humedad	20% a 90%
Resolución	Temperatura y Humedad ambos están en 16 bit
Exactitud	±1°C y ±1%

Fuente: <https://www.alldatasheet.com/>

Además de los sensores de la familia DHTXX existen otros tipos de sensores como el sensor infrarrojo MLX90614 el cual tiene también más sensibilidad y mayor rango de temperaturas, pero como se ha comentado el precio versus beneficios tienden la balanza de la elección del DHT11.

**Figura 3 Sensor MLX90614**

Fuente: <https://techatronic.com/arduino-with-mlx90614-ir-temperature-sensor-and-lcd-display/>

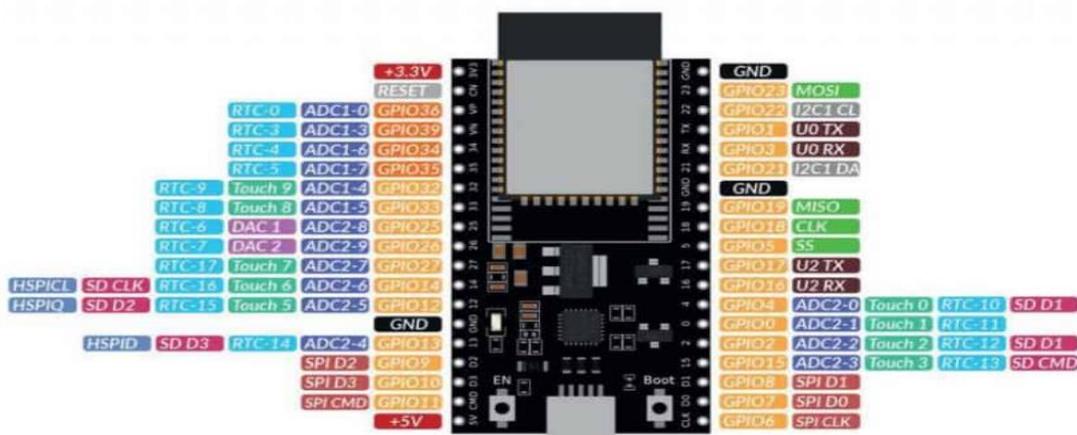
### 2.3.1.2 Cámara ESP32CAM

La cámara ESP32CAM son dos componentes en uno: el microcontrolador ESP32 y su cámara OV7670 con una resolución de 640 x 480 que tiene como principales funciones

- Toma de fotos.
- Streaming de video.
- Reconocimiento facial.
- Detector de movimiento.

El microcontrolador ESP32 es un controlador más potente de los ESP8266 porque por el tipo de funcionamiento de una cámara ocupa un nivel de procesamiento mayor del que ofrece el ESP01. En la siguiente figura se muestran la distribución de pines del microcontrolador ESP32:

Figura 4 Diagrama de pines ESP32



Fuente: <https://pasionelectronica.com/esp32-caracteristicas-y-pines/>

En la siguiente tabla se muestra las principales características del ESP32.

**Tabla 2 Característica funcionales de microprocesadores ESP8266, ESP32 y Arduino UNO**

	NodeMCU Esp8266	Arduino UNO R3	NodeMCU Esp32
Microcontrolador	ESP8266	ATmega328p	ESP32
Tensión de funcionamiento	3,3V	5V	3.3V
Pines de E/S digitales	9	12	36
Pines de E/S digitales con PWM	9	6	36
Pines de entrada analógica	1	6	15
SPI/I2C/I2S/UART	2/1/2/2	1/1/1/1	4/2/2/2
Memoria flash	4 MB	32 KB	4 MB
SRAM	64 KB	2 KB	520 KB
Velocidad de reloj	80 MHz	16 MHz	80 MHz / 160 MHz
WIFI	Sí	no	Sí
Bluetooth	No	no	Sí
Sensor táctil	No	no	10

Fuente: Creación propia.

Las características necesarias por números de pines y capacidad para operar la cámara OV7670 se contraponen en la tabla 2 el microcontrolador ESP32 es el que puede administrar esta cámara.

**Figura 5 Cámara ESP32CAM**



Fuente: <https://kuriosity.sg/products/wifi-bluetooth-module-esp32-cam-with-programmer>

### 2.3.1.3 Sensor de movimiento PIR

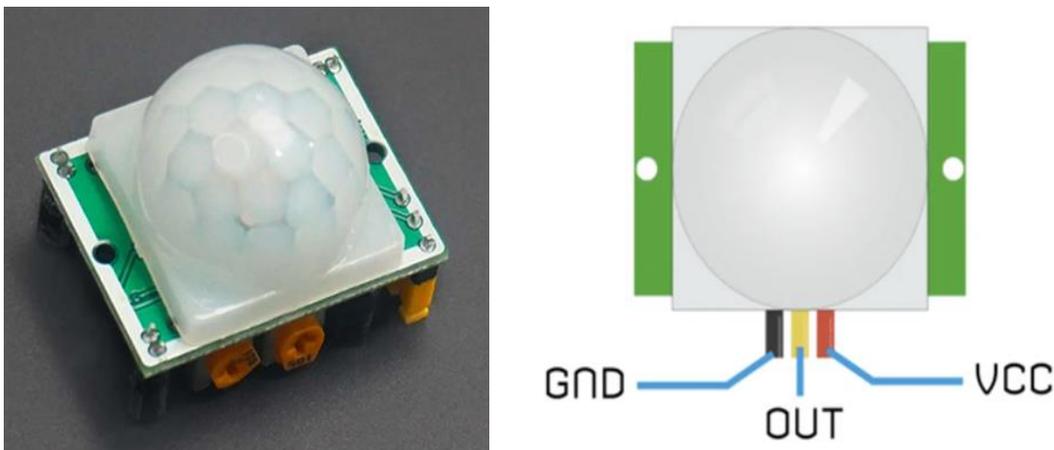
Un sensor PIR está compuesto principalmente por un componente (sensor piroeléctrico) que se encarga de detectar variaciones en las radiaciones infrarrojas que recibe y las procesa como una señal eléctrica.

Y ¿qué es un PIR?

Una definición es:

Un sensor piroeléctrico es un dispositivo que registra cambios en los niveles de radiación infrarroja de objetos emitidos a su alrededor. Hecho de un material cristalino que genera una carga eléctrica en su superficie, esta carga es detectada por un dispositivo FET (transistor de efecto de campo) ubicado en el sensor. El rango de detección de radiación infrarroja va entre  $5\ \mu\text{m}$  a  $14\ \mu\text{m}$  en el cual se ubica la radiación promedio del cuerpo humano a  $36\ \text{grados centígrados}$ . (Catucumbamba & Quinga, 2010)

**Figura 6 Sensor PIR y diagrama de pines**



Fuente: <https://www.wemakeiot.com/role-passive-infrared-pir-sensor-iot/>

En la figura 6 se muestra un sensor PIR y se señala los pines del dispositivo.

#### 2.3.1.4 Sensor de gas

Los sensores de gas están diseñados para medir la concentración de gases en el medio ambiente. El sensor de gas MQ-2 es adecuado para detectar H<sub>2</sub>, GLP, CH<sub>4</sub>, CO, alcohol, humo o propano. Debido a su alta sensibilidad y rápido tiempo de respuesta, la medición se puede realizar lo antes posible. En la Figura 7 se muestra un sensor MQ-2 de 4 pines: Voltaje, tierra, salidas analógica y digital.

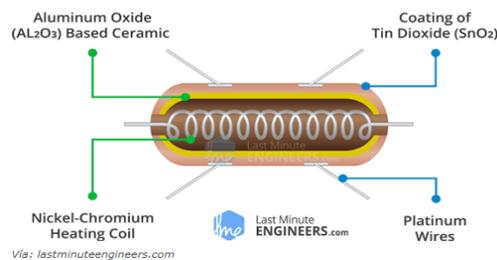
**Figura 7 Sensor de gas MQ-2**



Fuente: <https://ai.thestempedia.com/docs/evive-iot-kit/interfacing-mq-2-gas-sensor-with-evive/>

El funcionamiento de un sensor tipo MQ-2 es a base de un material resistivo cuyo valor de resistencia es sensible al gas por el que esta recubierto. La diferencia en la resistividad del material es lo que indica si está presente un gas en particular y en que concentración. Por ejemplo, el sensor MQ-2 utiliza una cerámica de óxido de aluminio (Figura 8), recubierta por una capa de dióxido de estaño. Normalmente tienen un elemento que mantiene el sensor a una temperatura adecuada para que el valor resistivo sea fácil de medir.

**Figura 8 Sensor de gas a base de un material resistivo**

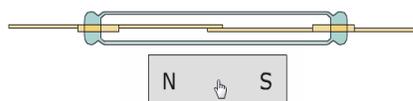


Fuente: <https://blog.330ohms.com/2020/10/23/deteccion-de-gases-peligrosos-con-sensores-mq/>

### 2.3.1.5 Sensor de puerta (cierre magnético)

El sensor de cierre magnético es muy utilizado por su funcionamiento sencillo y práctico, es básicamente un encapsulado con un material magnetizado generalmente alnico 5 (aleación de aluminio, níquel y cobre) que se instala en la parte móvil de la abertura (puerta, ventana, portón, etc.), la otra parte es un encapsulado conocido como interruptor de láminas, ambas partes funcionan de una forma parecida a un relé switch, de modo que cuando esta última esté cerrada, el imán esté lo suficientemente cerca del interruptor de láminas, tiende a mantener cerrados los contactos (Figura 9).

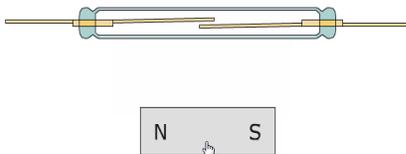
**Figura 9 Interruptor de láminas cerrado**



Fuente: <https://www.qbprofe.com/automatizacion-instrumentacion-industrial>

Cuando se abre la puerta (ventana, portón, etc.) el imán cesará de ejercer su campo magnético sobre el interruptor causando que las láminas de este se separen y cortando el circuito, registrándose el evento (figura 10 y 11) en la base de datos Firebase como que se abrió la puerta.

**Figura 10 Interruptor de láminas abierto**



Fuente: <https://www.qbprofe.com/automatizacion-instrumentacion-industrial>

**Figura 11 Sistema de sensor de cierre magnético**



Fuente: <https://www.tecnoseguro.com/faqs/alarma/que-es-un-detector-magnetico-de-apertura>

### 2.3.2 Actuadores

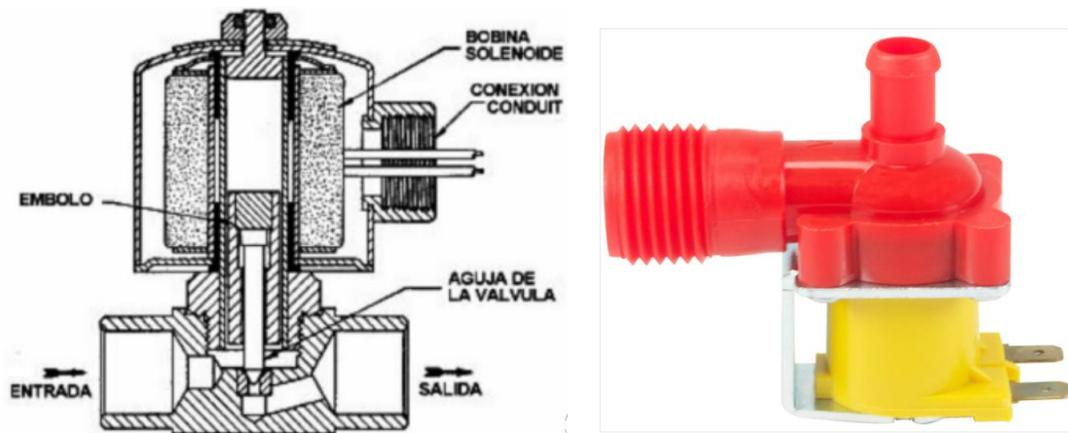
Un actuador es un dispositivo que responde a una señal o entrada, generalmente una señal eléctrica y la transforma en una respuesta normalmente una salida mecánica, puede ser de forma directa o debido a un procesamiento de esa señal de entrada.

En el proyecto se identificaron como: Válvula electromagnética, ventiladores, luces y alarmas. En este proyecto se detalla el funcionamiento de una electroválvula por tratarse de un dispositivo más relacionado a la electromecánica que a la electrónica.

### 2.3.2.1 Válvula electromagnética o electroválvula

Una electroválvula es un dispositivo que está compuesto de una bobina que regula el fluido de líquidos generalmente agua. Esta bobina abre el paso del fluido con una señal de control de un sensor o microcontrolador como muestra la figura 12.

**Figura 12 Esquema de una electroválvula**



Fuente: <https://blog.valvulasarco.com/electrovalvulas-que-es-y-para-que-sirve>

La bobina cuando es accionada, levanta la válvula y da paso al fluido, en la figura 12 a la izquierda se muestra el diagrama de una electroválvula y a la derecha el dispositivo que se va a utilizar en el proyecto.

### 2.3.3 Firebase

Firestore es una plataforma de desarrollo de aplicaciones web y además es una base de datos realizada por Google de la que se puede decir las siguientes ventajas:

- Manejo de datos en tiempo real.
- Tiene varias funciones en un único panel.

- En las primeras etapas es gratuito.
- Utiliza la infraestructura de Google.
- Se puede crear proyectos sin necesidad de un servidor.
- La principal desventaja de Firebase es que después de Gb de almacenamiento el cual es gratuito, el servicio se empieza a cobrar, lo que quiere decir que a niveles de desarrollo para realizar proyectos es viable, pero si se desea emprender un negocio donde se necesita mucho más almacenamiento, se ocuparía pagar por el servicio.

**Figura 13 Base de datos Firebase**



Fuente: Creación propia

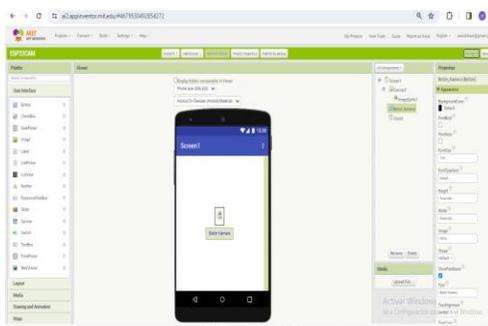
### 2.3.4 App Inventor

App Inventor es un software que utiliza un lenguaje de bloques y está orientado a eventos parecido a Scratch. Este lenguaje hecho por el MITy Google Labs en el año de 2013, es bastante amigable y fácil de operar. Desde el 2021 se puede utilizar en celular iPhone donde antes solamente se podía implementar en teléfonos celulares con sistema operativo Android.

El programa como su nombre lo dice, es capaz de crear app para teléfono móvil y Tablet, popularizando la creación de aplicaciones en personas no expertas en programación.

App Inventor es un lenguaje de bloques, los mismos elementos de un lenguaje de programación normal: condicionales, variables, sentencias, bucles, control como todo lenguaje de programación. Este tiene dos partes, una donde se diseña la forma que tendrá la app cuando aparezca en el celular, a esta parte se denomina Designer como se muestra en la figura 14 y la otra parte es propiamente la del lenguaje de programación en bloques denominada Blocks como se muestra en la figura 15.

**Figura 14 Designer de App Inventor**



Fuente: Creación propia

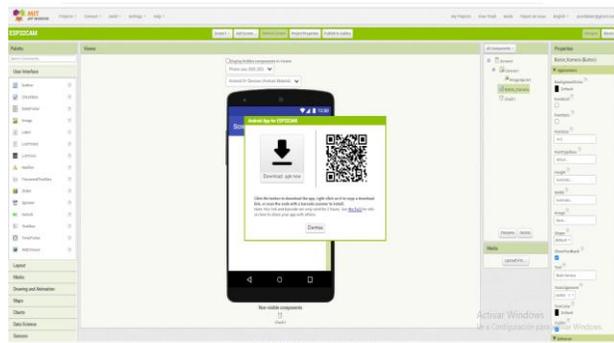
**Figura 15 Sección de programación por bloques de App Inventor**



Fuente: Creación Propia.

Una vez hecho el programa se compila y mediante un código QR se da acceso a la descarga del programa el cual se instala en el móvil del usuario.

**Figura 16 Compilado y descarga mediante QR**



Fuente: Creación propia

Una vez instalado el programa por medio de App Inventor se tiene la opción de manejar la base de datos Firebase, este programa tiene la opción de guardar datos de los eventos realizados y programados en App Inventor, una vez guardados en esta base de datos, esta información puede usarse en la misma programación como variables, por ejemplo, se puede ingresar el valor límite de temperatura por si el calor sube más de este rango para que se active el ventilador, o también para generar estadísticas, por ejemplo registrar cuando se abrió una puerta queda guardado la hora y el día de este suceso.

**Figura 17 Opción Firebase en App Inventor**



Fuente: Creación propia

## 2.4 Inmótica

La inmótica es una escala mayor de la domótica, es decir, la domótica se relaciona con viviendas y hogares habitacionales, en cambio la inmótica es un concepto para edificio, parques y urbanizaciones propios de áreas grandes en el que se da principalmente para administrar recursos de una manera eficiente y selectivamente en lo que se refiere a el consumo energético. Tableros inteligentes, automatización de aires acondicionados e iluminación son puntos que en un edificio maximizaría el rendimiento de energía alcanzando rápidamente en cuestión de pocos años la inversión realizada por la instalación de este servicio.

La marcada diferencia entre la domótica a la inmótica no es solamente una cuestión de escala, donde también por el tipo de tecnología que se debe utilizar en grandes áreas difiere de una casa de habitación, así como también el incremento en el valor de los sistemas para una propuesta inmótica porque involucra más consumo y espacio

El protocolo más utilizado en la automatización de edificio y grandes dimensiones es el KNX que es un protocolo por medio de cables entre edificio conectándose en un control central donde la mayoría de elemento y dispositivos en inmótica tienen incorporado este protocolo. En la siguiente sección se ampliará más sobre este tema.

### 2.4.1 Protocolo KNX

El protocolo KNX es muy utilizado en proyectos grandes de la inmótica debido a la forma descentralizada de trabajar entre sensores y actuadores, la forma de transmisión de la información es por vía alámbrica o por cables de par trenzado. Es un protocolo más seguro y difícil de vulnerar en comparación con protocolos inalámbricos que se debe de contar con un fuerte sistema de seguridad y una continua actualización del software para este fin.

El protocolo KNX se maneja por diferentes medios de transmisión: KNX TP, KNX PL, KNX RF y IP.

KNX TP: Es el medio por par trenzado.

KNX PL: Es otro medio alámbrico que utiliza la instalación eléctrica existente (Power Line).

KNX RF: Utiliza la radio frecuencia para envía señales a dispositivos inalámbricos.

KNX IP: Mediante IP / Ethernet / Wlan propio de un sistema de comunicación por internet por cables UTP.

Por ejemplo, en una unidad básica para una instalación de KNX TP que contienen una fuente de alimentación para generalmente un total de 64 dispositivos KNX. La fuente de alimentación y el cable de par trenzado cumplen dos funciones, alimentar a los dispositivos con la tensión requerida y poder permitir el intercambio de información, entre todos los actuadores y sensores participantes. También el cable de bus puede tenderse libremente y puede ser ramificado en cualquier punto. Esto logra la obtención de una estructura de árbol abierto, lo que permite que se pueda adaptar a cualquier situación del proyecto de una manera muy flexible.

Esta breve introducción a la inmótica se debe para especificar las comparaciones y diferencias a la domótica porque, aunque ambos conceptos son muy parecidos, la escala y la implementación de cada sistema varían y se complica más, cuanto más grande sea el área que tratar.

#### 2.4.2 Certificación LEED.

La certificación LEED es un reconocimiento que premia el uso de la energía y protección del ambiente en edificios sustentables. Fue creado por el Consejo de Edificación Sustentable de Estados Unidos. En ese tema el uso de la inmótica toca terreno fértil debido a que optimizar el uso de energía sustentable puede dar auge a la automatización de sistema que controlen y ahorren energía tales como control y automatización de aires acondicionados, persianas que se cierran en las habitaciones de los hoteles cuando sus inquilinos no se encuentran y el sol da hacia la habitación bajando notoriamente la temperatura de la habitación ahorrando en esfuerzo de un sistema de enfriamiento en mantener un determinado nivel de temperatura. También a

la vez, con sensores de presencia se podría desconectar un sistema de climatización hasta que el usuario llegue, previendo su llegada desde la entrada del hotel, dando tiempo para que el cuarto module la temperatura a preferencia del usuario.

Sistemas de riego de áreas verdes podrán tener una incidencia en el ahorro de agua aprovechando al máximo dicho recurso. También el ahorro energético en la iluminación es parte de la certificación LEED.

Como ya se comentó, directamente existen dos puntos en la certificación LEED en que la inmótica es un agente implícito: Uso eficiente del agua y uso eficiente de la energía, además de una forma parcial en la calidad de ambiente interior donde se mezcla el confort en la iluminación y creación de ambientes.

**CAPÍTULO III**  
**MARCO METODOLÓGICO**

### 3.1 Tipo y enfoque de la investigación

#### 3.1.1 Tipo de investigación

Este proyecto es un trabajo de campo o una investigación de campo porque su aplicación es directamente practica donde la satisfacción del usuario, quien es el eje principal en el que gira el trabajo, tanto su criterio individual como el rendimiento general medido en ahorro por menor consumo energético, por ejemplo, el cual es un hecho concreto. La siguiente definición que amplía el concepto de una investigación científica de este tipo: “Uno de los objetivos de la investigación científica es ampliar las fronteras de la ciencia y la tecnología y el fin último es la transformación de la realidad, natural o social.” (Ñaupas, Mejía, Novoa, & Villagomez, 2014, pág. 87) la investigación científica recaba información capaz de dar una nueva visión a su entorno

#### 3.1.2 Enfoque de la investigación

En esta investigación se tiene elementos definidos como los objetivos específicos que unen el proyecto al criterio principal que es un servicio de domótica, no es un hecho subjetivo lo que se plantea por lo que es un enfoque cuantitativo porque tiene un proceso a seguir. Para aclarar más el concepto, la siguiente cita:

El enfoque cuantitativo es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos “brincar” o eludir pasos. El orden es riguroso, aunque desde luego, podemos redefinir alguna fase. Parte de una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables; se traza un plan para probarlas; se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos, y se extrae una serie de conclusiones (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, pág. 37)

Como se aclara en la cita de Hernández Sampieri que este trabajo viene a ser un enfoque cuantitativo, porque es medible, está dividido en etapas, sus estudios se puede generar preguntas o hipótesis y también se puede recabar información y recolección de datos con un posterior análisis de este. Con frecuencia, estas actividades sirven, primero, para descubrir cuáles son las preguntas de investigación más importantes; y después, para perfeccionarlas y responderlas y por medio de este análisis de información se llega a conclusiones de caso examinado.

### 3.1.3 Dimensión Temporal

¿Qué es la dimensión temporal en un proyecto de investigación? Para que tenga sentido la definición de una delimitación de tiempo se necesita saber por qué o para que se debe medir, es por eso se va a ver que tipos de investigaciones necesitan calcular un determinado rango de tiempo o una característica de la temporalidad para su cometido por que en una investigación de tipo experimental el saber el momento de algo es un factor que determina en resultados, en cambio en una investigación no experimental no es relevante. En la investigación no experimental (el investigador no manipula las variables que desea estudiar) se puede clasificar según el número de momentos o puntos en el tiempo en el cual se recolectan los datos; por tanto, los diseños no experimentales se clasifican como transeccionales o longitudinales (Hernández et al, 2014).

Una investigación transeccional se puede definir con la siguiente cita: “Los diseños de investigación transeccional o transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Es como tomar una fotografía de algo que sucede.” (Hernández et al, 2014), el trabajo que se está implementando no es necesario tener una variable de tiempo para el éxito del proyecto por lo que con los datos encontrado en estos párrafos se declara que a nivel temporal el trabajo es un proyecto de investigación no experimental transeccional o transversal.

### 3.1.4 Método de análisis

Un método es la forma de obrar en algo, es la manera de proceder en una tarea, trabajo, labor o en esta ocasión, proyecto. Está regida por un grupo de procedimientos, reglas y protocolos establecidos para encontrar, demostrar, refutar, descubrir y aportar un conocimiento. Gómez Bastar clasifica los métodos de análisis de una investigación en cuatro tipos.

Según (Gomez, 2012), el método inductivo establece que este proceso “es el razonamiento que partiendo de casos particulares se eleva a conocimientos generales; o, también, razonamiento mediante el cual pasamos del conocimiento de un determinado grado de generalización a un nuevo conocimiento de mayor grado de generalización que el anterior.” (p.14). Este método de investigación parte de la observación de un fenómeno, evento o circunstancia para analizarlo, lo que permite formular conclusiones de carácter general.

Según (Gomez, 2012), lo son.” (p.15). Por lo tanto, este tipo de investigación se basa en el estudio de la realidad y la búsqueda de verificación de las premisas básicas a comprobar.

Según (Gomez, 2012), el método analítico “es un método de investigación, que consiste en descomponer el todo en sus partes, con el único fin de observar la naturaleza y los efectos del fenómeno.” (p.16) Esto significa que, mediante este método, se descomprimen los elementos propios de la investigación, con la finalidad de observar y estudiar las causas, la naturaleza y los efectos de forma individual.

Por último, (Gomez, 2012), que el método sintético “intenta formular una teoría para unificar los diversos elementos del fenómeno estudiado; a su vez, el método sintético es un proceso de razonamiento que reconstruye un todo, considerando lo realizado en el método analítico.” (p.16), en otras palabras, la síntesis es un procedimiento mental que tiene como meta la comprensión más exacta de la esencia de lo que se conoce en

general y en particular.

Según la información suministrada, para esta investigación el método sintético es lo que más se aproxima porque lo que se busca es la aplicación de una tecnología sobre otra para satisfacer una necesidad, en palabras más claras, utilizar la domótica en un teléfono móvil para abarcar las necesidades de la vivienda costarricense. Como se ha visto, se planteo varios objetivos específicos, pero todos van acordes hacia la premisa principal, así lo que se busca es unificar todas estas demandas de necesidades en una sola la cual es: Cubrir las demandas de confort, seguridad y ahorro energético en una vivienda y esto viene a ser la domótica. Así a la unión de todos estos elementos descritos como objetivos específicos se llega a un objetivo principal. Esta forma de proceso es propia del método sintético.

### 3.1.5 Carácter de la investigación

Lo requerido en el proyecto es implementar la tecnología de la domótica en las viviendas de la sociedad costarricense por lo que esta investigación es de carácter tecnológico. En la siguiente cita define que es una investigación de carácter tecnológico:

La Investigación tecnológica: Otro método de investigación de la actualidad es la metodología de investigación tecnológica y de desarrollo, la cual se apoya en las teorías y los conocimientos de la ciencia para aplicarlos a la transformación de bienes y servicios útiles a la sociedad; con su aplicación es posible innovar métodos, técnicas y conocimientos para el desarrollo científico y tecnológico de la sociedad, las empresas y la población en general (Muñoz, 2011)

Por lo que se determina que el carácter de la investigación va a tocar un tema de tipo tecnológico o de carácter tecnológico.

## 3.2 Fuentes de información

Según Del Cid, define una fuente de información de la siguiente manera:

“Las fuentes de información se conciben como todos aquellos objetos que brinden al investigador datos para realizar su trabajo; éstos pueden contenerse en cualquier soporte, por lo que pueden estar manuscritos, impresos, grabados, etcétera” (Del Cid, Méndez, & Sandoval, 2011) a lo comentado se debe agregar los trabajos en la internet.

Se puede clasificar las fuentes de información en fuentes primarias y secundarias.

### 3.2.1 Fuentes Primarias

Según Cid et al. (2011): “Las fuentes primarias de información son las que proporcionan información de primera mano, son fuentes directas” (p.84).

Basado en la declaración anterior, este proyecto busca la información de primera mano aprovechando la herramienta conocida como observación directa y se complementará haciendo entrevistas al personal del departamento de Ingeniería de Sostenibilidad responsable de la ejecución de pruebas a los filtros de aire.

### 3.2.2 Fuentes Secundarias

Las fuentes secundarias según Cid et al. (2011): “... se refieren a información obtenida de datos generados con anterioridad, es decir, no se llega directamente a los hechos, sino que se les estudia a través de lo que otros han escrito” (p. 86). Por tanto, la información obtenida de investigaciones publicadas en revistas, libros, documentales e Internet son consideradas como fuentes secundarias y el autor de una investigación puede aprovecharlas, pero tiene la responsabilidad de evaluar la veracidad de estas.

Para efectos del presente proyecto, se estarán aprovechando los datos de pruebas ejecutadas anteriormente con el fin de poder hacer comparaciones de resultados a través del método de prueba actual y el método automatizado propuesto en esta tesina.

### 3.2.3 Sujetos de Información

De acuerdo con Cid et al. (2011): “Cuando las fuentes de información son personas se les llama sujetos de investigación” (p.85).

La Tabla 3 muestra cuales son los sujetos de información del departamento de Ingeniería de Sostenimiento y su relación con la investigación. Todos ellos aportarán información relevante para dar la mejor solución al problema planteado.

**Tabla 3 Sujetos de la información**

<b>Puesto Laboral o descripción general</b>	<b>Profesión u Oficio</b>	<b>Experiencia</b>	<b>Relación con el tema</b>
Gerente general	Físico	Veintitrés años	Fundador de empresa, pionero en el tema de domótica en Costa Rica.
Director de proyectos	Ingeniero electricista	Diez años	Gestor de calidad en sistemas especiales.
Dirección de proyectos	Técnico electrónica	Seis años.	Especialista en electromecánica

Fuente: Creación Propia

### 3.3 Técnicas y herramientas de recolección de datos

Los instrumentos de investigación son todas las técnicas y herramientas de las que dispone el autor de una investigación para obtener datos que requiera para su investigación.

#### 3.3.1 Observación

Para poner en práctica esta técnica, el investigador debe acercarse al lugar en el cual se encuentra la problemática, inclusive podría participar de la actividad en estudio. Esta técnica es definida por Arias (2012) como:

La observación es una técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos de investigación preestablecidos. (p.69)

También Muñoz (2011) tiene su propia definición: “Es la obtención de información a partir de un seguimiento sistemático del hecho o fenómeno en estudio, dentro de su propio medio, con la finalidad de identificar y estudiar su conducta y características” (p.119).

Según (Niño, 2011) el observar es:

“un acto mental bien complejo. Implica mirar atentamente una cosa, una persona o ser vivo, un fenómeno o una actividad, percibir e identificar sus características, formas y cualidades, registrarlas mediante algún instrumento (o al menos en la mente), organizarlas, analizarlas y sintetizarlas. No basta con “ver” las cosas, proceso fisiológico que se genera en los sentidos. Es necesario “mirar”, proceso cognitivo que, aunque se inicia como ver, exige una actividad de la mente” (p. 62).

### 3.3.2 Entrevista

Esta técnica se usa como complemento de la observación. La entrevista indaga en detalles más profundos que otras técnicas pues permite al entrevistado expresar la información que considera importante para la investigación. Para Arias (2012): "...es una técnica basada en un diálogo o conversación "cara a cara", entre el entrevistador y el entrevistado acerca de un tema previamente determinado, de tal manera que el entrevistador pueda obtener la información requerida" (p.73).

Por medio de esta técnica se podrá obtener toda aquella información que no se logró obtener por medio de la observación, ya que la entrevista permite penetrar en el mundo interior del ser humano, lo que permite conocer sus ideas, creencias y conocimientos. Y de esto se deduce que la técnica de la entrevista no es más que una conversación entre dos personas donde una es el entrevistador y otra el entrevistado.

### Experimentación

Es el estudio de un fenómeno sometido a condiciones especiales conforme a las necesidades del investigador. Durante la experimentación, el fenómeno bajo estudio es susceptible de sufrir modificaciones en sus variables, con el propósito de estudiar sus conductas, comportamientos y características. (Muñoz, 2011, p.119)

## 3.4 Variables de la investigación

### 3.4.1 Definición de variables

Son todas aquellas características propensas a sufrir cambios. Las variables de investigación se encuentran implícitas en la pregunta generada en el planteamiento

del problema. Una definición más amplia la aporta Muñoz (2011), quien define:

Junto con la formulación de la hipótesis también se establecen las variables de estudio, que propiamente son aquellos fenómenos, características, cualidades, atributos, rasgos o propiedades que se estudian y cuya variación es susceptible de medición, en tanto que adoptan diferentes valores, magnitudes o intensidades. Sin embargo, también existen cualidades y atributos de difícil medición, que no por ello deben dejar de considerarse como variables en el estudio. (p.80)

Las variables toman mayor valor cuando pueden relacionarse con otras variables (Hernández et al., 2014). Con la intención de facilitar la relación de las variables de estudio con los objetivos específicos planteados para la elaboración del presente proyecto, se crea la Tabla 4

Tabla 4 Variables de la investigación

Objetivo Específico	Variables	Método de investigación	Técnica y Herramientas
1. Determinar los requerimientos esenciales para establecer un sistema domótico en una casa de habitación, tales como distribución física, accesibilidad de servicios o tipo de tecnologías a usarse.	Domótica-Vivienda	Método experimental	Observación y entrevista
2. Implementar un sistema de iluminación que opere de forma manual y automática utilizando como medio de control el teléfono celular. En su funcionamiento manual se podrá encender o apagar las luces dirigido por microcontroladores. En el modo automático que activará la iluminación cuando detecte movimiento y se apagará con una cuenta de espera. También se va a implementar en la programación un temporizador para que determinadas luces este prendidas en horas determinadas del día y la noche según las necesidades del usuario, los eventos realizados se guardarán en una base de datos llamada Firebase.	Demostrar funcionamiento manual y automatico.	Método experimental	Diseño experimental
3. Implementar un sistema detector de gases, para esto se dispondrá de sensores conectado a los microcontroladores este envía información a la base de datos, para registrar el evento, se genera una advertencia del celular por medio de un correo, simultáneamente se activa un sistema para repeler el fuego, que consiste en accionar una llave magnética conectada a un aspersor. Desde el celular se controla y visualiza los eventos con opción para trabajar el proceso de forma manual y también automatizada	Demostrar funcionamiento en detección de gases.	Método experimental	Diseño experimental
4. Confeccionar un sistema de riego para cuidar de áreas verdes, en un sistema automatizado se programa el microcontrolador con horario de riego de las plantas por medio de un aspersor y también se cuenta con la opción de activar de forma manual desde el celular manipular su accionamiento.	Demostrar funcionamiento manual y automatico.	Método experimental	Diseño experimental
5. Construir con sistema que regule la temperatura, con un rango de temperaturas específicas, el sistema censa si en la pieza de la casa llega al límite de calor permitido, procederá a accionarse un sistema con un ventilador, una vez la habitación llegue a la temperatura deseada el ventilador se desactivará. Pero también está la opción de operar de manera manual desde el celular.	Demostrar funcionamiento manual y automatico.	Método experimental	Diseño experimental
6. Implementar el control de cámaras de video utilizando el dispositivo ESP32CAM, será el que se utilice para poder monitorizar, tomar fotos y enviarlos al correo cuando se presente un evento importante.	Implementar camaras y demostrar funcionamiento	Método experimental	Diseño experimental
7. Diseñar e implementar un sistema de detección de cierre de puertas donde se detecte si la puerta está abierta o cerrada y a la vez que reporte ese suceso.	Almacenamiento de datos y despliegue de la información para su uso	Método experimental	Diseño experimental
8. Crear una bitácora para visualizar la información de los eventos que se han generado en el transcurso de los diversos procesos ejecutados, también se almacenarán en la base de datos Firebase, desplegándose una tabla con la información más importante de cada una de las funciones que tiene a su control el sistema domótico, mostrando fecha y la hora.	Almacenamiento de datos y despliegue de la información para su uso	Método experimental	Diseño experimental
9. Crear una app para celular y Tablet como interfaz hombre maquina (HMI), por medio del programa app para teléfono celular App Inventor, con la podemos manejar los dispositivos electrónicos que contralan las funciones de la casa, también desde la app se podrá ver los datos específicos de cada accionamiento de los dispositivos y visualizar las partes de la casa donde se instalen cámaras.	Operatividad de sistema en el movil y su funcionamiento en los diferentes sistema conectados	Método experimental	Diseño experimental
10. Demostrar en forma practica la aplicación y desempeño del sistema domótico y de los diversos dispositivos a controlar. Por medio de la creación de una maqueta a escala. Donde se instalará los dispositivos y se recreará el funcionamiento general de todo el sistema.	Funcionamiento de sistema en maqueta	Método experimental	Diseño experimental

Fuente: Creación Propia

### 3.5 Diseño de investigación

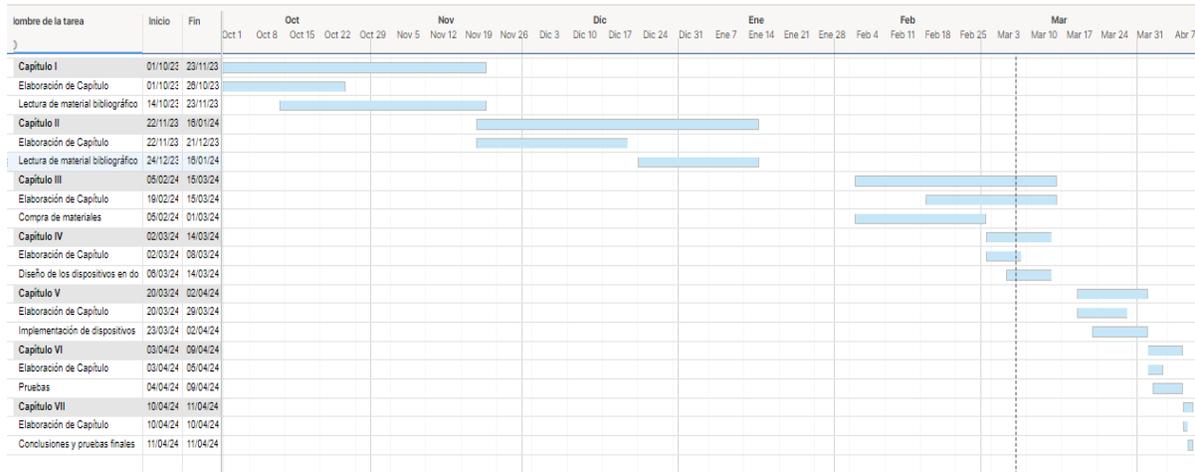
El diseño de la investigación es el plan que se desea ejecutar para poder responder la pregunta del problema planteado, basado en toda la información obtenida y documentada anteriormente mediante la definición de los objetivos, alcances, limitaciones y variables de la investigación. Para Niño (2011):

... el diseño se puede interpretar de una de las dos maneras: en un sentido amplio, y en un sentido específico. En el sentido amplio, diseño equivale a la concepción de un plan que cubra todo el proceso de investigación, en sus diversas etapas y actividades comprendidas, desde que se delimita el tema y se formula el problema hasta cuando se determinan las técnicas, instrumentos y criterios de análisis... (p.53)

Por tanto, para tener una visualización completa del diseño de la investigación se diseña la Tabla 4, la misma contiene la información relevante de cómo se desarrollará la estrategia, con el uso de métodos, técnicas y herramientas para alcanzar los objetivos previamente establecidos en el capítulo II de este trabajo escrito.

De manera paralela se crean líneas del tiempo, mostradas en la Figura 18, donde se puede leer de manera gráfica los cronogramas creados, con la información de la distribución del tiempo para las fases correspondientes del trabajo escrito, para el diseño del prototipo y también de la implementación física del sistema que brindará solución a la problemática planteada anteriormente en este trabajo escrito. Se adjunta el cronograma de trabajo en el anexo 01.

**Figura 18 Cronograma del Proyecto**



Fuente: Creación propia

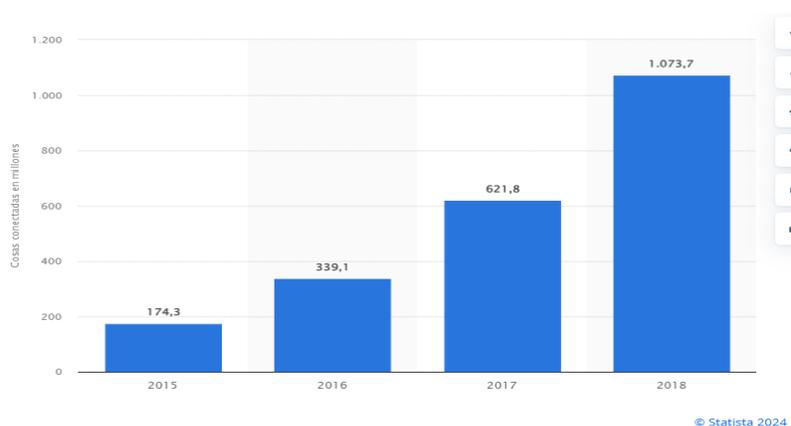
**CAPÍTULO IV**  
**DIAGNOSTICO**

## 4 DIAGNOSTICO

### 4.1 Diagnóstico del estado actual de los sistemas domóticos

En la actualidad el uso de los sistemas en domótica ha ido en crecimiento año a año, utilizándose millones de dispositivos IoT en el mundo como se muestra en la figura 19.

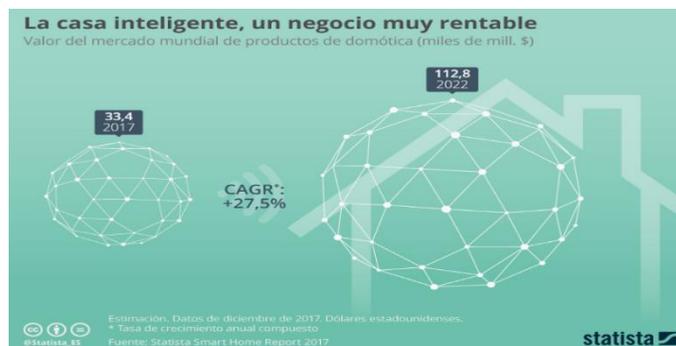
**Figura 19 Crecimiento de dispositivos IoT, en millones**



Fuente: <https://es.statista.com/estadisticas/599927/casas-inteligentes-cosas-conectadas--2018/>

El crecimiento de mercado de negocios del 2017 al 2022 ha sido del 27.5% anual como se muestra en la figura 20.

**Figura 20 Crecimiento anual de negocios de casas inteligentes del 2017 al 2022**



Fuente: <https://es.statista.com/grafico/12443/el-mercado-de-la-domotica-crecera-a-mas-de-un-25-anual-hasta-2022-en-todo-el->

A nivel nacional los datos del INEC confirman que el uso de internet es una práctica usual en la población en general del país cifra del 82.60% como indica en la figura 21.

**Figura 21 Porcentaje de personas que usaron internet últimos 3 meses CR**

Año	Región	Indicador
2022	Total país	Porcentaje de personas que utilizaron internet en los últimos 3 meses 82.60

[Descargar en formato Excel](#) | [Descargar en formato PDF](#)

Fuente: <https://inec.cr/sistemas-de-consulta>

Igualmente, el INEC confirma que hay un 83.25% de viviendas en Costa Rica que tienen acceso a internet como indica la figura 22.

**Figura 22 Porcentaje de vivienda con internet en CR**

Año	Región	Indicador
2022	Total país	Porcentaje de vivienda con acceso a internet 83.25

[Descargar en formato Excel](#) | [Descargar en formato PDF](#)

Fuente: <https://inec.cr/sistemas-de-consulta>

Y además que el uso del teléfono celular es de 90.41% como indica la figura 23.

**Figura 23 Porcentaje de personas que uso de móvil en CR**

Año	Región	Indicador
2022	Total país	Porcentaje de personas que utilizan teléfono celular 90.41

[Descargar en formato Excel](#) | [Descargar en formato PDF](#)

Fuente: <https://inec.cr/sistemas-de-consulta>

Se concluye de la información, que en la población costarricense el uso del internet y de los teléfonos móviles está inmerso en el estilo de vida de la mayoría de los ciudadanos. Por lo que pensar en implementar un sistema domótico controlado por teléfono móvil nos garantiza cobertura en la mayor parte del país.

## 4.2 Recolección de datos

La recolección de datos de la información de este proyecto se da en parte mediante una entrevista a personas expertas en el área de la domótica mediante un cuestionario vía telefónica donde se plantearon 5 preguntas relativas al tema de la automatización de los hogares.

En este cuestionario se preguntaron puntos de vista del futuro y presente de la introducción de la domótica en el país. Estas preguntas fueron:

- 1- ¿Cómo le ha ido en el negocio de la domótica en Costa Rica?
- 2- ¿Cuál es el perfil del cliente y de la vivienda que opta por el servicio de un sistema domótico?
- 3- ¿Cuál es el servicio ó dispositivo de mayor demanda en su negocio?
- 4- ¿Qué piensa del uso del teléfono móvil en un sistema domótico?
- 5- ¿Qué piensa de la inmótica?, ¿ha hecho un proyecto de este tipo?, ¿cómo ve el futuro en Costa Rica para este tipo de negocio?

En resumen, lo recabado en las entrevistas de las empresas Domotica Costa Rica, Signo de Centroamérica y Home&Office technology convergen en que es prometedor el mercado de la domótica en Costa Rica, que si bien actualmente la demanda de sistemas en automatización es para personas de altos recursos, el mercado se está expandiendo a extractos de otras clases sociales, por ejemplo, el dispositivo de mayor demanda es el bombillo inteligente con un valor accesible para la clase media, dispositivo que se puede controlar vía telefonía móvil, aparato de comunicación que según las estadísticas del INEC lo operan un porcentaje del 91% del país. Un punto y aparte es la Inmótica que si bien se fomenta mediante incentivos como la certificación LEED, el cambio de paradigma hacia un uso constante de la incorporación de dispositivos autónomos en pro de la domótica e inmótica es algo que vendría con la planificación de Arquitectos e Ingenieros mostrando sus beneficios y costos. Estos puntos fueron dichos también en las pasadas entrevistas.

#### 4.2.1 Instrumentos para la recolección de datos

Como instrumento, se utilizó la encuesta a través de un cuestionario vía telefónica compuesto por cinco preguntas abiertas. Las preguntas se realizaron a personas expertas en el área de la automatización de hogares y que tienen un conocimiento amplio del tema de la problemática actual en el país.

#### Requerimientos del proyecto

Se realiza la siguiente tabla de requerimientos después de hacer un análisis de los procesos también tomando en cuenta datos como la entrevista a expertos. Se plantea los siguientes puntos a seguir descritos en la tabla 5.

**Tabla 5 Control de funciones para el prototipo**

criterio	Descripción	Cumplimiento
1	Lectura continua de la base de datos Firebase de los actuadores	“Realtime” o datos en tiempo real.
2	Comunicación entre el teléfono móvil, Firebase y los diferentes sensores y actuadores	HMI, interfaz hombre máquina.
3	Decisiones de la programación de los diferentes controladores	Automatización.
4	Se presenta notificaciones a usuario para su decisión	Notificaciones a tiempo real.
5	Creación de app que facilite el uso.	App de fácil manejo de “interfaz amigable”.
6	Visualización en tiempo real	Monitorización en tiempo real.
7	Creación de maqueta.	Ejemplarizar con modelo a escala las funciones del sistema domótico.

Fuente: Creación propia

## **CAPÍTULO V**

### **PROPUESTA DEL PROYECTO**

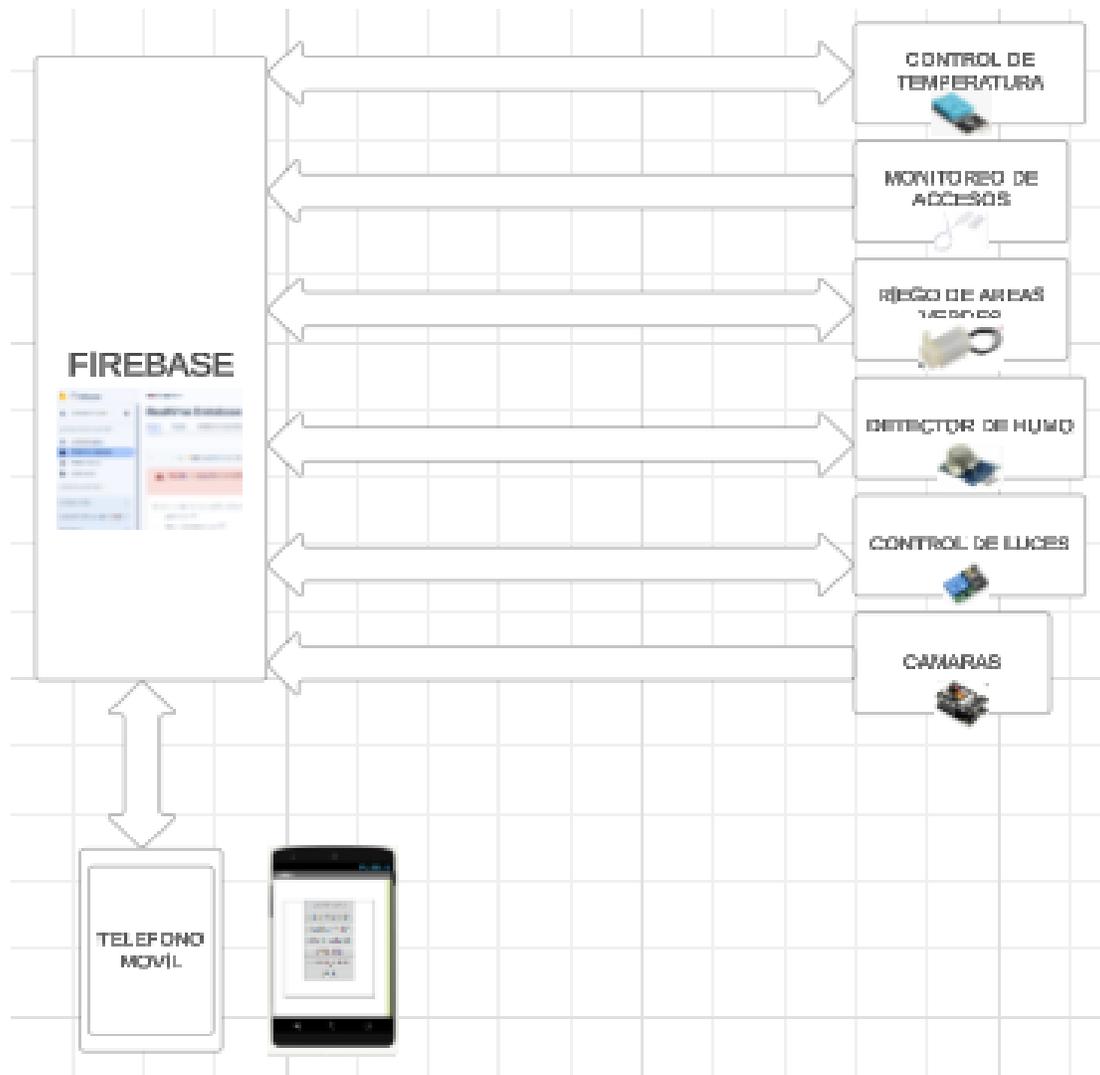
## 5 PROPUESTA DEL PROYECTO

### 5.1 Diseño

A continuación, se muestra un diagrama de bloques de la figura 24 que incluyen los componentes de hardware y el software utilizados en el proyecto.

Se muestra cómo se relacionan entre ellos, a continuación, se dará una explicación detallada de su funcionamiento.

Figura 24 Diagrama de bloques



Fuente: Creación propia.

Se puede notar en el diagrama de bloques de la figura anterior que la base de datos Firebase es el eje central del proceso domótico donde este guarda las banderas a las acciones que cada controlador debe hacer, además los datos que reporta el controlador, que sirven como variables para determinar eventos.

Empezando de la columna de bloques de la derecha la que corresponde a los sensores y actuadores del sistema domótico (Figura 24) está el sistema de CONTROL DE TEMPERATURA, este mediante su sensor de temperatura DTH11 envía el dato al controlador y este a la vez lo envía por Wi-Fi, a la base de datos Firebase, de allí queda almacenado cambiando según varíe la temperatura. Esta información es mostrada en el teléfono móvil por medio de la app App Inventor donde también según lo mostrado, se puede decidir si bajar la temperatura o no, puede ser de manera manual o a la vez, estableciendo un rango de temperatura predefinido en el controlador.

El CONTROL DE ACCESOS tiene la función de mostrar si las puertas principales están abiertas o cerradas, enviando una señal al controlador, así con una señal en alta (5 voltios ) que demuestra es que el circuito está cerrado o en señal en baja (cero voltios) que lo que indicaría es que la puerta está abierta, cuando esta señal llega al controlador, este la envía a la base de datos Firebase almacenando el valor con una leyenda que dice: "ABIERTO" o "CERRADO", el App Inventor del celular muestra el mensaje finalizando la función de esta tarea.

En el tercer cuadro de la figura 24 está la función de RIEGO de ÁREAS VERDES donde hay dos formas de operar este sistema domótico, el manual y un HORARIO PROGRAMADO que funciona como un temporizador estableciendo un momento en el día donde se puede activar un aspersor de agua que riegue las plantas de la casa. También está el sistema manual que activaría el aspersor de agua y lo cerraría a la orden del usuario. Nuevamente todo este sistema tiene como centro la base de datos FIREBASE y como mando a distancia el APP INVENTOR.

En esta secuencia, el cuadro en este diagrama de bloques de la figura 24 está la función domótica de un CONTROL DE INCENDIOS donde por medio del sensor de vapores MQ-2 que ingresa una señal analógica al controlador, este la sube hacia la nube en la base de datos FIREBASE y está monitoreando si este registro cambia a valores

propios de los que caracterizan a datos propios del humo, fuego u otros vapores producidos de la combustión de diferentes materiales, cuando eso sucede se da una alerta vía correo electrónico y también por mensaje de texto SMS. También con la opción de programar el sistema para que se active un aspersor que riegue agua y apague el fuego, a la vez interactuar con el sistema manual para que se apague antes el sistema de riego.

El CONTROL DE LUCES tiene como función apagar o encender desde APP INVENTOR las luces. Desde la app se manda una señal hacia la base de datos FIREBASE, a la vez el controlador WEMOS D1 mini o ESP8266 ESP 01 verifica el evento y ejecuta su cambio, esto es de la manera manual. También si se usa la forma programada se utiliza el TIMER donde en cualquier hora de cualquier día de la semana se mandará la señal y el programa del controlador ejecutará la directriz activando el RELAY por el tiempo determinado en el programa.

Por último, la función de CAMARAS es informar vía video de los lugares donde este ubicado de manera que desde la APP INVENTOR se abre la pantalla y se puede ver el lugar donde se instaló.

A continuación, se va a detallar los elementos IoT del por qué se seleccionaron y cuáles son sus funciones

### 5.1.1 Controladores inalámbricos IoT

Primeramente, se expondrá la tabla 6 con las características de los controladores inalámbricos NodeMCU Wemos D1 mini, Esp8266 01-S y NodeMCU Esp32.

**Tabla 6 Característica funcionales de microprocesadores NodeMCU Wemos D1 mini, Esp8266 01-S y NodeMCU Esp32**

	<b>NodeMCU Esp8266 Wemos D1 mini</b>	<b>Esp8266 01-S</b>	<b>NodeMCU Esp32</b>
Microcontrolador	ESP8266	ESP8266	ESP32
Tensión de funcionamiento	3,3V	3,3V	3.3V
Pines de E/S digitales	9	4	36
Pines de E/S digitales con PWM	9	4	36
Pines de entrada analógica	1	0	15
SPI/I2C/I2S/UART	2/1/2/2	1/1/1/1	4/2/2/2
Memoria flash	4 MB	4 MB	4 MB
SRAM	64 KB	32 KB	520 KB
Velocidad de reloj	80 MHz	80 MHz	80 MHz / 160 MHz
WIFI	Sí	SI	Sí
Bluetooth	No	no	Sí
Sensor táctil	No	no	10

Fuente: Creación propia

### 5.1.2 NodeMCU Wemos D1 mini.

Se eligió este controlador NodeMCU Wemos D1 mini para las funciones domóticas del proyecto tales como el CONTROL DE TEMPERATURA, CONTROL DE ACCESO Y CONTROL DE INCENDIOS debido a su bajo precio, tener pines analógicos para el caso del sensor de vapores MQ-2, tener suficientes pines para las entradas y salidas necesarias por los sensores a diferencia del ESP 01-S que tiene un número muy reducido

de pines y en el caso del ESP 32 su potencia y demasiados pines no son todos aprovechables además de ser más caro. Sí que debido a las características citadas y como es un dispositivo inalámbrico, se eligió el ideal para utilizarlos con los sensores de temperatura DHT11, de humo MQ-2 y también con los dispositivos de los accesos de puerta que en este caso es básicamente dos dispositivos uno con un imán que cierra un circuito y si el magneto no está en contacto con el otro elemento que contiene el dispositivo que se abre el circuito. Esto ya ha sido explicado en el capítulo 2 del Marco Teórico.

### 5.1.3 ESP 8266-01S

Este dispositivo fue seleccionado para operar en las funciones domóticas de AREAS VERDES y CONTROL DE LUCES. Se determinó este dispositivo en su versión RELAY como el ideal para la función de interruptor, también por ser pequeños y baratos con solamente 4 pines de I/O y acceso Wi-Fi.

### 5.1.4 ESP 32 CAM

Finalmente, está el controlador con ESP 32 en su versión CAM, ósea con una cámara incorporada. Este dispositivo es más potente que los dos anteriores porque es el ideal para el soporte de imágenes, debido a que este aparato se encarga de enviar video. Su costo es mayor, pero debido a su relación potencia-precio es la mejor para el desempeño de una cámara. También tiene muchos pines de entradas analógicas y digitales y mucha más memoria (tabla 6), pero prioritariamente se usa por la opción del video.

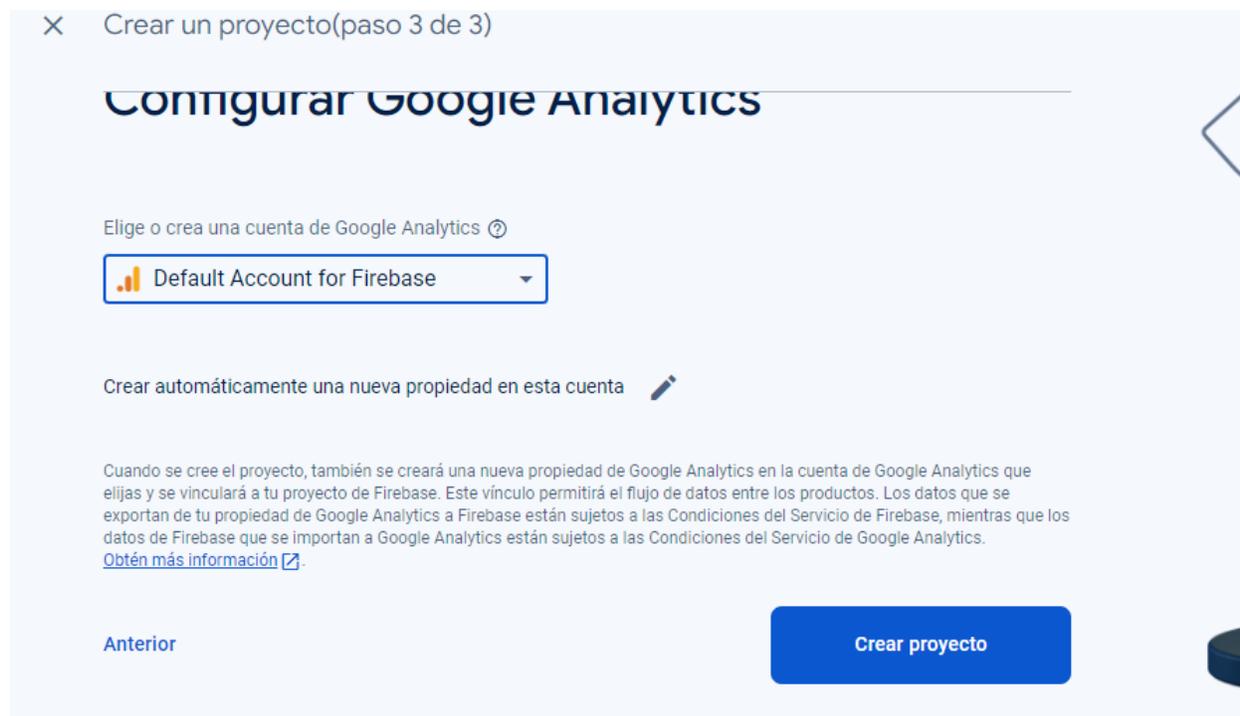
### 5.1.5 Base de datos FIREBASE

A continuación, se comentará la unión entre el hardware que comprenden los controladores, la base de datos Firebase y la interfaz hombre maquina (HMI) en este caso el App Inventor.

Como ya se ha comentado en el marco teórico del capítulo 2, con el Firebase lo primero que se procede hacer es registrarse como usuario de la plataforma.

Luego de registrarse y crear un proyecto, se debe considerar varios aspectos para la comunicación en app, base de datos y controladores.

**Figura 25 Crear proyecto Firebase**



Fuente: Creación propia

Se debe tener en cuenta que el nombre del proyecto no se debe poner signos, solamente letras.

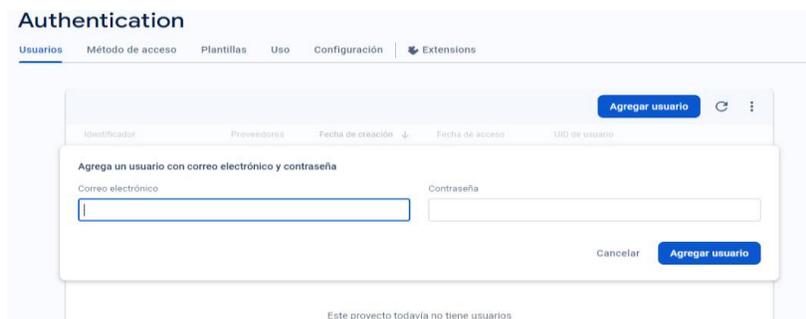
Primeramente, se debe de tener un medio de autenticación, como se optó por el uso de esta base de datos de manera gratuita, la opción es vía correo electrónico.

**Figura 26 Formas de autenticación de Firebase**



Fuente: Creación propia

**Figura 27 Proceso de autenticación método correo electrónico**



Fuente: Creación propia

En la figura 27 se ve donde agregar el correo electrónico y su contraseña.

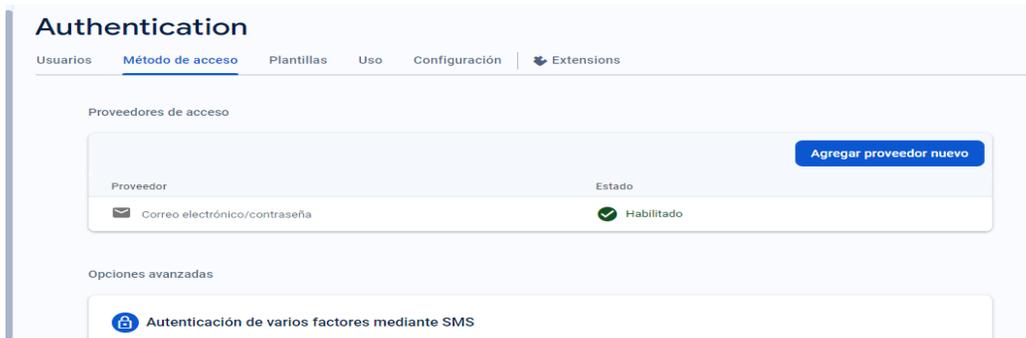
**Figura 28 Proceso de autenticación método correo electrónico**



Fuente: Creación propia

Seguidamente en estos pasos de autenticación se da habilitar correo y también su contraseña (Figura 28) y se da guardar.

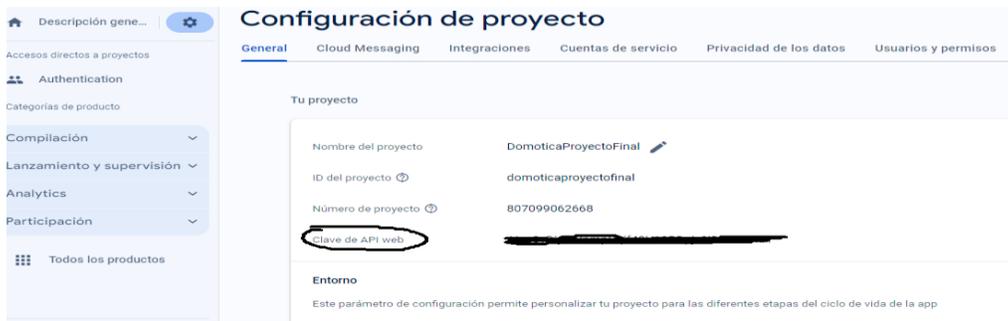
**Figura 29 Autenticación en FIREBASE**



Fuente: Creación propia

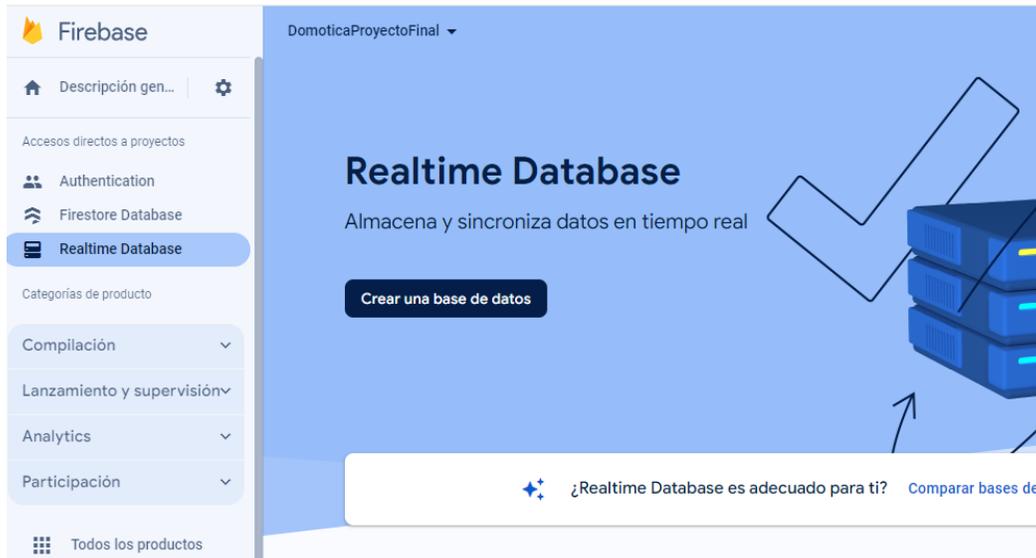
Seguido se procederá a guarda el proveedor con su correo (Figura 29), para luego ir a la parte de la configuración donde se obtiene un dato importante como es la clave de API WEB que es una cadena alfanumérica que los desarrolladores de API utilizan para controlar el acceso a su API. Para aclarar una API es un mecanismo de comunicación que permite el intercambio de datos entre dos módulos de software. Este dato es importante más adelante en la configuración que se aplica en el código IDE de los controladores.

**Figura 30 Clave de API web**



Fuente: Creación propia

**Figura 31 Configuración de base de datos en tiempo real**



Fuente: Creación propia

En la figura 31 se muestra el siguiente paso que es crear una base de datos en tiempo real, aplicando a el botón crear una base de datos. Luego se selección el área de EEUU.

**Figura 32 Configurar base de datos**



Fuente: Creación propia

**Figura 33 URL de referencia.**



Fuente: Creación propia

Seguido se obtiene el URL de referencia igualmente utilizado en la configuración es el caso del proyecto es: <https://domoticaprojectofinal-default-rtdb.firebaseio.com/>

El último paso en la configuración básica de la base de datos es establecer su grado de seguridad.

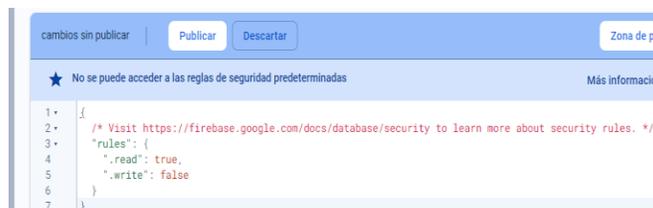
**Figura 34 Configuración de seguridad en base de datos en tiempo real.**



Fuente: Creación propia

En la sección de Realtime Database como se muestra en la figura 34 y 35 se debe de cambiar los parámetros a TRUE. Esto es para establecer una configuración básica.

**Figura 35 Configuración de seguridad en base de datos agregar TRUE**



Fuente: Creación propia

### 5.1.6 APP INVENTOR

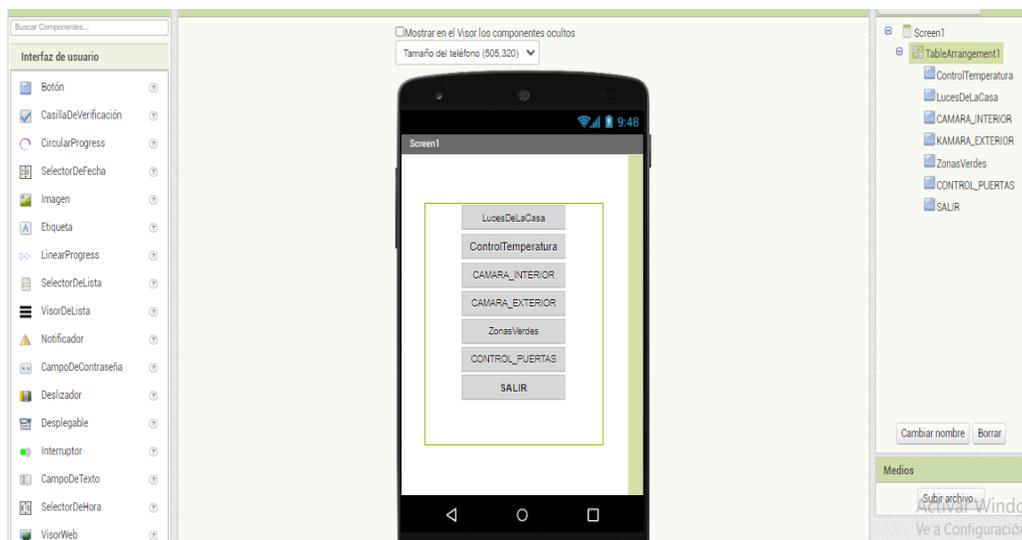
Como ya se ha comentado en el capítulo 4, se nota la importancia del uso de internet y la utilización del teléfono móvil tanto en Costa Rica como a nivel mundial, también a esa creciente atención del uso del móvil, la creación de app en muchas aplicaciones ha hecho que el móvil sea una parte esencial en las personas de hoy en día. Es por ese motivo que se buscó una herramienta HMI, ósea una interfaz hombre máquina que, en este caso, una app es un medio ideal para lograr tal fin. Por lo tanto, APP INVENTOR fue un acierto entrando a la era de las aplicaciones vía teléfono móvil.

Básicamente para el proyecto se utilizaron: Botones, etiquetas, módulo Reloj, extensión y Firebase. Estos son elementos que tiene el software APP INVENTOR que se explicará a continuación.

Botones:

El botón es un elemento de gran importancia en la interacción con el usuario que generalmente es para dar una orden preestablecida a petición del usuario desencadenando una acción (Figura 36).

**Figura 36 Botones de APP INVENTOR**



Fuente: Creación propia

Para que haya una acción se describe con el lenguaje de bloques

**Figura 37 Lenguaje de bloques del MENU PRINCIPAL**



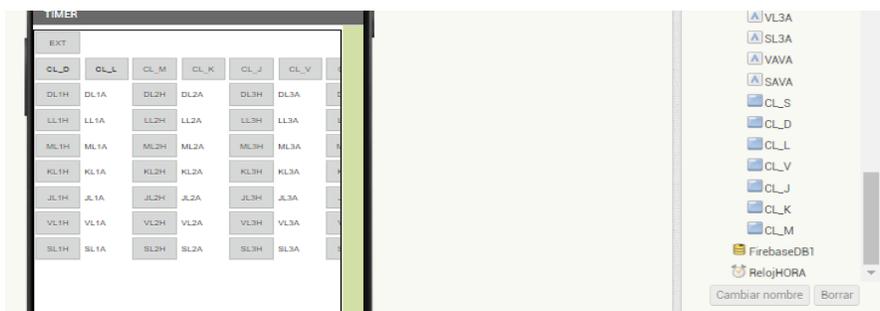
Fuente: Creación propia

En la figura 37 muestra en lenguaje de bloques de la sección del MENU PRINCIPAL, en este caso cuando al botón se le da CLIC, se pueden dar dos eventos: Abrir una pantalla o cerrar la aplicación.

Módulo TIMER:

Esta herramienta se utiliza en la sección TIMER (Figura 38), con ella se obtiene el tiempo, para la función de TEMPORIZADOR (Figura 38).

**Figura 38 Modulo RELOJ**



Fuente: Creación propia

**Figura 39 Temporizador de modulo RELOJ**

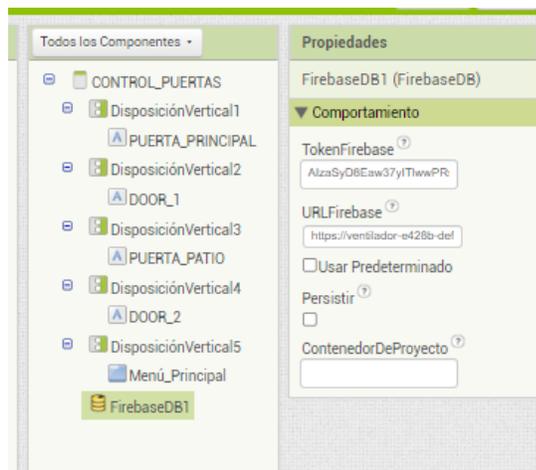


Fuente: Creación propia

#### FIREBASE en APP INVENTOR:

A continuación, se va a dar una breve introducción de la unión de la comunicación de APP INVENTOR a la base de datos FIREBASE. En el proyecto sirve de puente entre APP INVENTOR y esta base de datos.

**Figura 40 Configuración Firebase en APP INVENTOR**



Fuente: Creación propia

En la figura 40 se muestra las claves para tener la comunicación entre APP INVENTOR con FIREBASE. El TokenFirebase es a lo que en Firebase se describe como Clave de API web de la figura 30 y la URL Firebase es lo que se describe como URL de referencia (Figura 33) ambos datos de Firebase se deben de ubicar en esta casilla para establecer la óptima comunicación.

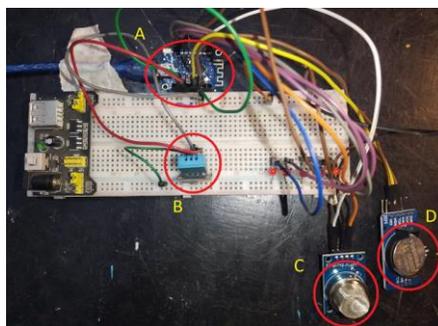
## 5.2 Prototipo

Anteriormente en la etapa de diseño, se comentó sobre la estructura del proyecto, ahora se ampliará. Ya se explicó sobre la base de datos, sobre el software APP INVENTOR, ahora se tomará el enfoque desde el punto de vista de los controladores, en este caso los ESP 32, Wemos D1 R1 mini y el ESP 01 -S.

### 5.2.1 Hardware

En la figura 41 se muestra un prototipo de pruebas en el que se señala con una letra los diferentes componentes que interactúan:

**Figura 41 Prototipo del Proyecto**



Fuente: Creación propia

En la realización de los circuitos para probar el funcionamiento del sistema domótico, se realizó un prototipo como se muestra en la figura 41. En esta mesa de pruebas se incorporó al microcontrolador (A) Controlador Wemos D1 R1, el (B) Sensor de temperatura DHT 11, también el (C) Sensor de Humo MQ-2 y el (D) RTC 3231.

**Figura 42 ESP 01-s Módulo RELAY**



Fuente: Creación propia

También se realizó un circuito de prueba de un sistema domótico para las luces donde se utilizó el ESP 01-S en su módulo con relay (Figura 42).

## 5.2.2 Software

En el desarrollo del software se tienen dos direcciones en las que se debe avanzar, la primera es las generalidades en la programación en los controladores que, aunque no son propiamente Arduino se programan en código IDE, para este caso se verá la programación de las funciones domóticas, primeramente, sus librerías y las credenciales para la comunicación principalmente con la base de datos y con los sensores periféricos al controlador. Para luego ver la programación de bloques que es como se programa en el software APP INVENTOR como se complementa con la programación del controlador.

Programación general de los controladores:

Lo primero que se verá en el código IDE es las librerías útiles para los controladores, primero se mostrará los permisos de acceso a wifi y denominación del tipo de controlador que se va a utilizar en el programa.

```
#if defined(ESP32)
#include <WiFi.h>
#elif defined(ESP8266)
#include <ESP8266WiFi.h>
#endif
```

Lo que sigue es las librerías que habilitan la comunicación con FIREBASE:

```
#include <Firebase_ESP_Client.h>
#include <addons/TokenHelper.h>
#include <addons/RTDBHelper.h>
```

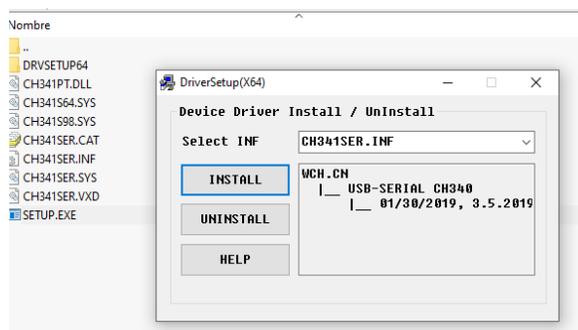
De ellas se puede decir que son librerías que proporcionan la interacción con la API de FIREBASE y por lo que ayudan en la comunicación con la base de datos.

```
#include <Wire.h>
#include "RTClib.h"
RTC_DS3231 rtc;
```

```
#include "DHTesp.h"
```

En la primera línea está la librería que es indispensable con la comunicación I2C que es una comunicación serial con la computadora. Se debe tener en cuenta que en estos controladores el chip que realiza esta operación es generalmente el CH340 por lo que es recomendable instalar el driver de este chip para no tener inconvenientes con el uso del puerto serial del programa IDE.

**Figura 43 Instalación de driver CH340**



Fuente: Creación propia

En la figura 43 se muestra la instalación del driver del chip CH340.

La línea que sigue es de las librerías del DS3231: `#include "RTClib.h"`, es para el óptimo funcionamiento el dispositivo RTCDS3231, igualmente `RTC_DS3231 rtc;` es la creación de un objeto para el desempeño de este mismo dispositivo.

Finalmente, la librería `#include "DHTesp.h"` es la que habilita el funcionamiento de el sensor DHT11.

En las líneas siguiente del código IDE que se utilizó en los controladores se verá las credenciales para la comunicación de la base de datos FIREBASE con el controlador:

```
#define WIFI_SSID "Nombre de la red wiFi"
#define WIFI_PASSWORD "Contraseña de la red wiFi"
#define API_KEY "Clave de API web "
#define USER_EMAIL "Correo usado para la autenticación de la base de datos FIREBASE"
#define USER_PASSWORD "Contraseña del correo"
#define DATABASE_URL "URL de referencia"
```

```
#define DATABASE_SECRET "DATABASE_SECRET"
```

Como se había anotado en la sección 5.1.5 que URL de referencia y Clave de API web se utilizarían en la programación del controlador, con esto se da las credenciales para la comunicación con la base de datos y también su autenticación con el correo y contraseña de correo inscrito cuando se instalaba la base de datos.

Lo siguiente que se va a analizar es la configuración de enlace a la base de datos. En las siguientes líneas, primero se declaran las variables a utilizar, después las líneas que van dentro del setup del programa IDE.

```
FirestoreData fbd;
```

```
FirestoreAuth auth;
```

```
FirestoreConfig config;
```

La primera línea se crea un puntero objeto de la base de datos, esta es para la autenticación y la siguiente para la configuración.

```
config.api_key = API_KEY;
```

```
auth.user.email = USER_EMAIL;
```

```
auth.user.password = USER_PASSWORD;
```

```
config.database_url = DATABASE_URL;
```

Al puntero objeto (config) se obtiene la API WEB y la URL de referencia ya registradas, también el puntero objeto (auth) que sirve para la autenticación donde está el correo y la contraseña de usuario de la base de datos.

```
Firestore.reconnectWiFi(true);
```

```
String base_path = "/UsersData/";
```

```
config.token_status_callback = tokenStatusCallback;
```

```
Firestore.begin(&config, &auth);
```

En las líneas anteriores se muestra las autorizaciones de red (Firestore.reconnectWiFi), la ruta, el token y la iniciación de la contraseña y autorización de la base de datos (Firestore.begin(&config, &auth)). Para la sección 5.3 se describirá los elementos del software que se realizaron en la implementación.

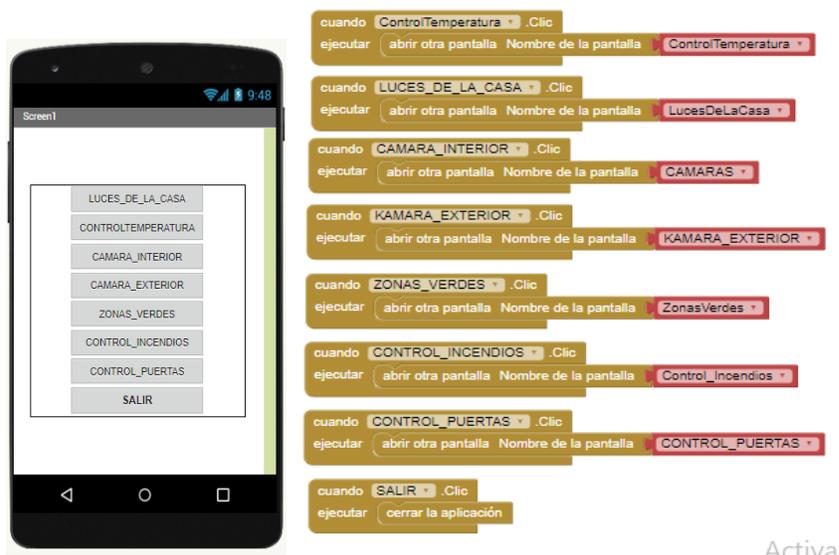
## 5.3 Implementación

### 5.3.1 Menú Principal:

Esta sección concreta la puesta en marcha del sistema domótico donde se procederá a explicar cada punto en el orden dado en el diagrama de bloques de la figura 24 que se ubica en este capítulo 5.

Lo primero que se verá es el menú del sistema domótico y su interacción con el usuario.

**Figura 44 Modulo Menú Principal**



Fuente: Creación propia

En la figura 44 se aprecia los botones y la programación en bloques de la acción de los botones cuando hacen clic, después se ejecuta la orden determinada por lo que en esta pantalla está meramente orientada al direccionamiento hacia las otras pantallas y sus diferentes funciones.

### 5.3.2 Control de temperatura:

El control de temperatura tiene como dispositivo central al sensor DHT11. Se va a hacer una descripción de las líneas en el controlador Wemos D1 R1 mini.

```
int pinDHT = 2;
```

```
DHTesp dht;
```

```
float t;
```

En las anteriores líneas se nombra las variables y ubicación del pinDHT, en el pin GPIO 2 del controlador, se nombra una variable flotante “t” y un objeto dht de la librería del sensor de temperatura. La subrutina “getTemperatura” del sensor de temperatura se muestra en las siguientes líneas:

```
float getTemperatura(){
```

```
TempAndHumidity data = dht.getTempAndHumidity();
```

```
//Mostramos los datos de la temperatura y humedad
```

```
Serial.println("Temperatura: " + String(data.temperature, 2) + "°C");
```

```
t = data.temperature;
```

```
return t;
```

La subrutina retorna un valor flotante “t” de la temperatura dada por el sensor, y este dato numérico en el loop se envía a la base de datos con las siguientes líneas:

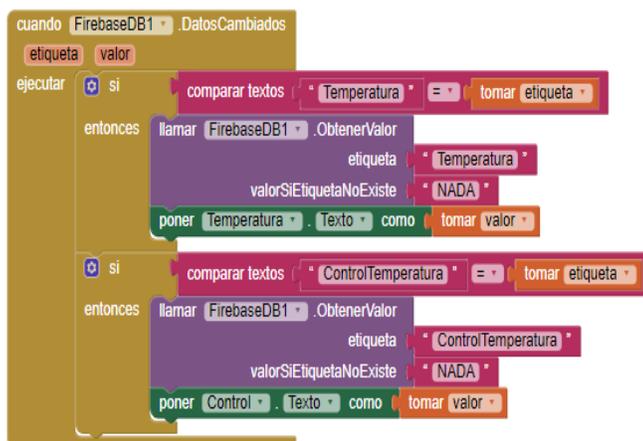
```
String path = "Temperatura/";
```

```
float t = getTemperatura();
```

```
Firebase.RTDB.setFloat(&fbdo,path,t);
```

Como se muestra en la sección 5.2 “path” es la etiqueta que se va a mostrar en la base de datos donde se sumaría el dato “t” de la subrutina “getTemperatura”, en la línea “Firebase.RTDB.setFloat(&fbdo,path,t); se ingresa en la base de datos FIREBASE y APP INVENTOR el dato “t” flotante de la etiqueta “Temperatura” tal como se muestra en la figura 45 y 46 respectivamente.

**Figura 45 Instrucciones de modulo Control de Temperatura**



Fuente: Creación propia

**Figura 46 Etiquetas de base de datos FIREBASE y APP INVENTOR.**

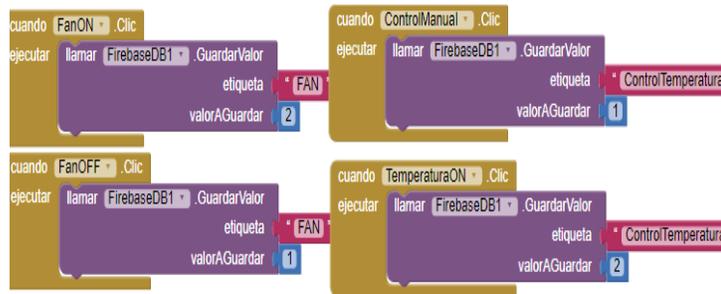


Fuente: Creación propia

En la figura 46 se nota en el recuadro la etiqueta Temperatura con el valor del sensor que se va a mostrar en el teléfono móvil en la aplicación APP INVENTOR.

También en la figura 46 se muestra la forma manual que utiliza los botones FanON y FanOFF donde activa un ventilador para bajar la temperatura y en la figura 47 se muestra la programación de bloques del CONTROL DE TEMPERATURA.

**Figura 47 Etiquetas FAN y Control de Temperatura**



Fuente: Creación propia

```
if((fan == "1")&&( controlFAN == "1"))digitalWrite (16,LOW);

else if((fan == "2")&&( controlFAN == "1"))digitalWrite (16,HIGH);

if(( t > 28)&&(controlFAN == "2"))digitalWrite (16,HIGH);

else if(( t <= 28)&&(controlFAN == "2"))digitalWrite (16,LOW);
```

La lectura de la temperatura obtenida con el sensor DHT11 y transformada en un número flotante por el programa está a merced de los cambios climatológicos de manera que, si supera los 28 grados centígrados, siempre y cuando el controlFAN hace igual a 2 (Función Programada) que corresponde a un control automático. Este activará el ventilador hasta que haya un cambio de la habitación con una temperatura inferior a los 28 grados centígrados, si controlFAN es igual a 1 (Control Manual) estaría regido bajo un control manual funcionando si el valor “fan” es 2 que activará el ventilador y si dato corresponde a 1 estará desactivado. Estos valores el controlador los obtiene de la base de datos FIREBASE.

### 5.3.3 Control de accesos ó puertas:

El control de puertas tiene como dispositivo central al sensor DHT11. Se va a hacer una descripción de las líneas en el controlador Wemos D1 R1 mini.

```
String puertaPrincipal;
```

```
String puertaTrasera ;
```

```
pinMode(16, INPUT); // pin para puerta PRINCIPAL
```

```
pinMode(2, INPUT); // pin para puerta TRASERA
```

En las anteriores líneas se nombra las variables en forma de cadenas porque lo que se va a enviar por parte del ESP8266 serán las palabras “ABIERTO” O “CERRADO”, en los pines GPIO 16 y 2 son los seleccionados para el control de cada puerta por parte del controlador. Se muestra en las siguientes líneas el manejo como se registró el ingreso de las variables:

```
if(digitalRead(16)==0){ puertaPrincipal = "ABIERTA";}
```

```
else{ puertaPrincipal = "CERRADA";}
```

```
if(digitalRead(2)==0){ puertaTrasera = "ABIERTA";}
```

```
else{ puertaTrasera = "CERRADA";}
```

El comando digitalRead usado en el if, tiene como función leer el dato ingresado de manera que si se configuró si el acceso está abierto es un cero lógico sino si está cerrado es un uno lógico.

```
String path_P = "PUERTA_PRINCIPAL";
```

```
String path_T = "PUERTA_TRASERA";
```

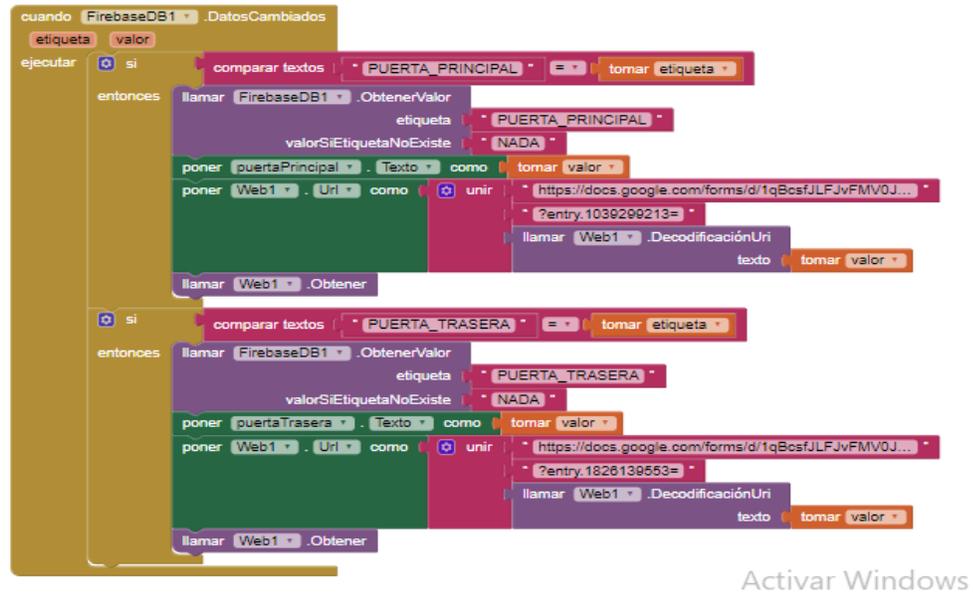
```
Firestore.RTDB.setString(&fbdo,path_P,puertaPrincipal);
```

```
Firestore.RTDB.setString(&fbdo,path_T,puertaTrasera);
```

Se crea dos variables “path” para que sean usados en el programa Firebase como etiquetas, en las dos siguientes líneas se ingresa los datos y se envían a la base de datos.

`Firestore.RTDB.setString(&fbdo,path_T,puertaTrasera);` se ingresa en la base de datos FIREBASE y APP INVENTOR el dato “puertaTrasera como string de la etiqueta “PUERTA TRASERA” tal como se muestra en la figura 48 y 49 respectivamente.

**Figura 48 Instrucciones de modulo Control de Puertas**



Fuente: Creación propia

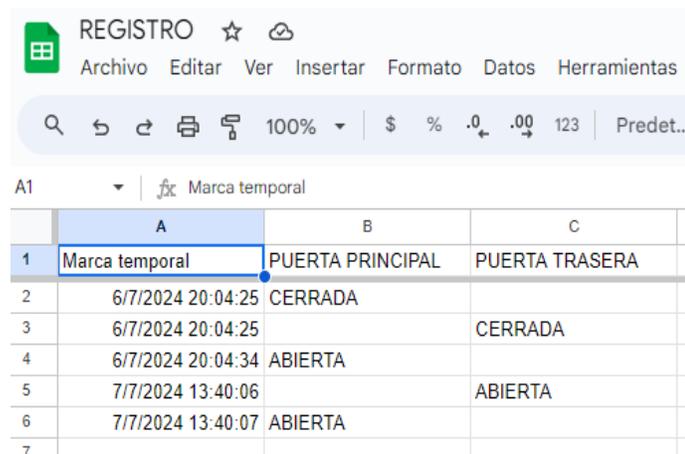
**Figura 49 Etiquetas de base de datos FIREBASE y APP INVENTOR CONTROL DE ACCESOS DE PUERTAS**



Fuente: Creación propia

EL sistema de control de puertas se tiene un registro o bitácora de cuando se abrió o cerro una puerta esto se obtuvo con la ayuda de un archivo Excel de GoogleSheet como se muestra en la figura 50.

**Figura 50 Bitácora de eventos con Googlesheet**



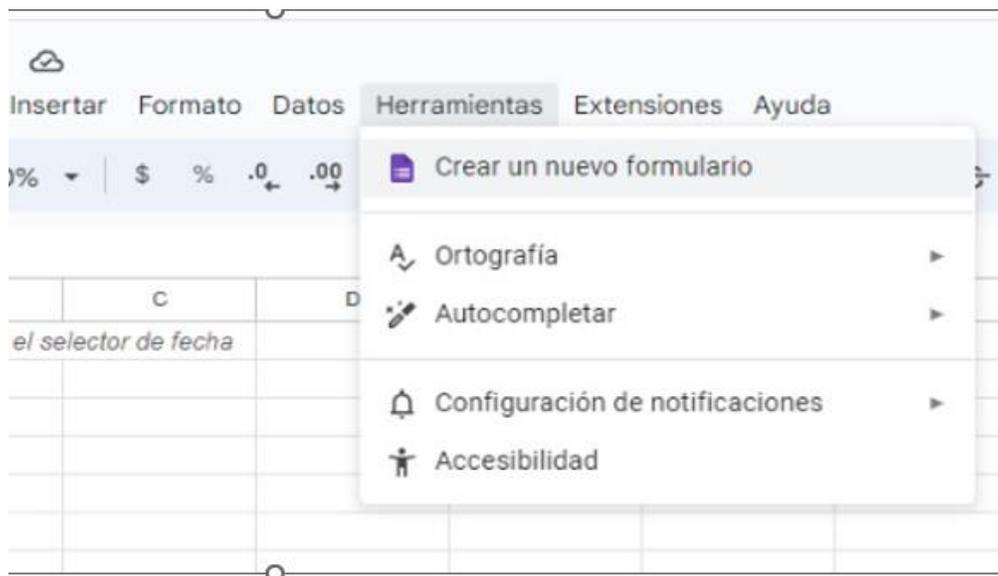
	A	B	C
1	Marca temporal	PUERTA PRINCIPAL	PUERTA TRASERA
2	6/7/2024 20:04:25	CERRADA	
3	6/7/2024 20:04:25		CERRADA
4	6/7/2024 20:04:34	ABIERTA	
5	7/7/2024 13:40:06		ABIERTA
6	7/7/2024 13:40:07	ABIERTA	
7			

Fuente: Creación propia

En este registro se muestra en la columna marca temporal cuando ocurrió un evento ya sea que se abrió o cerro un acceso de vivienda.

Para tener esta bitácora lo primero que se debe hacer es crear un archivo en GoogleSheet se ingresa en la sección de Herramientas: Crear un nuevo formulario. Figura 51

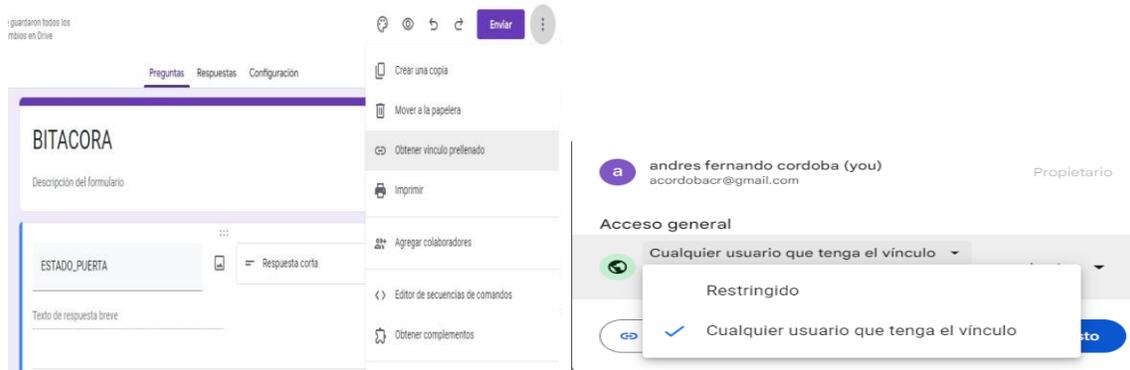
**Figura 51 Crear un nuevo formulario sección Herramientas de GoogleSheet**



Fuente: Creación propia

Se cambia el nombre a BITACORA o REGISTRO y en la esquina superior derecha en los tres puntos de selecciona: Obtener vinculo prellenado. Y en el botón superior derecho de la hoja de cálculo se da compartir y se da clic en compartir por cualquier usuario. Figura 52.

**Figura 52 Configuración de bitácora de eventos**



Fuente: Creación propia

Se selecciona en la barra de direcciones lo que se despliega hasta el símbolo “/”.  
Figura 53

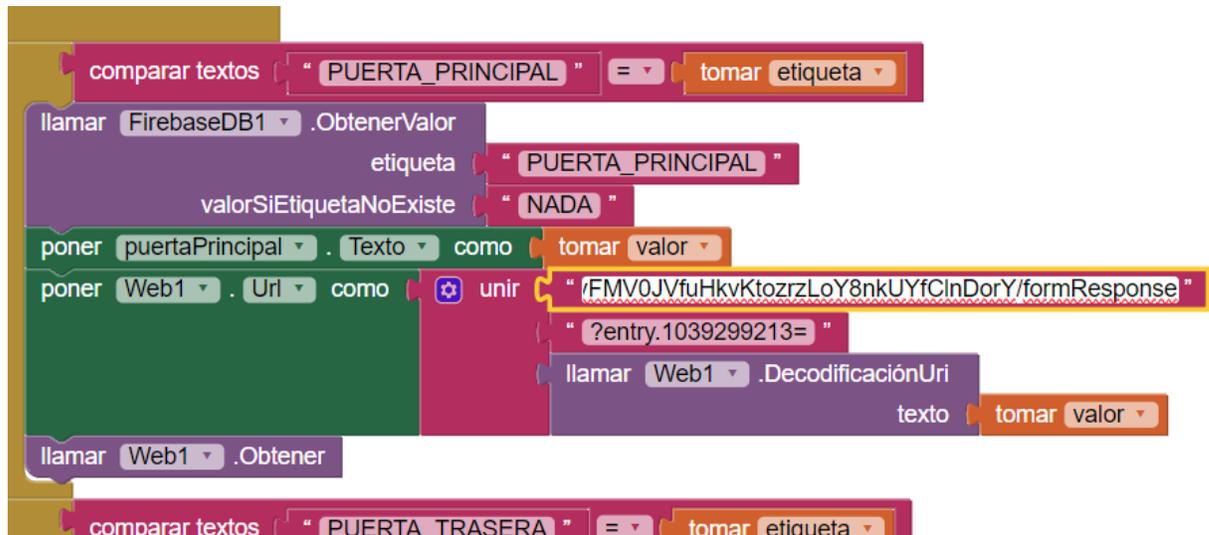
**Figura 53 Selección de dirección**



Fuente: Creación propia

Es dato es importante porque es el que se va a redirigir los datos que ingresen desde Firebase a el archivo Excel como se muestra en la Figura 54 se esta dirección es importante decir que se debe agregar la terminación **/formResponse**

**Figura 54 Configuración para ingresar datos de Firebase a Googlesheet**



Fuente: Creación propia

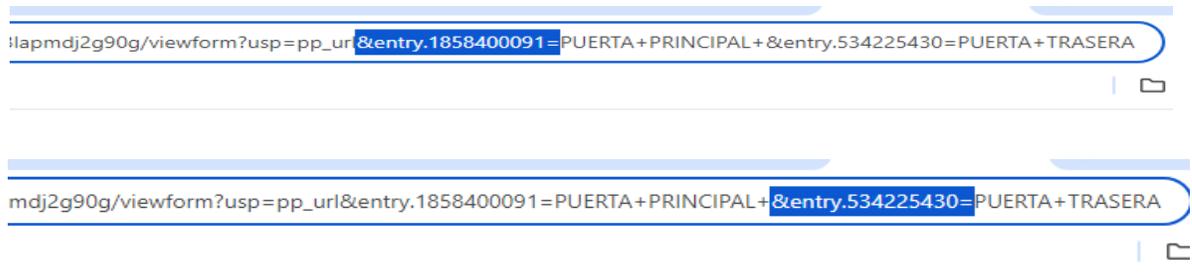
Una vez se dio clic en vinculo prellenado y se desplego la pantalla como en la Figura 53 es hora de rellenar con respuestas corta que la vez funcionaran de títulos en las columnas de la hoja Excel que se está creando en este caso se digita: PUERTA PRINCIPAL, luego se crea otra respuesta y se digita PUERTA TRASERA.

**Figura 55 Creación de bitácora de eventos**

Fuente: Creación propia

Seguido a esta acción se da clic en **Obtener vinculo** ese dato se puede copiar en una hoja de texto o también poner la barra de direcciones. Figura 56

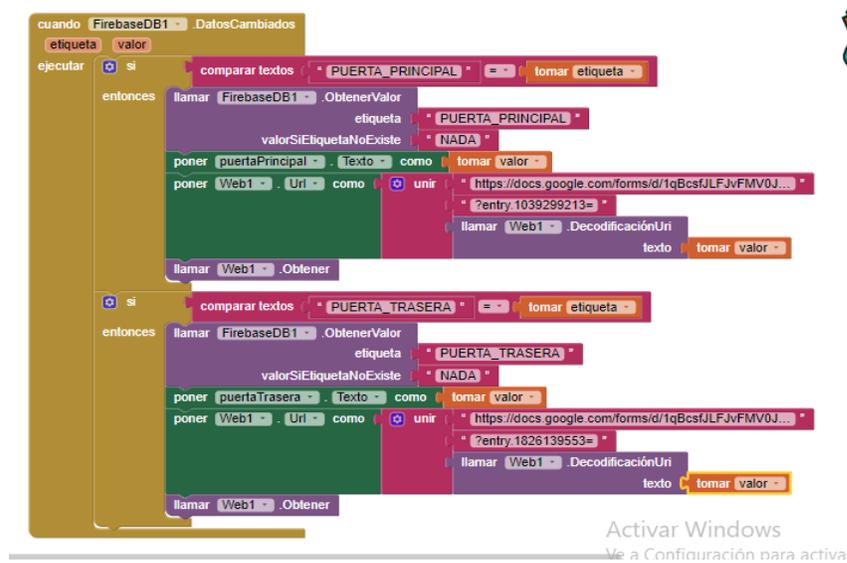
**Figura 56 Obtener vinculo para direccionar datos del controlador**



Fuente: Creación propia

Se observa en la figura 56 que se marcó unos datos anteriores a los nombres clave de PUERTA PRINCIPAL y PUERTA TRASERA esos datos son muy importantes para ingresarlos en APP INVENTOR con la excepción de que se cambia el símbolo “&” por el símbolo “?” porque esto hace que se captura letras o cadenas de caracteres y no números a como está configurado originalmente. Figura 57

Figura 57 Código de bitácora en APP INVENTOR



Fuente: Creación propia

La anterior figura se interpreta de la siguiente manera: Ocurre un evento en una de las puertas con sensores, el controlador registra el evento y manda el dato a FIREBASE. Según el programa que se muestra en la figura 57: Si ocurre un cambio en la base de datos este compara el dato si es diferente lo almacena en la etiqueta. Además, con el bloque WEB une a la dirección URL el dato de la etiqueta valor.

#### 5.3.4 Riego de áreas verdes.

En el control de riego de áreas verdes, está ligado a TEMPORAZADOR que se explicó su funcionamiento en este capítulo. El sistema de riego de áreas verdes es básicamente un control automático (TIMER) y un control manual. Utiliza en controlador Wemos D1 R1 mini.

```
String areaVerde = "";
```

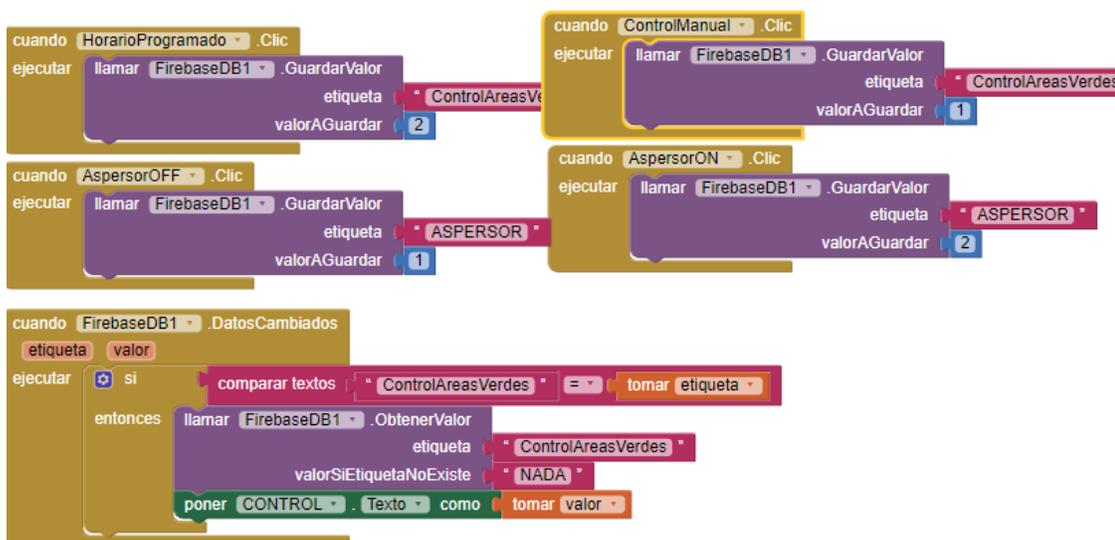
```
pinMode(15, OUTPUT);
```

En las anteriores líneas se nombra las variables y ubicación del pin, en el pin GPIO 15 del controlador, el funcionamiento se muestra en las siguientes líneas:

```
if((areaVerde == "1")&&( controlAV == "1"))digitalWrite (15,LOW);
```

```
else if((areaVerde == "2")&&( controlAV == "1"))digitalWrite (15,HIGH);
```

Figura 58 Instrucciones de modulo Control de áreas verdes



Fuente: Creación propia

El funcionamiento del programa de bloques del programa APP INVENTOR donde se ingresa los datos desde el celular por medio de las bandera ASPERSOR y ControAreasVerdes , en las siguientes líneas se muestra la comunicación HMI por medio del teléfono móvil que pasaría los datos en almacenarse en FIREBASE y finalmente se ingresar las variables en el controlador para su uso. Figura 59 .

```

if(Firebase.RTDB.getString(&fbdo,"ControlLucesCasa")) {

control = fbdo.stringData();}

if(Firebase.RTDB.getString(&fbdo, "ASPERSOR")) {

areaVerde = fbdo.stringData();}

```

**Figura 59 Etiquetas de base de datos FIREBASE y APP INVENTOR para control de ÁREAS VERDES**



Fuente: Creación propia

### 5.3.5 Control de Humo:

El control de humo tiene como dispositivo central al sensor MQ-2. A continuación se nombran las variables líneas en el controlador Wemos D1 R1 mini.

```
int VALOR;
```

```
VALOR = analogRead(A0);
```

```
pinMode(10, OUTPUT);
```

En las anteriores líneas se nombró la variable y ubicación del pin analógico 0, en el pin GPIO 0 del controlador, se nombra una variable entera "VALOR" y también el pin GPIO 10 como salida para el ASPERSOR. El valor que en este caso se va a asignar para detectar gas GLP es de 250 ppm con este valor el valor mandara una señal para que empiece a activarse el ASPERSOR de agua.

```
if((ASPERSOR_HUMO == "1")&&( Control_HUMO == "1"))digitalWrite (10,LOW);
```

```
else if((ASPERSOR_HUMO== "2")&&( Control_HUMO == "1"))digitalWrite (10,HIGH);
```

```
if(( VALOR> 250)&&( Control_HUMO == "2"))digitalWrite (10,HIGH);
```

```
else if(( VALOR <= 250)&&( Control_HUMO == "2"))digitalWrite (10,LOW);
```

**Figura 60 Instrucciones de modulo Control de Incendios**

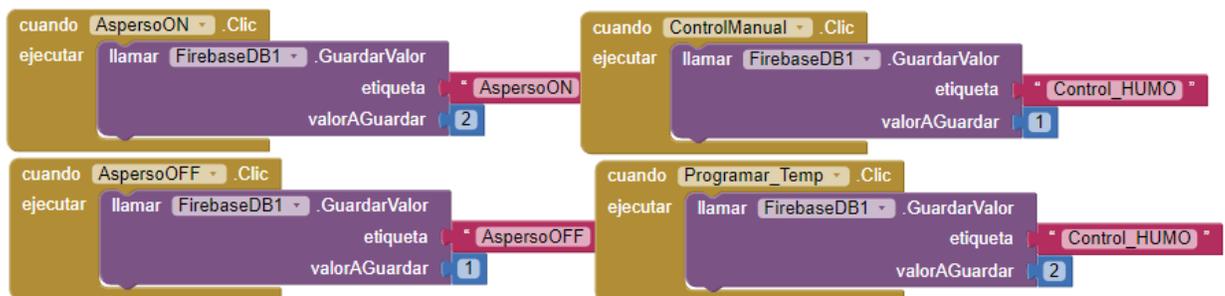


Fuente: Creación propia

En la figura 60 se nota en el recuadro la etiqueta VALOR con el valor del sensor que se va a mostrar en el teléfono móvil en la aplicación APP INVENTOR.

También en la figura 61 se muestra la forma manual que utiliza los botones AspensorON y AspensorOFF donde activa un aspensor de agua para eliminar el humo o fuego.

**Figura 61 Etiquetas ASPERSOR y Control de Incendios**



Fuente: Creación propia

### 5.3.6 Control de luces:

En el control de luces se asigna las siguientes variables en el controlador Wemos D1 R1 mini:

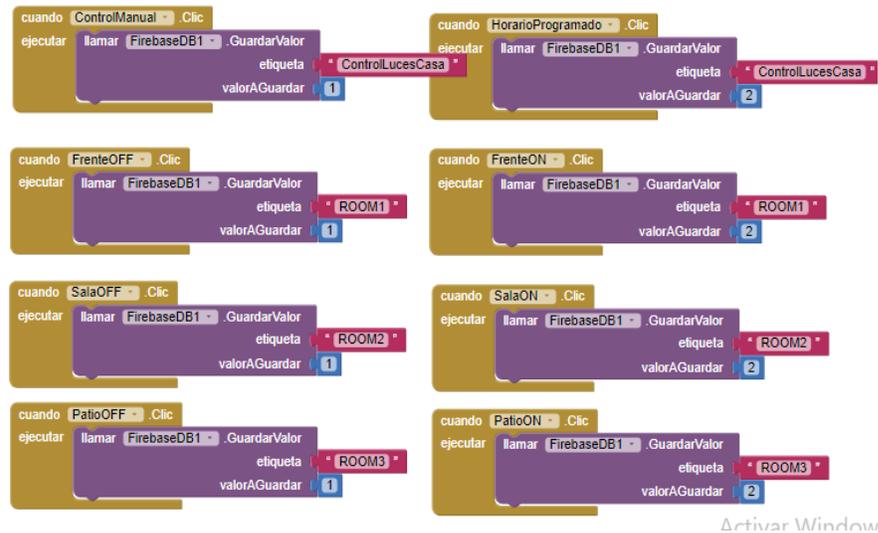
```
String control = "";  
  
String room1 = "";  
  
String room2 = "";  
  
String room3 = "";  
  
pinMode(12, OUTPUT);  
  
pinMode(13, OUTPUT);  
  
pinMode(14, OUTPUT);
```

En las anteriores líneas se nombra las variables y ubicación de los pines GPIO 12, GPIO 13 y GPIO 14 del controlador, se nombra las variables String room1, room2 y room3. En las siguientes líneas se muestra la obtención de los datos de FIREBASE para utilizar en el controlador.

```
if(Firebase.RTDB.getString(&fbdo,"ControlLucesCasa")) {  
    control = fbdo.stringData();  
  
if(Firebase.RTDB.getString(&fbdo, "ROOM1")) {  
    room1 = fbdo.stringData();  
  
if(Firebase.RTDB.getString(&fbdo, "ROOM2")) {  
    room2 = fbdo.stringData();  
  
if(Firebase.RTDB.getString(&fbdo, "ROOM3")) {  
    room3 = fbdo.stringData();
```

En la figura siguiente se muestra la programación en APP INVENTOR.

Figura 62 Variables de FIREBASE que se utilizan en el controlador



Fuente: Creación propia

Figura 63 Comandos del Control de luces



Fuente: Creación propia

Las siguientes líneas son las que utiliza el controlador para que en su modo MANUAL encienda o apague las luces se nota un if con una llave lógica AND (&&) en el que tiene que cumplir los dos requerimientos para acceder a la orden asignada.

```

if((room1 == "1")&&( control == "1"))digitalWrite (14,LOW);
else if((room1 == "2")&&( control == "1"))digitalWrite (14,HIGH);

if((room2 == "1")&&( control == "1"))digitalWrite (12,LOW);
else if((room2 == "2")&&( control == "1"))digitalWrite (12,HIGH);

if((room3 == "1")&&( control == "1"))digitalWrite (13,LOW);

```

```
else if((room3 == "2")&&( control == "1"))digitalWrite (13,HIGH);
```

Figura 64 Etiquetas de base de datos FIREBASE y APP INVENTOR de control de luces

The image shows the Realtime Database interface with a list of data points for a project. The data points are:

- ASPERSOR: "1"
- ControlAreasVerdes: "1"
- ControlLucesCasa: "1"
- ROOM1: "2"
- ROOM2: "2"
- ROOM3: "2"

To the right of the database interface is a control panel with several buttons:

- ControlManual-1
- 2-HorarioProgramado
- Estado\_Actual\_Control: 1
- FrenteON
- FrenteOFF
- SalaON
- SalaOFF
- PatioON
- PatioOFF
- TIMER
- MenüPrincipal

Fuente: Creación propia

### 5.3.7 Sistema de cámaras:

Para el uso de este sistema se utilizó el dispositivo ESP32CAM. Es cámara tiene un programa interno en el que se utiliza en el programa IDE de Arduino:

Figura 65 Programa para manejo de ESP32CAM

The image shows the Arduino IDE interface with the camera\_index.h and camera\_pins.h files open. The camera\_index.h file contains the following code:

```
12 // =====
13 // Select camera mod
14 // =====
15 //
16 //define CAMERA_MOD
17 #define CAMERA_MODEL
18 //define CAMERA_MOD
19 //define CAMERA_MOD
20 //define CAMERA_MOD
21 //define CAMERA_MOD
22 //define CAMERA_MOD
23 //define CAMERA_MOD
```

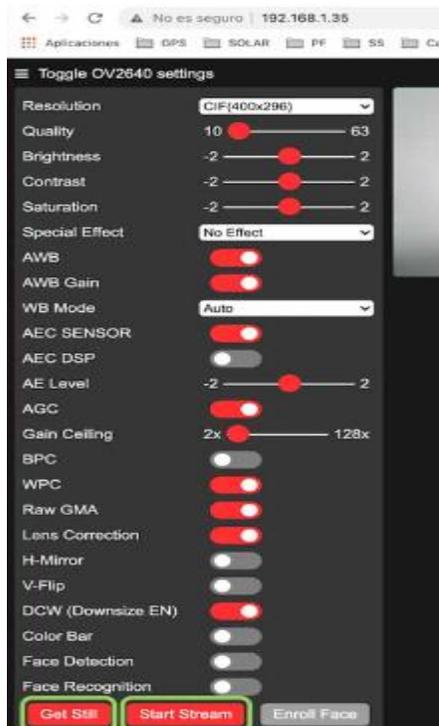
The camera\_pins.h file contains the following code:

```
1 // =====
2 // Select camera mod
3 // =====
4 //
5 //define CAMERA_MOD
6 #define CAMERA_MODEL
7 //define CAMERA_MOD
8 //define CAMERA_MOD
9 //define CAMERA_MOD
10 //define CAMERA_MOD
11 //define CAMERA_MOD
12 //define CAMERA_MOD
```

Fuente: Creación propia

Una conectada la cámara e instalado el programa se corre lo cual despliega la siguiente pantalla:

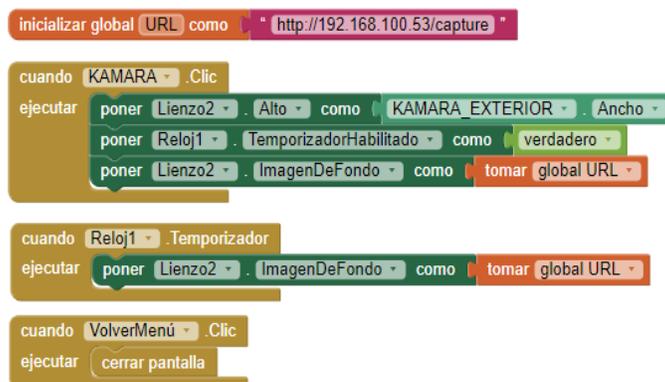
**Figura 66 Pantalla desplegada del ejemplo de IDE de Arduino.**



Fuente: Creación propia

De la pasada imagen se copia la dirección de la barra de direcciones. Y luego esta se escribe como una variable global como se nota en la figura siguiente:

**Figura 67 Programa de bloques para sistema de cámara**



Fuente: Creación propia

En la figura 67 se nota también la presencia de un temporizador es lo que hace es ralentizar un poco la imagen para que no se sature la señal. En la figura 68 se demuestra el valor asignado al temporizador el cual es de 200 milisegundos.

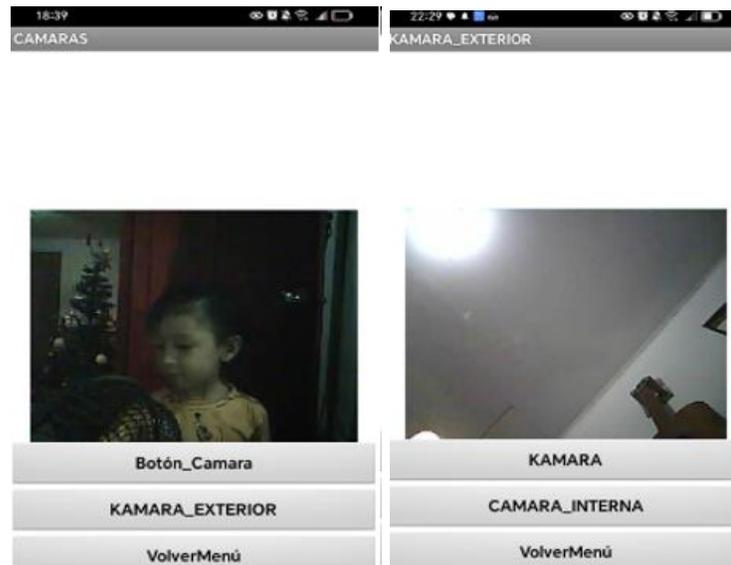
**Figura 68 Diagrama de diseño en APP INVENTOR**



Fuente: Creación propia

Una vez implementado se despliega las imágenes en las dos cámaras del sistema.

**Figura 69 Imágenes de cámaras del sistema doméstico**



### 5.3.8 Creación de maqueta.

A continuación, se muestra una serie de fotografías de la maqueta que se utiliza para la demostración del funcionamiento del sistema domótico. La ejecución de los diferentes dispositivos ya ha sido comentada anteriormente. En esta parte solamente se verá su ubicación en la maqueta.

**Figura 70 Maqueta realizada para demostración**



Fuente: Creación propia

**Figura 71 Sensor de puerta y Cámara**



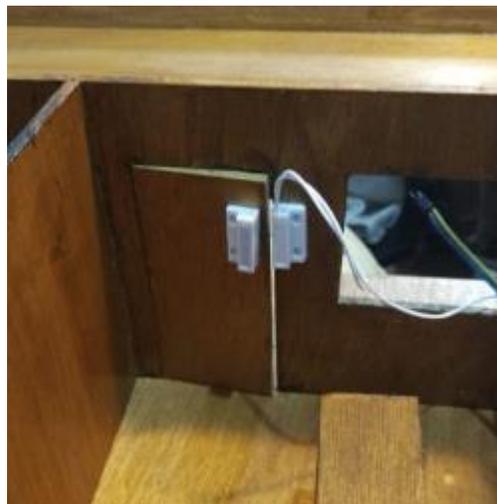
Fuente: Creación propia

**Figura 72 Sensores de temperatura, de humo y Cámara**



Fuente: Creación propia

**Figura 73 Sensor de acceso de puerta trasera**



Fuente: Creación propia

## 5.4 Análisis de costos

En la siguiente tabla se observa y detalla el costo de los materiales implementados en el prototipo del proyecto:

**Tabla 7 Precios de los dispositivos**

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Imagen
2	ESP32 CAM	8500	
5	ESP01 RELAY MODULO	2500	
5	ESP8266 ESP-01	3500	
1	Wemos D1 Mini	5500	
2	Mini bomba de agua sumergible	2000	
2	Switch magnetico para puertas	1500	
1	Sensor detector de humo MQ-2	3500	
1	RTC DS 3231 Reloj	3500	
1	DHT 11 sensor de temperatura	2200	
1	Ventilador para Raspberry	3500	
	<b>TOTAL:</b>	72200	

Fuente: Creación propia

Lo introducido en la tabla 7 son los principales materiales y sus precios. Hay materiales que no se contemplan.

Para seguir con el desglose de costo en la creación de este sistema domótico se estima que el tiempo en investigación, planeación, compra de dispositivos, implementación en prototipo, creación de maqueta, pruebas de los dispositivos del proyecto, ronda las 220 horas. En la figura 49 se muestra el salario base de un bachiller universitario que es de 638 299.51 colones, si se evalúa bajo un horario de 8 horas, 40 horas semanales. Esto daría que en promedio la hora de un bachiller ronda los 4000 colones.

### Salarios mínimos del Ministerio de Trabajo de Costa Rica

#### SIGLAS Y SALARIOS MÍNIMOS

TONC	Trabajador en Ocupación No Calificada	¢ 11.953,65
TOSC	Trabajador en Ocupación Semicalficada	¢ 12.998,72
TOC	Trabajador en Ocupación Calificada	¢ 13.448,72
TOE	Trabajador en Ocupación Especializada	¢ 15.613,91
TES	Trabajador de Especialización Superior	¢ 24.231,19
TONCG	Trabajador en Ocupación No Calificada (Genérico)	¢ 358.609,50
TOSCG	Trabajador en Ocupación Semicalficada (Genérico)	¢ 389.961,60
TOCG	Trabajador en Ocupación Calificada (Genérico)	¢ 403.461,60
TMED	Técnico Medio en Educación Diversificada	¢ 422.798,93
TOEG	Trabajador en Ocupación Especializada (Genérico)	¢ 463.248,99
TEdS	Técnico de Educación Superior	¢ 521.053,17
DES	Diplomado de Educación Superior	¢ 562.756,90
Bach.	Bachiller Universitario	¢ 638.299,51
Lic.	Licenciado Universitario	¢ 765.985,67

**\*Salario Mínimo Mensual.**

El Salario Mínimo que no tiene ninguna indicación (\*), está por jornada ordinaria

Fuente: [https://www.mtss.go.cr/temas-laborales/salarios/Documentos-Salarios/lista\\_salarios\\_2024.pdf](https://www.mtss.go.cr/temas-laborales/salarios/Documentos-Salarios/lista_salarios_2024.pdf)

Por lo que en la siguiente tabla se desglosa las actividades y el tiempo invertido en la creación de este proyecto.

**Tabla 8 Desglose de mano de obra en el proyecto.**

Rubro	Cantidad de horas	Costo unitario (₡)	Costo total (₡)
Programación de controladores	40	4000	160000
Programación en APP INVENTOR	50	4000	200000
Programación en FIREBASE	20	4000	80000
Cálculos para diseñar el circuito	10	4000	40000
Tiempo invertido en compra de dispositivos	10	4000	40000
Construcción de maqueta	20	4000	80000
Documentación (Leyendo revistas, viendo videos, leyendo libros)	40	4000	160000
Pruebas de dispositivos	30	4000	120000
<b>Total</b>	<b>220</b>		<b>880000</b>

Fuente: Creación propia

Por lo tanto, lo invertido en este proyecto sumando la mano de obra y el gasto en materiales es de ₡952.200.

A estos resultados que son estrictamente suma de cantidades y cálculo de actividades, toca comentar que, en lo referente a el tiempo de creación del proyecto, hay tiempo de investigación, de creación, de prueba y error, la creación de la maqueta, la programación en los 3 software involucrados. Todo este tiempo que repercute en la cantidad de 880000 colones o 220 horas, esto se reducirá significativamente si pasase el producto a una etapa de producción y mercadeo. Posiblemente la rebaja en el tiempo de producción sea de menos de un 50% o menos, tal vez 60% por que ya el software estaría hecho. Claro, este producto tiene que amoldarse a cada una de las viviendas donde se aplicaría, pero si se piensa por ejemplo hipotético que, si se tuviera que realizar este mismo trabajo en una casa de habitación real con la misma cantidad de dispositivos, solo se sumaría el tiempo de traslado, la instalación de los dispositivos, la programación en la red local de la vivienda y la instalación en todos los teléfonos móviles de los integrantes del aposento. En fin, básicamente tiempo de instalación y de traslado, dejando también un costo integrado para futuras mejoras e investigaciones de nuevos aspectos en el tema de la domótica e inmótica. Así como se está planteando en este ejemplo un producto terminado, como un 60% menos de tiempo invertido, sería de 88 horas sin considerar el tiempo de traslado, el precio será de 352.000 colones, sumándole los 72.200 colones de los materiales el producto estaría en 424.200 colones lo que es un

precio bastante competitivo en el mercado de la domótica siendo muy factible su implementación como negocio.

## **CAPÍTULO VI**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.5 CONCLUSIONES.

Se concluye que, si bien el sistema domótico funciona, tiene mucho tiempo de retraso debido a su autenticación por correo de la base de datos

El uso de este sistema domótico es útil para una vivienda, pero no para inmuebles más grandes, debido a que utiliza las credenciales de una red Wi-Fi y no puede tener dos o más redes controladas a la vez.

El programa APP INVENTOR fue una útil herramienta para obtener los resultados requeridos que fueron: Poder realizar una app sin tener muchos conocimientos de programación y además este programa es compatible con FIREBASE lo que fue de gran ayuda.

La base de datos FIREBASE tiene un problema en la acumulación de información con su versión gratuita que es la que se está utilizando en este proyecto. Tiene un espacio de almacenamiento de 1 GB de memoria. Si se sobrepasa esta cantidad, se tendría que comprar un paquete de servicio. Pero debido a que el consumo de memoria que no es demasiado, los datos guardados no generar un consumo de memoria importante.

La utilización del protocolo wifi IEEE 802.1 se puede decir que no es el más conveniente para utilizar un gran número de dispositivos, debido a su gran consumo de ancho de banda. Para efectos de este proyecto fue útil sin embargo para una mejor optimización se puede utilizar otros protocolos más livianos como Zigbee y Z-Wave.

El uso de APP INVENTOR con se ha señalado fue para facilitar la utilización de software para la creación de app y su programación en ese sentido se pudo utilizar y sacar gran provecho, sin embargo, es un medio de inicio para avanzar en la creación de mejores apps con interfaces visualmente más atractivas donde se pueda tener un rango mayor de herramientas para crear una app más bonita. Para este punto en lo que se

refiere a la creación de mejores apps existen una comunidad de usuarios que ofrecen extensiones al software con muchas mejoras personalizadas.

## **5.6 RECOMENDACIONES.**

Se recomienda utilizar como una ampliación de este sistema domótico, el uso de MQTT es que un protocolo liviano de mensajería de máquina a máquina, de publicación y suscripción. Con este protocolo se optimizaría en gran medida este sistema. Esto pensando en que si bien el uso de la red Wi-Fi es lo más fácil de usar, no es realmente lo mejor para el mundo IoT, por que entre más dispositivos este conectados, menor será el ancho de banda en la red, de allí la recomendación de aplicar un protocolo como el MQTT que es más liviano y mejor adaptado para la domótica.

Para una mejor comunicación al usuario, se podría crear o utilizar sistemas de comunicación de voz como Alexa o Google.

Mejorar el sistema domótico con un sistema de vigilancia como, por ejemplo: Utilizando un televisor inteligente con comando de voz, así si hay una emergencia, al usuario se le puede mostrar una advertencia en la pantalla y este poder ver el video del suceso en el mismo televisor.

## BIBLIOGRAFÍA

Alemán, I., Arias, C., Calderón, L., & Carballo, J. (2016). *Estadísticas del sector de telecomunicaciones. Costa Rica. 2016.*

Barneto, J. M. (28 de febrero de 2023). <https://sistemas24h.com/blog>. Obtenido de <https://sistemas24h.com/>: <https://sistemas24h.com/en/blog/who-invented-domotics/>

Catucuamba, B., & Quinga, A. (2010). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO CONTADOR DE PERSONAS EN SITIOS CERRADOS UTILIZANDO EL SENSOR PIR (PIROELECTRIC INFRARED RADIAL) Y UN SENSORES DE ULTRASONIDO.*

Del Cid, A., Méndez, R., & Sandoval, F. (2011). *Investigación. Fundamentos y metodología.*

Gomez, S. (2012). *Metodologia de la investigación.*

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. d. (2014). *Metodología de la Investigación.*

Muñoz, C. (2011). *Comó elaborar y asesorar una investigación de tesis.*

Ñaupas, H., Mejía, E., Novoa, E., & Villagomez, A. (2014). *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis.*

## GLOSARIO

### A

accesibilidad	
Medida de la posibilidad de acceso a una zona o elemento determinados con intención de manejo o mantenimiento.	8
actuador	
Dispositivo o máquina que activa el sistema de control de un proceso	9
analógico	
Dicho de un aparato o de un sistema	
Que presenta información, especialmente una medida, mediante una magnitud física continua proporcional al valor de dicha información.	53
app	
Aplicación es un término que proviene del vocablo latino applicatio y que hace referencia a la acción y el efecto de aplicar o aplicarse (poner algo sobre otra cosa, emplear o ejecutar algo, atribuir)	7
arquitectura	
Agrupamiento de estructuras físicas o funcionales que pueden identificarse en una red de telecomunicación dada, de acuerdo con diferentes puntos de vista.	11
automática	
Dicho de un mecanismo o de un aparato	
Que funciona en todo o en parte por sí solo.	2

### B

bitácora	
Un blog es un sitio web con formato de bitácora o diario personal. Los contenidos suelen actualizarse de manera frecuente y exhibirse en orden cronológico (de más a menos reciente).	9
bucles	
Loop es un término inglés que la Real Academia Española (RAE) no incluye en su diccionario, aunque suele usarse de diversas maneras en nuestro idioma. El concepto puede traducirse como bucle o lazo	25

### C

celular	
Sistema telefónico en el que la conexión entre el aparato portátil y la central se realiza mediante ondas electromagnéticas.	8
cognitivo	
Perteneiente o relativo al conocimiento.	37
confort	
bienestar, comodidad, lujo, desahogo, holgura	15

control	
Comprobación, inspección, fiscalización, intervención.	7
controlador	
Regulación es la acción y efecto de regular (ajustar o poner en orden algo, reglar el funcionamiento de un sistema, determinar normas).	50
cortoplacista	
Que persigue resultados o efectos a corto plazo.	4
cronograma	
Un proyecto de investigación es un procedimiento científico destinado a recabar información y formular hipótesis sobre un determinado fenómeno social o científico	41
cualitativa	
Pertenece o relativo a la cualidad.	7
cuantitativa	
Pertenece o relativo a la cantidad.	7

## D

digital	
Dicho de un dispositivo o sistema	
Que crea, presenta, transporta o almacena información mediante la combinación de bits.	54
diseño	
Del italiano disegno, la palabra diseño se refiere a un boceto, bosquejo o esquema que se realiza, ya sea mentalmente o en un soporte material, antes de concretar la producción de algo. El término también se emplea para referirse a la apariencia de ciertos productos en cuanto a sus líneas, forma y funcionalidades	6
dispositivo	
Mecanismo o artificio para producir una acción prevista.	3
domótica	
Conjunto de sistemas que automatizan las diferentes instalaciones de una vivienda.	2

## E

edificio	
Construcción estable, hecha con materiales resistentes, para ser habitada o para otros usos.	2
encriptación	
Procedimiento para hacer ilegible una información mediante un proceso matemático y que para poder volver a leerse necesita una clave.	12
estándar	
Que sirve como tipo, modelo, norma, patrón o referencia	12
etimología	
Origen de las palabras, razón de su existencia, de su significación y de su forma.	13

## F

## flotante

Notación matemática usada en los procesadores para representar los números reales cuyo estándar es IEEE 754 69

## H

## hardware

Componentes físicos de una computadora. Conjunto interconectado de componentes que realizan funciones analógicas o digitales. 49

## hipótesis

Suposición de algo posible o imposible para sacar de ello una consecuencia. 39

## historial

Reseña circunstanciada de los antecedentes de algo o de alguien. 8

## I

## implementación

Realización práctica de un sistema o red. 7

## inmótica

La inmótica, por lo tanto, se vincula a la domótica, que refiere a aquellas herramientas que sirven para automatizar las instalaciones de una casa. Mientras que la domótica se usa para gestionar la energía, la seguridad y las comunicaciones en el interior de una vivienda, la inmótica está asociada al gerenciamiento o la gestión de un edificio en su conjunto, y no a una única unidad. 4

## inteligentes

Dicho de un sistema, de un edificio, de un mecanismo, etc.

Que están controlados por computadora y son capaces de responder a cambios del entorno para establecer las condiciones óptimas de funcionamiento sin intervención humana. 3

## interfaz

Conexión, física o lógica, entre una computadora y el usuario, un dispositivo periférico o un enlace de comunicaciones. 55

## internet

Red informática mundial, descentralizada, formada por la conexión directa entre computadoras mediante un protocolo especial de comunicación. 2

## L

## librerías

Colección de programas, unidades de programas, datos o funciones a disposición del programador para utilizarlos como parte de su programa. 64

## M

### maqueta

Modelo a escala reducida de una construcción. 9

## P

### paradigma

Teoría o conjunto de teorías cuyo núcleo central se acepta sin cuestionar y que suministra la base y modelo para resolver problemas y avanzar en el conocimiento. 46

### prototipo

Ejemplar original o primer molde en que se fabrica una figura u otra cosa. 63

## R

### radiacion infrarroja

Radiación electromagnética cuya longitud de onda en el vacío es superior a la de la radiación visible estando comprendida entre 780 nm y 1 mm. 19

### red local

Red LAN , Se conoce como red a la estructura que tiene un patrón característico, el cual permite vincular sus diversos componentes. A partir de este significado, puede hablarse de diferentes tipos de redes 74

## S

### sensor

Dispositivo que detecta una determinada acción externa, temperatura, presión, etc., y la transmite adecuadamente. 10

### sintético

Distinción es un término que procede del latín *distinctio* y que hace referencia al procedimiento y al resultado de distinguir. 34

### software

Conjunto de programas, instrucciones y reglas informáticas para ejecutar ciertas tareas en una computadora. 6

### Streaming

Streaming es un término de la lengua inglesa que, pese a no formar parte del diccionario de la Real Academia Española (RAE), se utiliza con frecuencia en nuestro idioma. Su uso se da en el ámbito de Internet para aludir a una transmisión que se realiza en directo desde la fuente hasta el usuario. 18

## T

### técnica

Persona que posee los conocimientos especiales de una ciencia o arte. 5

### tecnología

Conjunto de teorías y de técnicas que permiten el aprovechamiento práctico del conocimiento científico.	2
temporización	
Señal registrada simultáneamente a los datos que permite la identificación del tiempo exacto de ocurrencia de los eventos.	8
tesina	
Trabajo escrito, exigido para ciertos grados en general inferiores al de doctor.	9
topología	
Descripción sucinta de la constitución y jerarquía de una red de telecomunicaciones con indicación de las dependencias e interacciones entre sus elementos.	3
transistor	2
Semiconductor provisto de tres o más electrodos que sirve para rectificar y amplificar los impulsos eléctricos.	2
transversal	
Al acto y resultado de investigar se lo conoce como investigación. Por lo tanto, este término que procede del vocablo latino investigatio hace referencia a una indagación que se lleva a cabo con la intención de acceder a un conocimiento o dilucidar algo. Lo experimental, en tanto, es aquello que se basa en la experiencia	32

## V

variable	
Derivada del término en latín variabilis, variable es una palabra que representa a aquello que varía o que está sujeto a algún tipo de cambio. Se trata de algo que se caracteriza por ser inestable, inconstante y mudable	13
vivienda	
Lugar cerrado y cubierto construido para ser habitado por personas.	2

## **ANEXOS**

Los documentos anexos se ubican en la carpeta ZIP adjunta a este documento. En ella se encuentra la documentación técnica detallada de los componentes utilizados para el desarrollo del prototipo planteado. Se incluyen también los códigos de programación realizados en ambos dispositivos ESP 8266 y las grabaciones de los expertos en temas de domótica que fueron entrevistados vía telefónica para la realización de la entrevista