



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO EN TELEINFORMATICA**

**ÁREA  
TECNOLOGÍA DE LAS TELECOMUNICACIONES**

**TEMA  
“PROTOTIPO DE SISTEMA DE MONITOREO EN TIEMPO  
REAL DE RIESGOS POTENCIALES PARA HOGARES  
USANDO TECNOLOGÍA DE TRANSMISIÓN DE DATOS  
INALÁMBRICA”**

**AUTOR  
VILLAMAR VILLAO ANTHONY RICARDO**

**DIRECTORA DEL TRABAJO  
ING. TELECOM. TRUJILLO BORJA XIMENA FABIOLA, MG.**

**GUAYAQUIL, ABRIL 2022**



## ANEXO XI.- FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN



### FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA

<b>REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>			
<b>FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN</b>			
<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>	Prototipo de sistema de monitoreo en tiempo real de riesgos potenciales para hogares usando tecnología de transmisión de datos inalámbrica.		
<b>AUTOR(ES)</b> (apellidos/nombres):	Villamar Villao Anthony Ricardo		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b> (apellidos/nombres):	Ing. Veintimilla Andrade Jairo Giovanny, MG. / Ing. Telecom. Trujillo Borja Ximena Fabiola, MG.		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad de Guayaquil		
<b>UNIDAD/FACULTAD:</b>	Facultad de Ingeniería Industrial		
<b>MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:</b>			
<b>GRADO OBTENIDO:</b>	Ingeniero en Teleinformática		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	22 de Abril del 2022	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	113
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Tecnología de las telecomunicaciones.		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	Nodo sensor, IOT, WSN, Gateway, red.		
<p><b>RESUMEN:</b> La falta de atención y control al entorno del hogar beneficia a la proliferación de riesgos que de no ser tratados a tiempo pueden desencadenar accidentes en el interior de este que comprometan la vida del afectado, situación que se acrecienta más con la llegada del teletrabajo y telestudio que requiere tiempo y atención del individuo. Por esto se realiza el diseño de un sistema de sensores inalámbricos usando la tecnología Wifi en su estándar 802.11 b/g/n para el levantamiento del sistema que será accesible económicamente gracias al uso de herramientas de código abierto. El sistema cuenta con una serie de nodos sensores que se conectan con la plataforma IOT thinger.io y realizan lecturas de distintos agentes de riesgo en el hogar y alertan en caso de detectarse una concentración alta de gas o el movimiento en un área de acceso poco recomendable para menores de edad o adultos mayores haciendo uso de una bocina además del envío de un correo electrónico haciendo uso de endpoints de la plataforma. En las pruebas realizadas se constata el funcionamiento del sistema, su conexión con la plataforma y la fuerza de la señal de la red de acuerdo con la zona de colocación.</p> <p><b>ABSTRACT:</b> The lack of attention and control of home environment benefits the proliferation of risks that if are not treated in time can trigger accidents inside home that can compromise the life of the affected person, a situation that is further increased with the advent of working and studying online that requires time and attention of the individual. For this reason, the</p>			

design of a wireless sensor system using Wifi technology in its 802.11 b/g/n standard is carried out, for the development of the system that will be economically accessible thanks to the use of open-source tools. The system has a series of sensor nodes that connect to the IOT platform thinger.io and take readings of different risk agents in home and alert in case of detecting a high concentration of gas or movement in an area of access not recommended for minors or older adults using a horn in addition to sending an email using endpoints of the platform. In the tests carried out, the operation of the system, its platform connection, and the strength of the network signal according to the placement area are verified.

ADJUNTO PDF:	SI (X)	NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0969247063	E-mail: anthony.villamarv@ug.edu.ec
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Ing. Ramón Maquilón Nicola	
	Teléfono: 593-2658128	
	E-mail: <a href="mailto:direccionTi@ug.edu.ec">direccionTi@ug.edu.ec</a>	



**ANEXO XII.- DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y DE AUTORIZACIÓN DE  
LICENCIA GRATUITA  
INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL USO  
NO COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES NO ACADÉMICOS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**

---

LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO COMERCIAL DE LA OBRA CON  
FINES NO ACADÉMICOS

Yo, **VILLAMAR VILLAO ANTHONY RICARDO**, con C.C. No. **0958346231**, certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es **“PROTOTIPO DE SISTEMA DE MONITOREO EN TIEMPO REAL DE RIESGOS POTENCIALES PARA HOGARES USANDO TECNOLOGÍA DE TRANSMISIÓN DE DATOS INALÁMBRICA”** son de mi absoluta propiedad y responsabilidad, en conformidad al Artículo 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN\*, autorizo la utilización de una licencia gratuita intransferible, para el uso no comercial de la presente obra a favor de la Universidad de Guayaquil.

---

VILLAMAR VILLAO ANTHONY RICARDO  
C.C. No. 0958346231



## ANEXO VII.- CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD

### FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA



Habiendo sido nombrado ING. TELEC. TRUJILLO BORJA XIMENA FABIOLA, MG tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por VILLAMAR VILLAO ANTHONY RICARDO, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de INGENIERO EN TELEINFORMÁTICA.

Se informa que el trabajo de titulación: PROTOTIPO DE SISTEMA DE MONITOREO EN TIEMPO REAL DE RIESGOS POTENCIALES PARA HOGARES USANDO TECNOLOGÍA DE TRANSMISIÓN DE DATOS INALÁMBRICA, ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa Antiplagio URKUND quedando el 2% de coincidencia.

Link: <https://secure.arkund.com/view/124673452-998585-993090>



Firmado electrónicamente por:

**XIMENA FABIOLA  
TRUJILLO BORJA**

Ing. Telec. Trujillo Borja Ximena Fabiola, Mg.  
DOCENTE TUTOR  
C.C. 0603375395  
FECHA: 20/03/2022



**ANEXO VI. - CERTIFICADO DEL DOCENTE-  
TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARRERA INGENIERÍA EN  
TELEINFORMÁTICA**



Guayaquil, 24 de marzo del 2022

Sra.

**Ing. Annabelle Lizarzaburu Mora, MG.**

Directora de Carrera Ingeniería en Teleinformática / Telemática

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE  
GUAYAQUIL**

Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo PROTOTIPO DE SISTEMA DE MONITOREO EN TIEMPO REAL DE RIESGOS POTENCIALES PARA HOGARES USANDO TECNOLOGÍA DE TRANSMISIÓN DE DATOS INALÁMBRICA del estudiante VILLAMAR VILLAO ANTHONY RICARDO, indicando que ha cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de similitud y la valoración del trabajo de titulación con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que el estudiante está apto para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:

**XIMENA FABIOLA  
TRUJILLO BORJA**

Ing. Telecom. Trujillo Borja Ximena Fabiola, Mg.

TUTOR DE TRABAJO DE

TITULACIÓN C.C. 0603375395

FECHA: 24 de marzo 2022



**ANEXO VIII.- INFORME DEL DOCENTE REVISOR**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**



Guayaquil, 1 de abril de 2022

Sr (a).

**Ing. Annabelle Lizarzaburu Mora, MG.**

Director (a) de Carrera Ingeniería en Teleinformática / Telemática

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**

Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el informe correspondiente a la REVISIÓN FINAL del Trabajo de Titulación **“PROTOTIPO DE SISTEMA DE MONITOREO EN TIEMPO REAL DE RIESGOS POTENCIALES PARA HOGARES USANDO TECNOLOGÍA DE TRANSMISIÓN DE DATOS INALÁMBRICA”** del estudiante **VILLAMAR VILLAO ANTHONY RICARDO**. Las gestiones realizadas me permiten indicar que el trabajo fue revisado considerando todos los parámetros establecidos en las normativas vigentes, en el cumplimiento de los siguientes aspectos:

Cumplimiento de requisitos de forma:

El título tiene un máximo de 20 palabras.

La memoria escrita se ajusta a la estructura establecida.

El documento se ajusta a las normas de escritura científica seleccionadas por la Facultad.

La investigación es pertinente con la línea y sublíneas de investigación de la carrera.

Los soportes teóricos son de máximo 5 años.

La propuesta presentada es pertinente.

Cumplimiento con el Reglamento de Régimen Académico:

El trabajo es el resultado de una investigación.

El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.

El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.

El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se indica que fue revisado, el certificado de porcentaje de similitud, la valoración del tutor, así como de las páginas preliminares solicitadas, lo cual indica el que el trabajo de investigación cumple con los requisitos exigidos.

Una vez concluida esta revisión, considero que el estudiante está apto para continuar el proceso de titulación. Particular que comunicamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:  
**JAIRO**  
**GEOVANNY**  
**VEINTIMI**  
**LLA**  
**ANDRADE**

ING. VEINTIMILLA ANDRADE JAIRO GEOVANNY, MG  
 C.C:0922668025

FECHA: 1 de abril de 2022

### **Dedicatoria**

Este trabajo de titulación se lo quiero dedicar a mis padres Fernando Villamar y Gladys Villao, quienes a pesar de todas las complicaciones que han surgido a lo largo de la vida, han sabido sacarme adelante brindandome su apoyo incondicional para llegar a ser la persona que hoy soy, a mis hermanos con quienes he crecido y que a pesar de todas las diferencias que hemos llegado a tener, han estado presentes en todo mi proceso academico, a mi novia Iliana, quien en los momentos mas complicados de mi vida ha sabido permancer a mi lado sin soltar mi mano. Es gracias a todos ellos que este logro es posible.



### **Agradecimiento**

Agradezco primeramente a Dios por brindarme a mi y a mi familia el regalo de la vida y salud, por darme la fortaleza con la que he llegado hasta esta meta.

A mi familia principal, quienes de manera directa o indirectamente me han brindado todo su apoyo en aquellos momentos donde mas los he necesitado.

A mi tutura, La Ing. Ximena Trujillo, por haberme brindado su tiempo y paciencia al guiarme en este proceso, asi como sus conocimientos a lo largo de la carrera.

A mis amigos y compañeros, con quienes he colaborado y pasamos momentos tanto tensos como alegres y con quienes he aprendido lo necesario para llegar hasta este momento.

## Índice general.

N°	Descripción	Pág.
	Introducción	xvii

### Capítulo I

#### El problema

N°	Descripción	Pág.
1.1.	Planteamiento del Problema	2
1.1.1.	Ubicación del Problema en un Contexto	2
1.1.2.	Situación Conflicto Nudos Críticos	3
1.1.2.1.	Causas y consecuencias.	5
1.1.3.	Delimitación del Problema	5
1.1.4.	Formulación del Problema	5
1.1.5.	Evaluación del Problema	6
1.2.	Objetivos	6
1.2.1.	Objetivo General	6
1.2.2.	Objetivo específico	6
1.3.	Justificación e Importancia	7
1.4.	Hipótesis y variables	8
1.4.1.	Hipótesis	8
1.4.2.	Variables	8
1.5.	Alcances	9

### Capítulo II

#### Marco teórico

N°	Descripción	Pág.
2.1.	Antecedentes del estudio	10
2.2.	Fundamentación teórica	11
2.2.1.	Accidentes en el hogar	11
2.2.2.	Áreas de riesgo en el interior del hogar	12
2.2.3.	Riesgos de accidentes por falta de mantenimiento en el hogar	12
2.2.4.	Riesgos de accidentes por almacenamiento de materiales peligrosos	13
2.2.5.	Redes inalámbricas	14
2.2.6.	Tecnologías de transmisión de datos inalámbricas	14
2.2.6.1.	Wifi	15

2.2.6.2.	Bluetooth	16
2.2.6.3.	ZigBee	16
2.2.6.4.	Red de telefonía móvil	16
2.2.6.5.	WiMax	17
2.2.7.	WSN	17
2.2.7.1.	Características	18
2.2.7.2.	Parámetros	18
2.2.7.3.	Topologías	18
2.2.8.	IOT	20
2.2.8.1.	Arquitectura de red IOT	20
2.2.9.	Plataformas o pasarelas IOT	21
2.2.9.1.	Características	21
2.2.9.2.	Ejemplos	22
2.2.10.	Procesadores de señales	25
2.2.10.1.	Arduino	25
2.2.10.2.	Nodemcu-ESP8266	27
2.2.10.3.	Raspberry Pi	28
2.2.11.	Dispositivos de adquisición de datos	29
2.2.11.1.	Sensor de gas GLP	29
2.2.11.2.	Sensor de temperatura	30
2.2.11.3.	Sensor detector de humo	30
2.2.11.4.	Sensor de movimiento	31
2.3.	Fundamentación legal	31

### Capítulo III

#### Metodología

Nº	Descripción	Pág.
3.1.	Metodología	33
3.1.1.	Metodología Cuantitativa	33
3.1.1.1.	Método bibliográfico	33
3.1.1.2.	Método deductivo	33
3.1.1.3.	Método experimental	34
3.2.	Análisis de los requerimientos	34
3.2.1.	Requerimientos del prototipo	34
3.2.2.	Requerimientos del usuario.	35

3.2.3.	Requerimientos técnicos	35
3.2.3.1.	Requerimientos de la tecnología de transmisión inalámbrica	35
3.2.3.2.	Requerimientos del procesador de señales	38
3.2.3.3.	Requerimientos de los dispositivos de adquisición de datos	40
3.2.3.4.	Requerimientos de la plataforma o pasarela IOT	47
3.3.	Desarrollo del prototipo	49
3.3.1.	Esquema de funcionamiento	49
3.3.2.	Diagrama de flujo para toma de decisiones	50
3.3.2.1.	Diagrama de flujo Nodo sensor 1	50
3.3.2.2.	Diagrama de flujo Nodo sensor 2	51
3.3.3.	Construcción de los nodos sensores	52
3.3.3.1.	Preparación de Arduino IDE para trabajar con Nodemcu	52
3.3.3.2.	Nodo sensor #1	54
3.3.3.3.	Nodo sensor #2	60
3.3.3.4.	Configuración de la Pasarela IOT Thinger.io	65
3.3.4.	Diseño del prototipo	70
3.3.4.1.	Encapsulamiento de los nodos	71
3.3.5.	Diseño de la red	72
3.3.6.	Pruebas de funcionamiento	72
3.3.6.1.	Conexión con Thinger.io	72
3.3.6.2.	Transmisión y recepción de datos	74
3.3.6.3.	Intensidad de la señal Wifi recibida por los nodos sensores	76
3.3.7.	Comprobación de la hipótesis	78
3.3.8.	Conclusiones	78
3.3.9.	Recomendaciones	79
	Anexos	80
	Bibliografía	91

## Índice de Tablas

<b>Nº</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1.	Costo unitario de sistemas de detección de riesgos.	4
2.	Causas y consecuencias.	5
3.	estadísticas de defunciones derivados de accidentes en el hogar.	8
4.	Variables dependiente e independiente.	8
5.	Características técnicas de estándares Wifi.	15
6.	Arquitectura de 4 capas de red IOT.	21
7.	Sensores de gas.	29
8.	Sensores de temperatura.	30
9.	Sensores de humo.	31
10.	Sensores de movimiento.	31
11.	Tecnología inalámbrica: Consumo de energía.	36
12.	Tecnología inalámbrica: Costo de mercado de dispositivos.	36
13.	Tecnología inalámbrica: Rango de cobertura	37
14.	Tecnología inalámbrica: Capacidad en nodos de la red.	37
15.	Tecnología inalámbrica: Ponderaciones totales.	37
16.	Procesadores de señales: Dimensiones de la placa.	38
17.	Procesadores de señales: Costo de mercado.	39
18.	Procesadores de señales: Conectividad a redes wifi	39
19.	Procesadores de señales: Voltaje de alimentación.	40
20.	Procesadores de señales: Ponderaciones totales.	40
21.	Sensores de Gas: Costo de mercado.	41
22.	Sensores de Gas: Voltaje de alimentación.	41
23.	Sensores de Gas: Rango de detección GLP.	42
24.	Sensores de Gas: Agentes detectables.	42
25.	Procesadores de señales: Ponderaciones totales.	42
26.	Sensores de movimiento: Costo de mercado.	43
27.	Sensores de movimiento: Voltaje de alimentación	43
28.	Sensores de movimiento: Rango de detección	44
29.	Sensores de movimiento: Consumo en reposo	44
30.	Sensores de movimiento: Ponderaciones totales.	44
31.	Sensores de temperatura y humedad: Costo de mercado	45
32.	Sensores de temperatura y humedad: Voltaje de alimentación	45
33.	Sensores de temperatura y humedad: Rango de medición	46

34.	Sensores de temperatura y humedad: Consumo de energía	46
35.	Sensores de movimiento: Ponderaciones totales.	46
36.	Plataformas IOT: Gratuidad.	47
37.	Plataformas IOT: Compatibilidad con IDE Arduino.	47
38.	Plataformas IOT: Escalabilidad de proyectos.	48
39.	Plataformas IOT: Facilidad de uso.	48
40.	Plataformas IOT: Ponderación total.	48

## Índice de figuras

<b>Nº</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1.	Estadística de frecuencia de accidentes según el área del hogar.	12
2.	Esquema de red se sensores inalámbricos (WSN)	17
3.	Topología de las WSN.	19
4.	Red IOT doméstica.	20
5.	Diagrama de red IOT con Thingspeak.	23
6.	Red y características de Thinger.io.	24
7.	Tablero de Ubidots.	24
8.	Distribución de pines en Arduino uno.	25
9.	Modelos de Arduino.	26
10.	Ventana de Arduino IDE.	26
11.	Nodemcu-ESP8266 pinout.	27
12.	Versiones de Nodemcu-ESP8266.	28
13.	Componentes de Raspberry pi.	28
14.	Modelos de Raspberry pi.	29
15.	Esquema de funcionamiento.	50
16.	Diagrama de flujo Nodo sensor 1.	51
17.	Diagrama de flujo sensor 2.	52
18.	Menú de preferencias del IDE de Arduino.	53
19.	Menú de gestor de tarjetas del IDE de Arduino.	53
20.	Elección de placa nodemcu en el IDE de Arduino.	54
21.	Materiales del nodo Sensor 1.	55
22.	DHT22.	55
23.	MQ-2.	56
24.	Buzzer activo.	57
25.	Nodo sensor #1.	57
26.	Declaración de librerías y parámetros de identificación.	58
27.	Ingreso de variables y recolección de datos.	58
28.	Void setup.	59
29.	Void Loop.	60
30.	Materiales del nodo sensor #2.	61
31.	DHT11.	61
32.	Sensor PIR.	62

33.	Nodo sensor #2.	62
35.	Declaración de parámetros del DHT y variables globales.	63
36.	Codificación del Void setup.	64
37.	Codificación del Void loop.	65
38.	Ventana principal de thinger.io.	65
39.	Pestaña de configuración de dispositivos de Thinge.io.	66
40.	Información del dispositivo conectado.	67
41.	Pestaña de creación de dashboard en Thinger.io.	67
42.	Dashboard vacío.	68
43.	Creación de Widget en Thinger.io.	69
44.	Dashboard en Thinger.io.	69
45.	Creación de Endpoints.	70
46.	Nodo sensor 1.	70
47.	Nodo sensor 2.	71
48.	Nodos sensores encapsulados.	71
49.	Diseño de la red.	72
50.	Estado de conexión de nodos sensores en Thinger.io.	72
51.	Transferencia y recepción de datos entre Thinger.io y los nodos sensores	73
52.	Dashboard de Nodo sensor 1.	73
53.	Parámetros presentados en la Aplicación móvil de Thinger.io.	74
54.	Datos transmitidos y recibidos por el nodo sensor 1: durante 30 minutos de conexión.	74
55.	Datos transmitidos y recibidos por el nodo sensor 1: durante 60 minutos de conexión	75
56.	Lectura de transmisión y recepción de nodo sensor 2: luego de 30 minutos de conexión.	75
57.	Lectura de transmisión y recepción de nodo sensor 2: luego de 60 minutos de conexión.	76
58.	Intensidad de la señal en sala.	76
59.	Intensidad de la señal en cocina.	77
60.	Intensidad de la señal en dormitorio 3.	77





## ANEXO XIII.- RESUMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN (ESPAÑOL)



### FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA

---

#### **“PROTOTIPO DE SISTEMA DE MONITOREO EN TIEMPO REAL DE RIESGOS POTENCIALES PARA HOGARES USANDO TECNOLOGÍA DE TRANSMISIÓN DE DATOS INALÁMBRICA”**

**Autor:** Villamar Villao Anthony Ricardo

**Tutor:** Ing. Telec. Trujillo Borja Ximena Fabiola, MG.

#### **Resumen**

La falta de atención y control al entorno del hogar beneficia a la proliferación de riesgos que de no ser tratados a tiempo pueden desencadenar accidentes en el interior de este que comprometan la vida del afectado, situación que se acrecienta más con la llegada del teletrabajo y telestudio que requiere tiempo y atención del individuo. Por esto se realiza el diseño de un sistema de sensores inalámbricos usando la tecnología Wifi en su estándar 802.11 b/g/n para el levantamiento del sistema que será accesible económicamente gracias al uso de herramientas de código abierto. El sistema cuenta con una serie de nodos sensores que se conectan con la plataforma IOT thinger.io y realizan lecturas de distintos agentes de riesgo en el hogar y alertan en caso de detectarse una concentración alta de gas o el movimiento en un área de acceso poco recomendable para menores de edad o adultos mayores haciendo uso de una bocina además del envío de un correo electrónico haciendo uso de endpoints de la plataforma. En las pruebas realizadas se constata el funcionamiento del sistema, su conexión con la plataforma y la fuerza de la señal de la red de acuerdo con la zona de colocación.

**Palabras Claves:** Nodo sensor, IOT, WSN, Gateway, red.



## ANEXO XIV.- RESUMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN (INGLÉS)



### FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA

---

#### **“PROTOTYPE OF A REAL TIME MONITORING SYSTEM OF POTENTIAL RISKS FOR HOMES USING WIRELESS DATA TRANSMISSION TECHNOLOGY.”**

**Author:** Villamar Villao Anthony Ricardo

**Tutor:** Trujillo Borja Ximena Fabiola, Engr., MSc.

#### **Abstract**

The lack of attention and control of home environment benefits the proliferation of risks that if are not treated in time can trigger accidents inside home that can compromise the life of the affected person, a situation that is further increased with the advent of working and studying on line that requires time and attention of the individual. For this reason, the design of a wireless sensor system using Wifi technology in its 802.11 b/g/n standard is carried out, for the development of the system that will be economically accessible thanks to the use of open-source tools. The system has a series of sensor nodes that connect to the IOT platform thinger.io and take readings of different risk agents in home and alert in case of detecting a high concentration of gas or movement in an area of access not recommended for minors or older adults using a horn in addition to sending an email using endpoints of the platform. In the tests carried out, the operation of the system, its platform connection and the strength of the network signal according to the placement area are verified.

**Keywords:** Sensor node, IOT, WSN, Gateway, network

## **Introducción**

Los accidentes son sucesos de origen súbito que ocasionan algún tipo de daño a la misma persona o a terceros, este daño puede ser tanto físico como mental y afecta a la persona a corto o largo plazo dependiendo de la gravedad del suceso. Por lo general todas las personas se han visto envueltas en algún tipo de accidente a lo largo de sus vidas, tanto si fue grave o leve como si ocasionó o no algún tipo de daño, y se suele atribuir a factores o agentes que están presentes en el entorno exterior al hogar, pero lo cierto es que muchos de estos agentes también están presentes en el interior de este, pero con una menor presencia al punto de ser ignorados y pasan desapercibidos hasta que ya es tarde para reaccionar.

La temperatura es un buen ejemplo de un agente que se suele ignorar o restar importancia, pero lo cierto es que el cuerpo humano no es capaz de regular o soportar temperaturas mayores a 40° C, punto donde se pueden presentar síntomas del denominado golpe de calor, que si no se atiende puede comprometer la vida de la persona. Esta situación se acrecienta en la actualidad con la implementación del teletrabajo y teleestudio, el realizar actividades en el interior del hogar que de manera normal se realizarían fuera del mismo, genera una desatención por el entorno de las personas que desarrollan dicha actividad y no limitándose únicamente al cuidado de la temperatura del cuarto donde se allan, sino a otros muy importantes agentes de riesgo como fugas de gas, o en ingreso de insectos en bodegas o áreas con materiales peligrosos como las cocinas.

Al día de hoy, existen muchos sistemas de detección y control de estos riesgos en el mercado a muy distintos precios, sin embargo todos estos sistemas trabajan individualmente sin ofrecer la posibilidad de trabajar en conjunto con una misma inversión en una misma red. Teniendo en cuenta lo mencionado y la necesidad de cubrir el monitoreo de agentes y áreas que suponen un riesgo que puede provocar un accidente en el interior del hogar, se pretende construir un prototipo de red de sensores inalámbricos usando Wifi, de manera que los nodos sensores se conecten y envíen datos a través de un access point a la plataforma IOT Thingier.io para su respectiva presentación y alerta según se condicione mediante el aviso sonoro de una alarma y la notificación vía Email configurado mediante un endpoint.

## **Capítulo 1**

### **El problema**

#### **1.1. Planteamiento del Problema**

##### **1.1.1. Ubicación del Problema en un Contexto**

Es muy común que las personas se expresen sobre el hogar como aquel entorno que más seguridad ofrece, pues bien, esta afirmación nace de un factor psicológico que la mayoría de las personas desarrolla desde su niñez, esto se debe a que se enseña desde la niñez que el hogar es un sinónimo de seguridad, ahora bien, esa relajación que produce el sentirse en un ambiente de seguridad, hace a las personas muy propensas a ignorar muchas posibles amenazas internas del hogar, fruto de lo cual son causados muchos accidentes que van desde leves a graves y que en un cierto número de ocasiones puede terminar en la pérdida de la vida humana o animal.

Es importante agregar que la llegada de la pandemia por covid-19 que afectó en gran medida a la población mundial y el continuo descubrimiento de variantes del virus que la provoca, motivó la implementación de nuevas medidas para evitar la proliferación de dicha enfermedad, las cuales al día de hoy continúan manteniéndose debido a los continuos rebrotes que enlentecen el retorno a la llamada normalidad, Una de estas medidas adoptadas es el teletrabajo, mismo que requiere una gran cantidad de tiempo y atención de parte del trabajador lo cual puede provocar el descuido de su entorno, y que de vivir solo o únicamente en compañía de menores de edad propicia el aumento del riesgo de sufrir accidentes de cualquier tipo.

Los hogares por norma general estas constituidos por varios cuartos distribuidos a lo largo de uno, dos o tres pisos de acuerdo a la situación socioeconómica de la familia que lo habita, estos cuartos son utilizados para cumplir una labor en específico como cocinar (en el cuarto de cocina), descansar (dormitorios), recibir visitas (sala de estar) o para el aseo e higiene personal (cuarto de baño), en ocasiones se cuentan con salas extras que son utilizados como bodegas o armarios, teniendo en cuenta esa distribución resulta más difícil para una persona centrada en una labor (estudio, trabajo) controlar lo que ocurre en todos los rincones de su hogar, especialmente de zonas críticas como lo son el cuarto de cocina o bodegas debido a que en estos se suele almacenar materiales y utensilios de cuidadosa manipulación y conservación tal como puede ser el caso del alcohol, aceites, pegamentos

fuertes, pinturas o ácidos los cuales al alcance de menores de edad supone un riesgo de intoxicación por ingerir o inhalar dichos materiales, así mismo objetos cortopunzantes que representen una amenaza para su integridad física.

### **1.1.2. Situación Conflicto Nudos Críticos**

El arribo de la pandemia por covid-19 trajo consigo una nueva normalidad, la cual sentó sus bases en el distanciamiento social y confinamiento lo cual derivó en la implementación del teletrabajo, la educación virtual, entre otras.

Todas estas medidas provocaron que tanto los adultos como los niños tengan que pasar mucho más tiempo enfrente de un ordenador que de un cuaderno en el caso de los estudiantes, el teletrabajo y el estudio virtual requieren de la persona una gran cantidad de tiempo y atención para poder ser desempeñado de manera óptima, además de que los tiempos de estudio y trabajo se vieron aumentado de forma significativa debido a la supuesta facilidad que ofrece dicho sistema tanto para el empleador o maestro, como para el trabajador o estudiante. Este aumento de atención y tiempo lleva consigo una mayor desatención al propio entorno (hogar) que rodea a la persona (Trabajador, estudiante) lo cual supone el aumento del riesgo de sufrir algún tipo de accidente grave como es el caso de incendios, intoxicación por inhalación de gas de uso doméstico, golpes de calor, y si se cuenta con algún menor sin cuidado de algún tutor, supone un riesgo para su integridad.

En la actualidad existen diferentes sistemas de control y prevención de incendios, humo, temperatura y demás, alguno de estos cuentan con precios elevados en aquellos productos que ofrecen un nivel de calidad elevado, además se tratan de sistemas que en ocasiones su instalación se debe realizar de manera cuidadosa de ser necesario, caso contrario se opta por sistemas portátiles cuyo precio aumenta más, esto un coste extra por dicho servicio, adicionalmente este tipo de sistema por lo general se ofrecen por separado por lo que el valor de la inversión aumenta si se quiere abarcar varias posibilidades de control, lo que implica muchas veces un gasto imposible de costear para el trabajador o estudiante promedio, como se observa en la tabla 1.

**Tabla 1 Costo unitario de sistemas de detección de riesgos.**

<b>Sistema</b>	<b>Precio</b>	<b>Descripción</b>
Coreel Monitor de gas 4	\$106.99	Detector de gas portátil con alarma de audio, visual y vibración ajustables y medición de presencia de gas de fácil lectura.
X-Sense Detector de humo inalámbrico	\$69.99	Alarma de humo alimentado con baterías de litio con interconexión inalámbrica fabricada con material anticorrosivo.
Govee - Monitor de humedad	\$45.99	Termómetro higrómetro con conexión wifi 2.4GHz o bluetooth equipado con una pantalla LCD de gran claridad, además de contar con aplicación inteligente.
CPVAN Alarma de sensor de movimiento	\$29.99	Alarma de sensor de movimientos inalámbrica alimentada con baterías basado en sensores infrarrojos con un alcance de 16-26 pies y una sirena de 125 dB.

*Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Anthony Villamar.*

**1.1.2.1. Causas y consecuencias.****Tabla 2 Causas y consecuencias.**

<b>Causas</b>	<b>Consecuencias</b>
Falta de mantenimiento al hogar	Aumento de riesgo de accidentes
Descuido de menores	Daños a su integridad física
Mala conservación de materiales peligrosos	Escapes o fugas que pueden afectar a la salud
Poca ventilación de dormitorios	Golpes de calor, hipoxia, pérdida de energía

---

*Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Anthony Villamar*

**1.1.3. Delimitación del Problema**

Debido a que la lista de situaciones que pueden desencadenar un accidente interno en el hogar es muy amplia, resulta imposible la inclusión de todas las posibilidades en la elaboración del presente trabajo. Por ello, se va a centrar el análisis en aquellas situaciones que pueden ser controladas y monitoreadas para posterior a ello realizar la selección de las áreas y los agentes internos del propio hogar que suponen un riesgo mayor de provocar accidentes.

**Campo:** El Hogar

**Área:** Zonas y agentes de riesgo presentes en el interior del Hogar

**Aspecto:** Falta de control y monitoreo de riesgos que pueden producir accidentes domésticos.

**Tema:** Prototipo de sistema de monitoreo en tiempo real de riesgos potenciales para hogares usando tecnología de transmisión de datos inalámbrica

**1.1.4. Formulación del Problema**

¿Cómo afecta la falta de atención, control y mantenimiento en el interior del hogar al aumento del riesgo de sufrir accidentes?

### 1.1.5. Evaluación del Problema

**Delimitado:** Pues se encuentra delimitado en el tiempo del periodo 2021-2022, donde se lleva a cabo este trabajo de investigación, teniendo como espacio los hogares que para el presente trabajo se encuentra en la parroquia Febres cordero calle 36, y teniendo como población los habitantes del mencionado hogar.

**Claridad:** La redacción del tema es clara, pues la información necesaria para el desarrollo de la investigación pertinente se encuentra presente no solo en factores propios del medio que rodea al hogar, sino también en varios reportes de medios y material bibliográfico.

**Evidente:** Ya que sus manifestaciones pueden ser observadas claramente mediante la difusión mediática en diferentes canales de transmisión como la televisión o redes sociales.

**Relevante:** Su relevancia yace en la necesidad de conocer las posibles causas de accidentes en el interior del hogar que pueden llevar a lesiones graves o pérdida de la vida.

**Factible:** Para la realización de este trabajo se pretende la construcción de un prototipo de bajo costo.

## 1.2. Objetivos

### 1.2.1. Objetivo General

Elaborar un prototipo de sistema de monitoreo en tiempo real de riesgos potenciales en el hogar usando tecnología de transmisión de datos inalámbrica.

### 1.2.2. Objetivo específico

- Describir los posibles riesgos presentes en el hogar.
- Realizar el diseño para la elaboración del sistema de sensores basado en el uso de herramientas de código abierto.
- Elaborar el prototipo de un sistema de sensores que realice el monitoreo constante de las áreas y de un grupo de agentes internos que suponen un posible riesgo en el hogar.
- Emplear plataformas web o pasarelas IOT para la recolección y presentación de los datos arrojados por el sistema de sensores.



### 1.3. Justificación e Importancia

Dentro del hogar no se está exento de sufrir accidentes de todo tipo, desde leves como caídas o torceduras por la realización de alguna actividad, hasta más graves que pueden terminar en la hospitalización, enfermedad o muerte del sujeto accidentado dentro de los últimos se pueden mencionar los incendios provocados por la combustión de algún material inflamable, golpes de calor debido a altas temperaturas, lesiones con materiales peligrosos o cortopunzantes, la intoxicación por la inhalación de monóxido de carbono, gas GLP o Gas natural.

Según la médico toxicóloga Marta Braschi (2018), en su entrevista concedida al portal web infobae, una de las principales consecuencias de una intoxicación por gas, es la falta de oxígeno la cual puede afectar de manera directa a todos los órganos del cuerpo, esto da una idea del riesgo que representa alguna fuga no detectada del mismo.

Hay que también tener en cuenta que una fuga de gas puede dar lugar a uno de los incidentes más graves y comunes en el hogar, los incendios, sobre el tema el portal Listo (2022), indica que una pequeña llama puede llegar a convertirse en un gran incendio en un tiempo tan corto como 30 segundos, y que solo es cuestión de minutos para que un hogar quede envuelto de llamas y humo.

Finalmente, con una incidencia menor pero no por eso desechable se tienen los accidentes producidos por la permanencia de personas durante tiempos excesivos dentro de un área con la insuficiente o nula ventilación donde la calidad del aire doméstico sea baja y la temperatura pueda aumentar hasta alcanzar grados altamente peligrosos que pueden llegar a producir efectos perjudiciales en la salud del individuo como es el caso de los golpes de calor o hipoxia.

En cualquiera de los casos mencionados, la vida del individuo corre un gran peligro, esto se puede observar en los informes de secretarías de distintos países como España, Colombia y como se puede apreciar en la tabla #3, el país de México donde ciertos tipos de accidentes figuran como parte de las causas de muerte anuales.

**Tabla 3 estadísticas de defunciones derivados de accidentes en el hogar.**

<b>Tipo de accidente</b>	<b>Porcentaje incidencia</b>
Caídas	6,6%
Envenenamiento	3,2%
Exposición al humo, fuego o llamas	2,1%
Lesiones por arma blanca	0,28%

*Información tomada de: inegi.org.mx. Elaborado por Anthony Villamar.*

#### **1.4. Hipótesis y variables**

##### **1.4.1. Hipótesis**

El uso de las tecnologías de transmisión de datos inalámbricas para la elaboración de un prototipo de sistema de red de sensores en el interior del hogar que permita el monitoreo de las áreas y agentes de riesgo en el hogar, suponen una alternativa de sencillo control para alertar al usuario sobre la presencia de estos.

##### **1.4.2. Variables**

**Tabla 4 Variables dependiente e independiente.**

<b>Variable</b>	<b>Indicador</b>
Independiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grado de mantenimiento en el hogar</li> <li>• Composición física del hogar</li> <li>• Almacenamiento de materiales peligrosos</li> </ul>
Dependiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de riesgos y áreas</li> <li>• Tecnología</li> <li>• Equipos necesarios</li> <li>• Presupuesto</li> </ul>

*Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Anthony Villamar.*

### **1.5. Alcances**

El proyecto se limita al monitoreo y presentación de la información recogida por el sistema de sensores en un portal web o plataforma IOT, así mismo alertara al usuario en caso de la detección de algún posible riesgo para que sea este quien decida qué hacer con dicha información.

No busca ser considerado como un sistema de replicación masiva, ni mucho menos ser tratado como un producto final, así como tampoco busca o pretende ser un sistema que abarque todos los posibles riesgos existentes en el hogar puesto que muchos de estos son provocados por situaciones imposibles de prevenir.

El proyecto busca proponer una solución a la problemática que pueda dar lugar a un futuro producto o servicio, así mismo pretende servir de referente y motivar la experimentación en el área estudiada.

## **Capítulo II**

### **Marco teórico**

#### **2.1. Antecedentes del estudio**

Durante la revisión de material bibliográfico como documentos, artículos, trabajos, entre otros, se han encontrado con una variedad de trabajos los cuales están relacionados al tema propuesto aportando o persiguiendo ideas que den soluciones que permitan la monitorización del hogar y sus riesgos buscando evitar accidentes en el interior de este, dentro de los campos que se han tomado en consideración figura el internet de las cosas (IOT), la red de sensores (WSN) elementos que aportan al desarrollo de este trabajo.

En el trabajo de titulación presentado por (Bajaña & Molina, 2020), se realizó la construcción de un prototipo que se encargue de la detección de gases inflamables, temperatura y humo que genere una alerta ante la presencia de alguno de elementos mencionados anteriormente, durante la fase de investigación se señala que 1000ppm corresponde al límite permisible de exposición a gas, razón por la cual se opta por el sensor MQ-2 dado su rango de detección variable de entre 300ppm a 10000ppm de los gases propano, metano, GLP, entre otros.

Por otra parte (Santana & Vera, 2020), desarrollaron un prototipo empleando WSN e IOT, y según sus deliberaciones expresan que: El uso de la tarjeta de desarrollo Nodemcu-ESP8266 en comparación con otras placas de desarrollo existentes (Arduino, Raspberry pi, etc.) corresponde a la opción más idónea para la aplicación de este tipo de proyectos debido a su costo accesible, su tamaño reducido, la posibilidad de trabajar con lenguaje Arduino y LUA, además de contar con un módulo wifi integrado lo que es idóneo para la conexión de los nodos.

Así mismo, (Forero, Mendez, & Vázques, 2021), elaboraron un sistema de aviso previo para evitar quemaduras en la cocina con aplicativo móvil y usando como base del sistema IOT un Raspberry pi, y en base a las pruebas realizadas concluyen que: Es esencial el desarrollo de una API que actúe como medio de transferencia de datos entre el dispositivo IOT y el aplicativo móvil, ya que entre otras cosas facilita la conexión y el trabajo simultáneo de plataformas diferentes. Adicionalmente afirman que la utilización de servicios en la nube resultó beneficiosa para el desarrollo del proyecto ya que aporta entre otras cosas mantenibilidad y disponibilidad, así mismo acorta el período de tiempo requerido para la implementación de aplicaciones y bases de datos.

Finalmente, (Estrella & Jibaja, 2018), presentaron en su trabajo de titulación el diseño de un sistema de detección de gas, durante la elaboración del diseño, y para la etapa de detección de gas se escogió el sensor MQ-2, mismo que se encargara de la recolección de los datos y que a su vez está conectada a la placa Arduino Uno, cuya función en este sistema es la de receptar y transmitir los datos recogidos. El diseño cuenta con una alarma sonora que será accionada en caso de detectarse una fuga de gas, sin embargo, también se hace uso de otros medios de alerta como una llamada telefónica y mensajes de texto, lo cual es posible gracias al uso del módulo chip GPRS GSM900. Como el diseño está basado en una red WSN, se utiliza la tarjeta WeMos basada en el chip ESP-8266, mismo que permite la conexión a internet por Wifi usando como Gateway un Acces point al que se conectara un dispositivo como una computadora o celular que cuente con un navegador para la visualización de las lecturas de la red WSN.

## **2.2. Fundamentación teórica**

### **2.2.1. Accidentes en el hogar**

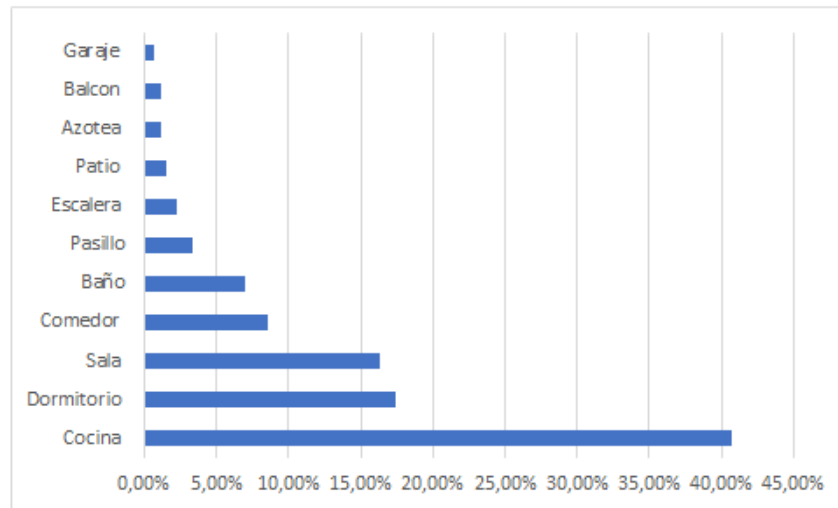
Para la organización mundial de la salud (OMS) un accidente se define como todo aquel acontecimiento no premeditado que resulte en un daño físico identificable en el cuerpo de quien lo sufra. Dentro de las categorías de accidentes existentes se encuentran los accidentes que ocurren en el interior del hogar, que según datos de la organización mundial de la salud estos representan el 80% de las incidencias.

Sobre este tema (Alemany, Ayuso, & Guillen, 2018) de la universidad de Barcelona, realizaron un estudio respecto a los accidentes domésticos y de ocio con el impacto que estos tienen en los costos de cuidados a ciudadanos afectados a largo plazo, en este informe se concluye que la población más afectada por accidentes de carácter doméstico es la de adultos mayores de 65 años en adelante, mientras que los accidentes de ocio tienen una mayor repercusión en la población joven y adulta hasta los 45 años.

Por otro lado, son varios los estudios realizados acerca de los accidentes en el interior del hogar que tienen como principales afectados a los niños de diferentes edades y géneros, Un ejemplo de esto es el informe presentado por (Secretaria de salud de Bogota, 2021), en el cual se indica que el género que mayormente se ve afectado es el masculino (57,7%), mientras que la afectación en el género femenino es menor (42,9%), en este mismo informe se concluye que el rango de edad de mayor afectación es de 1 a 5 años con el 68,87%, seguido del grupo perteneciente a los 6 a 10 años de edad con el 22,98%.

### 2.2.2. Áreas de riesgo en el interior del hogar

Un hogar por norma general está compuesto por diferentes cuartos de acuerdo con la función establecida para cada uno de ellos, de esta manera es normal encontrar una distribución que cuente con un cuarto de baño, cocina, comedor, dormitorios, y en menor medida patios, bodegas y sótanos.



*Figura 1. Estadística de frecuencia de accidentes según el área del hogar. Información tomada de repositorio.puce.edu.ec. Elaborada por Anthony Villamar.*

Según datos proporcionados por (Carmilema Zamora, 2018) en su trabajo de titulación, y como se aprecia en la figura 1, la cocina supone el área del hogar donde se presenta el mayor número de accidentes con poco más de un 40%, seguido del dormitorio con poco más del 16%, teniendo en cuenta estos datos es seguro afirmar que existen áreas con mayor riesgo de sufrir accidentes en el interior del hogar, mismos que requieren de una mayor atención o control.

### 2.2.3. Riesgos de accidentes por falta de mantenimiento en el hogar

El mantenimiento preventivo en el hogar es de suma importancia para prevenir accidentes en el interior de este, dado que en muchas ocasiones el daño ocasionado por las condiciones de uso, o tiempo de vida útil de ciertos elementos en el hogar, constituyen un riesgo presente que puede derivar en un accidente de mayor o menor magnitud.

Los incendios son el tipo de accidente más comúnmente causados por falta de mantenimiento en el hogar, el daño a las válvulas de los cilindros, la antigüedad o estado de la manguera de paso, incluso el estado de las cañerías internas de las cocinas son agentes de riesgo que pueden provocar una fuga de gas que desencadene un incendio en el hogar, esta

situación se agrava más aun cuando las personas no mantienen una buena ventilación de este.

Diario (El comercio, 2016) puntualiza que: En la gran mayoría de ocasiones los incidentes de este tipo son el producto de la falta de mantenimiento, el uso incorrecto de reguladores con un desgaste alto y válvulas no certificadas, así como el mantener una misma manguera de gas durante un tiempo mucho más extenso del recomendado, Esto permite establecer la relación entre el grado de mantenimiento con la presencia de riesgos como la fuga de gas.

Aunque en menor medida, los incendios también pueden ser provocados por otro riesgo también ligado a la falta de mantenimiento como lo son los cortocircuitos, mismos que también pueden poner en riesgo la integridad física o incluso la vida de los habitantes del hogar.

Los accidentes eléctricos se producen principalmente por el mal estado de las instalaciones eléctricas, es recomendable realizar el mantenimiento de estas instalaciones en todo el hogar de manera periódica de manera que se este al tanto de los problemas que estas puedan presentar para que sean corregidas de la manera más pronta posible a fin de evitar una fatalidad.

Para prevenir la aparición de riesgos eléctricos que deriven en accidentes (SEGURMANIA, 2019) aconseja: Realizar el mantenimiento de las instalaciones cada 5 años, se debe inspeccionar de manera minuciosa el estado de los cables, las instalaciones, los tomacorrientes, los dispositivos y aparatos eléctricos, realizar su respectiva reparación o cambiarlo de ser necesario. Con estas pautas se disminuye en gran medida la posibilidad de que suceda un accidente eléctrico de cualquier índole.

De manera adicional se debe mencionar que el mantenimiento preventivo debe ser realizado en aquellas áreas del hogar que representan un riesgo como es el caso del cuarto del baño, para evitar resbalones que comprometan la vida de los habitantes del hogar.

#### **2.2.4. Riesgos de accidentes por almacenamiento de materiales peligrosos**

Es común que en los hogares se cuenten con materiales cuyo uso va desde la limpieza del hogar como el caso de los desinfectantes, hasta de uso industrial como el cemento de contacto, pegamento entre otros, en su gran mayoría estos materiales son de carácter químico y pueden provocar accidentes como intoxicaciones o envenenamiento si no se manejan y almacenan correctamente.

Este tipo de accidentes si bien pueden darse en personas adultas, son los niños quienes están más propensos a sufrirlos debido a su desconocimiento acerca del material que están manipulando, por esta razón es importante mantener todo tipo de material químico o industrial fuera del alcance de estos, además se debe tener especial cuidado al momento de almacenarlos, (Listo, 2021) sobre esto menciona que: Nunca se deben mezclar productos químicos o sus desechos con otras sustancias, pues en ocasiones estas pueden reaccionar provocando situaciones peligrosas como es el caso del cloro con el amoníaco que al reaccionar entre si producen gases tóxicos que pueden comprometer la salud o la vida del ser humano. De la misma manera, el mantener materiales considerados peligrosos cuya vida útil ha culminado o que se han estropeado debido a una mala conservación, también representa un factor de riesgo que puede culminar en un accidente.

Es importante también contar con un área específica donde se pueda realizar el adecuado almacenamiento de estos productos de manera que se mantengan fuera del alcance de menores o de la manipulación equivocada de un adulto descuidado, esta área también que puede ser un cuarto o un armario, también supone un riesgo por el simple hecho de albergar sustancias consideradas peligrosas, por lo que se debe mantener el control periódico del mismo.

#### **2.2.5. Redes inalámbricas**

Se trata de redes que hacen uso de ondas electromagnéticas para conectar dispositivos entre sí, sin la necesidad de requerir ningún tipo de cable mediante la utilización de estándares compatibles, uno de sus principales usos es la conexión de nodos o simplemente se utilizan para sustituir las redes cableadas. Su construcción se puede realizar con una baja inversión a comparación de las redes por cable y una de las ventajas que ofrecen frente a estas últimas es la posibilidad de conectar dispositivos remotos a metros o kilómetros de distancia dependiendo del tipo de red y estándar que se construye, esto ha hecho que cada vez se opte más por este tipo de red volviéndose más popular en comparación a la red tradicional cableada.

#### **2.2.6. Tecnologías de transmisión de datos inalámbricas**

Las más comunes y populares se describen a continuación.



### 2.2.6.1. Wifi

Se trata de la tecnología que permite la conexión a internet, en la actualidad se pueden encontrar redes Wifi en todos lados, desde el lugar de trabajo, hogar o centro de estudios, hasta en tiendas o locales con redes wifi-libres.

Nacida a partir de la alianza de varias empresas con la finalidad de establecer un mecanismo de conexión inalámbrica compatible con varios dispositivos y redes, está basada en el estándar 802.11 y cuenta con frecuencias de 2.4 GHz y 5 GHz, siendo esta en la cual se ha trabajado más en los últimos años, a pesar de esto las redes de 2.4 GHz siguen siendo utilizadas por una gran cantidad de dispositivos y redes, en la tabla 5 se muestran las principales características técnicas de algunos de los estándares wifi.

**Tabla 5 Características técnicas de estándares Wifi.**

Estándar	Velocidad máxima	Frecuencia	Ancho de banda	Antenas	Cobertura
802.11a	54 Mbps	5 GHz	20 MHz	1 antena	35m (interiores)- 118m (exteriores)
802.11b	11 Mbps	2,4 GHz	22 MHz	1 antena	35m (interiores)- 140m (exteriores)
802.11g	54 Mbps	2,4 GHz	20 MHz	1 antena	38m (interiores)- 118m (exteriores)
802.11n	600 Mbps	2,4 GHz o 5 GHz	20 MHz o 40 MHz	MIMO (Hasta 3 antenas)	70m (interiores)- 250m (exteriores)
802.11ac	1300 Mbps	2,4 GHz y 5 GHz	80 MHz a 160 MHz	MU-MIMO (Hasta 8 antenas)	70m (interiores)- 250m (exteriores)
802.11ad	7000 Mbps	2,4 GHz, 5 GHz y 60 GHz	2 MHz	1 antena	5m-10m

*Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Anthony Villamar.*

#### **2.2.6.2. Bluetooth**

En principio creada para ser usada en redes inalámbricas de área personal (WPAN), posibilita la transmisión de voz y datos entre dispositivos diferentes haciendo uso de la Banda ISM de los 2.4 GHz.

En un inicio Bluetooth vio su uso limitado a la transmisión de imágenes de un dispositivo (principalmente celulares) a otro, sin embargo, hoy en día su uso tiene una infinidad de posibilidades en muchas actividades cotidianas como el control remoto de dispositivos, localización, en teclados y mouses inalámbricos, entre otros.

A lo largo del tiempo esta tecnología ha ido evolucionando y hoy en día se cuenta con bluetooth 5.2 que es una actualización que mejora aspectos de localización y audio de la versión 5.0, la cual se introdujo con un enfoque especial en el IOT. La versión 5.0 de bluetooth cuenta con una velocidad de transmisión de 50 Mbps con un alcance de hasta 240m y que en su versión clásica cuenta con 79 canales de 1 MHz.

#### **2.2.6.3. ZigBee**

Se trata de un conjunto de protocolos de alto nivel basada en el estándar IEEE 802.15.4 de redes WPAN, En el sitio oficial de (Connectivity standards alliance, 2022), se afirma que ZigBee es una solución completa para el IOT dado que ofrece una gran variedad de opciones además de brindar flexibilidad a desarrolladores y usuarios.

ZigBee opera en la Banda ISM de los 2.4 GHz y ofrece una tecnología de transmisión de menor consumo que bluetooth, además de contar un mayor número de nodos (65535), pero al contrario que este último, ZigBee transmite 250kbps frente a los 3000 de bluetooth.

#### **2.2.6.4. Red de telefonía móvil**

Esta tecnología de red está destinada a ser usada en redes inalámbricas de área amplia (WWAN), La telefonía móvil divide su área de cobertura en celdas o estación base la cual va a servir al dispositivo móvil siempre que este se encuentre en su área de cobertura, si el dispositivo se aleja o sale del área este se conectará de manera instantánea a la celda más cercana evitando así pérdidas significativas de información o la interrupción de la comunicación.

A lo largo de los años la red de telefonía móvil ha ido evolucionando desde la red 1G concebida únicamente para llamadas de voz, pasando por el 2G donde se pasó a utilizar

tecnología digital además de hacer uso de la infraestructura GSM, hasta la más novedosa 5G la cual es capaz de transmitir a velocidades de hasta 10 Gbps.

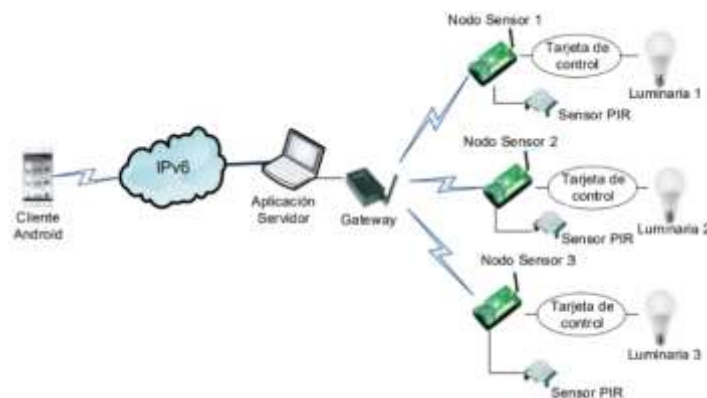
#### 2.2.6.5. WiMax

Esta tecnología se emplea en redes inalámbricas de área metropolitana (WMAN) y se basa en el estándar IEEE 802.16. WiMax es similar a Wifi con la diferencia de que WiMax ofrece coberturas mucho mayores operando a dos bandas de frecuencia que son de 2 GHz a 11GHz y 10 GHz a 66 GHz teniendo un pico de velocidad de transmisión de 70 Mbps en un área de 50 Km a varios usuarios desde una misma estación base.

#### 2.2.7. WSN

Una red de sensores inalámbricos o por sus siglas en inglés WSN (Wireless sensor Networks) son todas aquellas redes que estas conformadas por un grupo grande o pequeño de transductores de comunicación cuya finalidad es monitorear y registrar las condiciones del lugar donde se encuentren ubicados, estos parámetros usualmente son valores de temperatura, humedad, viento, iluminación incluso valores corporales, entre otros. (TechTarget, 2021)

Cada dispositivo o transductor es autónomo y recibe el nombre de nodo sensor y este se encargará del monitoreo, almacenamiento y comunicación de dicha información, cada nodo sensor está compuesto por un determinado número de sensores según la información que se desea monitorear, el nodo sensor transmite esta información por medio de una red inalámbrica hacia la estación base o nodo receptor desde donde se dispondrá su respectiva utilización, un ejemplo de la arquitectura de una red WSN se puede apreciar en la figura 2.



*Figura 2. Esquema de red se sensores inalámbricos (WSN). Información tomada de ingenieria.ute.edu.ec. Elaborada por: Egas, C., Viracocha, D., & Rivera, J.*

Este tipo de redes pueden ser aplicadas en un sin número de campos siendo sus usos más destacables la domótica, automatización a nivel de industria, video vigilancia, control de tráfico aéreo y terrestre, dispositivos médicos y meteorología.

#### **2.2.7.1. Características**

Gracias al avance de la tecnología, hoy en día es posible encontrar dispositivos que han visto reducido su tamaño de manera significativa empezando por aquellos dispositivos que hacen uso de microcontroladores, cuyo tamaño es importante para el desarrollo de proyectos.

En las redes de sensores inalámbricas, esta reducción de tamaño ha facilitado mucho su implementación pues nos encontramos con dispositivos de menor coste, consumo de energía y tamaño, constituyendo esto la característica más importante de las WSN.

Adicionalmente, las WSN son capaces de integrarse a una gran variedad de campos es por esto por lo que es común observar redes de sensores inalámbricos en áreas de la agricultura, ganadería, medicina, domótica, etc. Otra característica de las WSN es su facilidad de mantenimiento y corrección de errores, debido a que cada dispositivo, si bien pertenece a la misma red, funcionan de manera independiente del resto.

#### **2.2.7.2. Parámetros**

Para (Sanmartín & Álvarez, 2018), la construcción desde su diseño de una red de sensores inalámbricos (WSN) debe tener en cuenta una serie de factores dentro de los que destacan:

- Hardware
- Costo y tamaño de producción
- Instalación y costo
- Cobertura de la red
- Velocidad de transmisión
- Consumo de energía

#### **2.2.7.3. Topologías**

Normalmente las redes de sensores inalámbricos se diseñan en base a 3 topologías generales que son topología de estrella, árbol y malla como se aprecia en la figura 3.

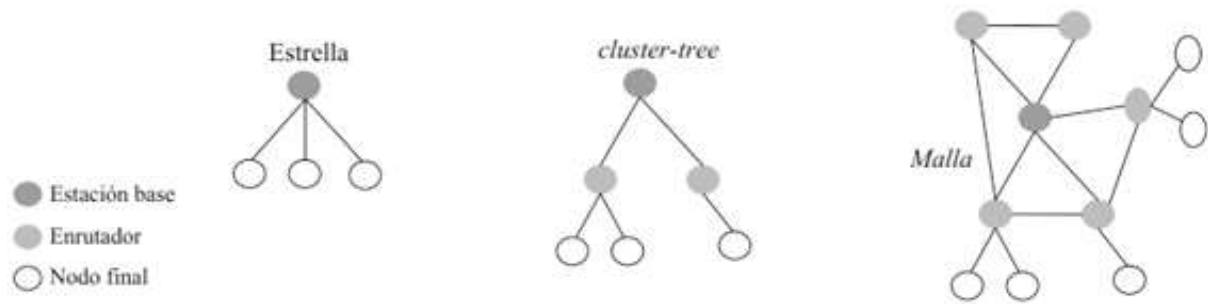


Figura 3. Topología de las WSN. Información tomada de [scielo.sld.cu](http://scielo.sld.cu). Elaborada por: Romero, L., Piña, F., & Goire, M

#### 2.2.7.3.1. Topología de estrella

En la topología estrella todos los nodos sensores se conectan y comunican directamente a una única estación base reduciendo así la posibilidad de que se produzca un fallo complejo en la red dado que solo afectaría al mismo nodo que sufrió el fallo, sin embargo, de igual manera reduce la posibilidad de que este nodo se asocie con el resto de los nodos provocando la pérdida total de su información.

#### 2.2.7.3.2. Topología de árbol

La topología de árbol consiste en la utilización de nodos sensores de mayor y menor jerarquía de manera que los datos se rutean desde el nodo de menor jerarquía pasando al del mayor y finalmente a la estación base, este tipo de topología es el apropiado para la realización de sistemas de escala media que alimentan los nodos mediante baterías ya que se puede alternar entre ciclos de encendido y apagado.

#### 2.2.7.3.3. Topología de malla

La topología de malla implementa un sistema descentralizado, es decir cada nodo sensor es capaz de comunicarse con cualquier otro nodo de la red de manera que la información se puede transmitir desde un nodo siguiendo el camino que se considere el más confiable para garantizar que esta llegue a su destino, sin embargo, debido a que los nodos realizan labores de enrutamiento, esto se traduce en un consumo extra de energía y en el desgaste más temprano de las baterías.

### 2.2.8. IOT

Por sus siglas en inglés Internet of things, que significa internet de las cosas, se trata de la manera de referirse a toda la tecnología u objeto que va a estar conectado de manera directa o indirecta a la red. Esta tecnología ha ganado popularidad y fuerza en los últimos años, de manera que en la actualidad son pocos los dispositivos que no cuentan con conexión a la red.

Acerca del IOT (Santana & Vera, 2020), afirman que es considerada como la conexión de objetos físicos o dispositivos a través de una red conformada por dispositivos inteligentes con la capacidad de autogestionarse y compartir información entre otras cosas.

Un ejemplo de una red IOT, es la presentada por (Orange, 2020) que indica que una red doméstica IOT está conformada por el router como el centro de la red, a la cual se pueden conectar dispositivos inteligentes como un Smart Tv, smartphones, entre otros, añade también que a esta red se pueden conectar subredes bluetooth como es el caso del mando con el TV tal y como se aprecia en la Figura 4.

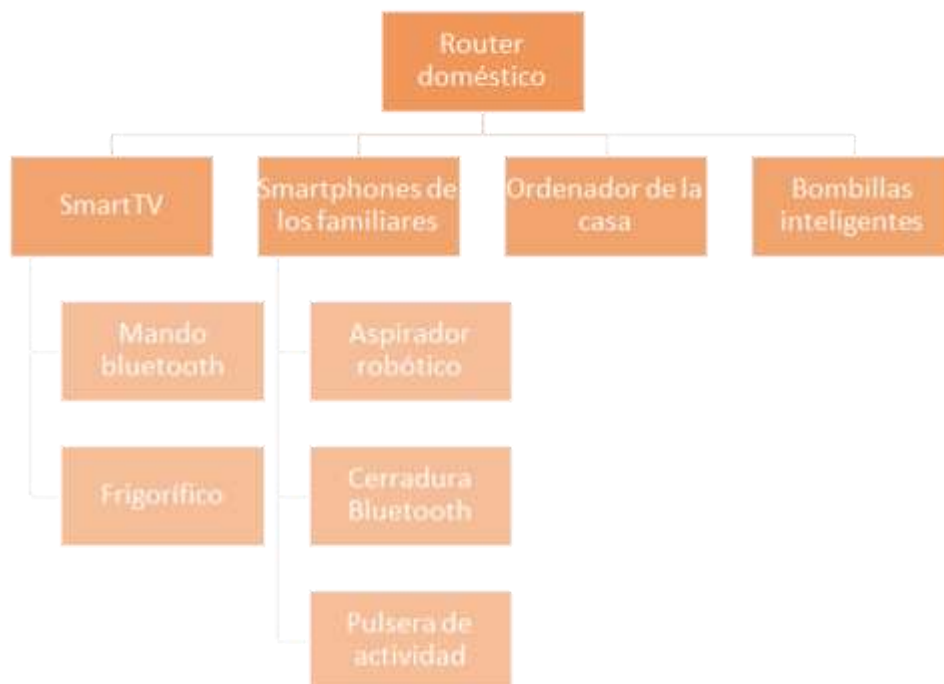


Figura 4. Red IOT doméstica. Información tomada de [blog.orange.es](http://blog.orange.es). Elaborada por Orange

#### 2.2.8.1. Arquitectura de red IOT

Generalmente la arquitectura de una red o sistema IOT consta de 4 fases o capas mediante las cuales los datos obtenidos de los sensores (objetos), son transmitidos por medio

de la red a un centro de datos o nube para su respectivo procesamiento y análisis, así como de su almacenamiento.

Sobre este tema (Salazar & Silvestre, 2017), señalan que estas capas son: la encargada de la detección, la que realiza el intercambio de datos, la que integra la información, y finalmente la capa de aplicación tal y como se aprecia en la tabla 6.

**Tabla 6 Arquitectura de 4 capas de red IOT.**

Capa	Función
Detección	Estos son todos los sensores, los objetos, y los datos recogidos
Intercambio de datos	Es la transmisión de los datos por medio de la red
Integración de la información	Es donde se procesa, se filtra e integra la información útil para el servicio o usuario final.
Servicio de aplicación	Son los servicios para los usuarios.

*Información tomada de techpedia.fel.cvut.cz. Elaborado por Anthony Villamar.*

### **2.2.9. Plataformas o pasarelas IOT**

En ocasiones también denominado Gateway IOT o nivel de control, son aquellos dispositivos o software que figuran como el punto que conecta a la nube con los dispositivos pertenecientes a una red de IOT, como pueden ser sensores, controladores, entre otros.

En una red de IOT, todos los datos que se desplacen de la red de sensores a la nube o viceversa, van a pasar primero por el Gateway o pasarela la cual puede tratarse de un software diseñado específicamente para esa labor, o un dispositivo dedicado.

#### **2.2.9.1. Características**

Existen una gran cantidad de pasarelas y cada una tiene un objetivo o función específica de acuerdo con lo que se quiere realizar, es por esto por lo que muchas tienen opciones y funciones que otras no, sin embargo, (Lanner, 2022), indica que una pasarela IOT en teoría debería cumplir con características básicas como:

- La comunicación puede darse de manera física, es decir cableada o de manera inalámbrica debido a que todas las pasarelas IOT permiten distintos tipos de transmisión como Wifi, ethernet o celular.

- También ayudan a mejorar la seguridad de la red, dado que actúan como separadores sin interrumpir la comunicación.
- Las pasarelas IOT se encargan de la gestión del tráfico de entrada y salida para el envío de datos y la configuración de los dispositivos respectivamente.

Existen también pasarelas más avanzadas, mismas que ofrecen más funciones como el preprocesamiento de los datos, (Lanner, 2022), menciona que existen pasarelas capaces de preprocesar de manera local los datos recogidos antes de que estos sean enviados a la nube, además también proporciona la conocida computación de borde, misma que se encarga de reducir el tamaño de los datos beneficiando a la mejora de los tiempos de respuesta.

### **2.2.9.2. Ejemplos**

#### *2.2.9.2.1. WordPress*

Se trata de una plataforma diseñada para para crear, editar y mantener sitios web de manera gratuita ofreciendo flexibilidad y escalabilidad, además de tratarse de un sistema muy sencillo de utilizar.

Lanzado como un sistema de gestión de contenidos web, WordPress esta desarrollado en PHP enfocado a entornos que hagan uso de MySQL y Apache, entre sus características más importantes se pueden mencionar:

- Instalación sencilla
- Se actualiza de manera automática
- Cuenta con herramientas de comunicación
- Permite la distinción por categorías y etiquetas
- Acepta el uso de links permanentes
- Admite el uso de widgets y plantillas

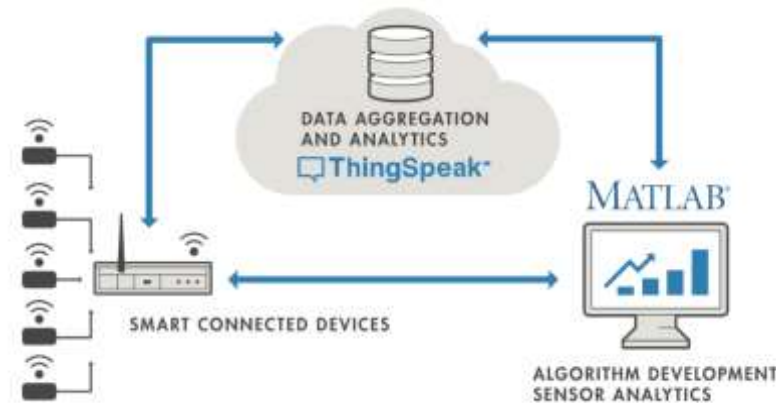
Este sistema es también amigable con aquellas personas que quieren empezar en el desarrollo de páginas web, (Bustos, 2022), menciona que usar WordPress resulta mucho más accesible que empezar a desarrollar (codificar) un sitio web desde 0, además de contar con un gran número de cursos en línea para aprender su utilización.

#### *2.2.9.2.2. Thingspeak*

Es una plataforma de IOT en código abierto que permite a sus usuarios la comunicación, visualización y control de dispositivos conectados a través de internet, adicionalmente esta



plataforma cuenta con soporte del software Matlab para la visualización y el análisis de los datos obtenidos por la red de sensores. Los sistemas de sensores inalámbricos que hacen uso de Thingspeak como pasarela se pueden describir mediante el diagrama presentado en la figura 5.



*Figura 5. Diagrama de red IOT con Thingspeak. Información tomada de thingspeak.com.*

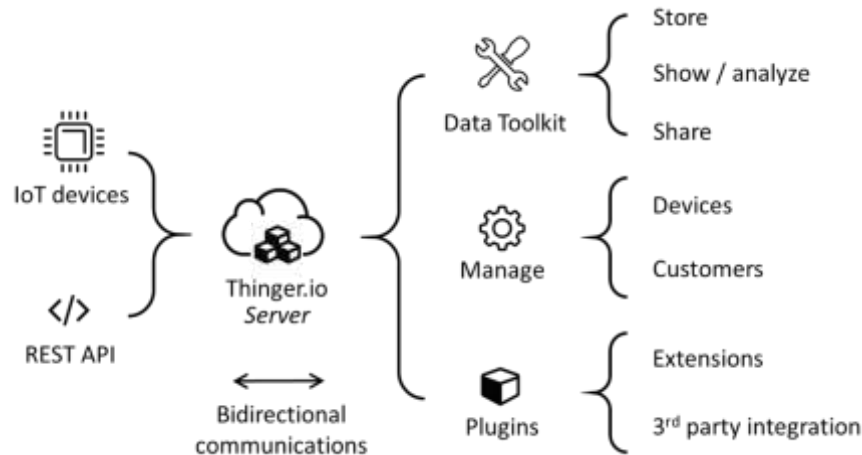
*Elaborada por Thingspeak*

En su página oficial (Thingspeak, 2022), afirma que su plataforma es frecuentemente utilizada para el desarrollo de prototipos o pruebas en torno al IOT, esto es gracias a que posibilita la visualización de forma inmediata y en tiempo real de los datos proporcionados por nuestra red de dispositivos vinculadas a thingspeak.

#### *2.2.9.2.3. Thinger.io*

Se trata de una plataforma de código abierto española con enfoque al desarrollo de sistemas o redes basados en IOT que como lo indica en su web oficial (Thinger.io, 2021), provee de una serie de herramientas útiles para la creación, escalado y administración conectados entre sí agilitando el desarrollo de nuevos proyectos de IOT.

Thinger.io se caracteriza por su sencilla accesibilidad dado que al estar desarrollada de manera open source garantiza su integración con la gran mayoría de dispositivos existentes en el mercado, además de contar con planes que parten desde una versión gratuita limitada, la cual está orientada a estudiantes o pequeños trabajadores en IOT, en la figura 6 se pueden apreciar las principales características de thinger.io.



*Figura 6. Red y características de Thingier.io. Información tomada de thingier.io. Elaborada por Thingier.io*

#### 2.2.9.2.4. Ubidots

Ubidots es una plataforma de IOT que cuenta con un centro de datos en nube, en la cual realiza el almacenamiento de los datos obtenidos de los dispositivos o sensores que conforman una red de IOT, (Bajaña & Molina, 2020) indican que esta plataforma cuenta con un Dashboard como se muestra en la figura 7, en donde se muestra toda la información recogida.



*Figura 7. Tablero de Ubidots. Información tomada de ubidots.com. Elaborada por Anthony Villamar*

Ubidots es una plataforma de pago, sin embargo, es posible acceder a una prueba gratuita orientada para estudiantes o empresas. Como parte de su sistema de seguridad, Ubidots cuenta con un sistema integrado de autenticación mediante la asignación de tokens

únicos a cada usuario, mismo que se utiliza en el programado de los dispositivos o sensores que formaran parte de la red.

## 2.2.10. Procesadores de señales

### 2.2.10.1. Arduino

Arduino se concibió con la idea de facilitar el acceso al mundo de la electrónica de personas sin conocimiento previo de ello, así pues, se trata de una plataforma de desarrollo en código abierto que basa en un microcontrolador reprogramable acompañado de un determinado número de pines y puertos distribuidos como se observa en la figura 8, permitiendo entre otras cosas, la conexión del microcontrolador con los diferentes módulos y sensores con los que se esté trabajando.



Figura 8. Distribución de pines en Arduino uno. Información tomada de *electrontools.com*.

Elaborada por Veloso, C.

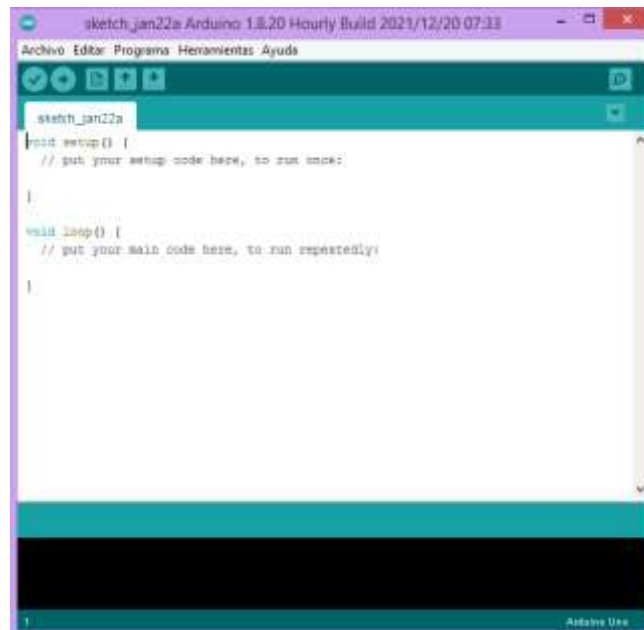
Actualmente existe una variedad de modelos de Arduino diferenciados por su tamaño, la forma de la placa base, el tipo o modelo del microcontrolador incorporado, así como el número de pines de entrada y salida según el propósito para el que están pensados, pero compartiendo su arquitectura, sus librerías y la documentación existente, en la figura 9 se pueden observar algunos de los modelos más conocidos de Arduino.



*Figura 9. Modelos de Arduino. Información tomada de xataka.com. Elaborada por Anthony Villamar.*

#### *2.2.10.1.1. Software Arduino*

Arduino cuenta también con una aplicación denominada Arduino IDE (por sus siglas en inglés Integrante Development Environment) que ofrece el entorno de desarrollo ideal para comenzar a escribir programas como se aprecia en la figura 10, y que serán cargados de manera posterior a la placa física de cualquier modelo de Arduino como puede ser Uno, Mega, Leonardo, Nano, Micro o cualquiera con un microcontrolador listo para aceptar transferencias hexadecimales.



*Figura 10. Ventana de Arduino IDE. Información tomada de la investigación directa. Elaborada por Anthony Villamar.*

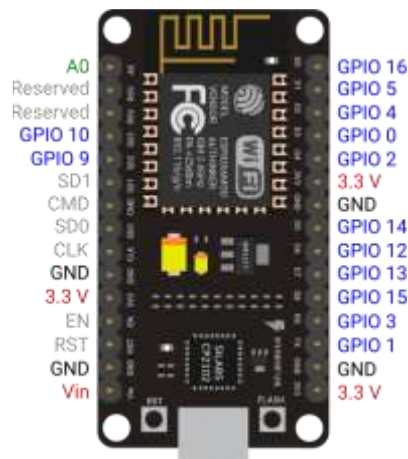
El sitio oficial de Arduino (Arduino.cc, 2022), indica que su entorno de desarrollo cuenta con herramientas muy útiles como lo es un editor de texto para escribir el código de

los programas, una zona de mensajes, una consola de texto, una barra en la que se muestran una serie de herramientas con funciones comunes además de una serie de menús por los cuales se puede desplazar.

Finalmente, Arduino IDE, es compatible con los lenguajes de programación o desarrollo C y C++, esto se debe a que el lenguaje elegido en la programación de las placas está basado fuertemente en el processing que es un lenguaje y entorno de desarrollo en código abierto que se basa en java.

#### 2.2.10.2. Nodemcu-ESP8266

Nodemcu se trata de una placa de desarrollo que al igual que Arduino trabaja en código abierto, la principal diferencia con este último es que Nodemcu está diseñado en base al chip wifi de bajo costo ESP8266 facilitando la conexión de dispositivos, mientras que Arduino carece de un chip o modulo wifi integrado, la distribución de pines de la placa Nodemcu se muestra en la figura 11.



*Figura 11. Nodemcu-ESP8266 pinout. Información tomada de mechatronicsblog.com. Elaborada por Bonilla, J.*

Actualmente existen algunas versiones de Nodemcu-ESP8266, sin embargo, su principal diferencia radica en su diseño y tamaño debido a que, al tratarse de una placa de código abierto, cualquier fabricante puede elaborar su propia versión, (del Valle, 2017), afirma que todas las versiones de Nodemcu están basadas en los módulos ESP12 y ESP12E, los cuales a su vez están contruidos a partir del chip ESP8266, de esta manera se pueden encontrar 3 versiones en el mercado, mismas que se muestran en la figura 12.

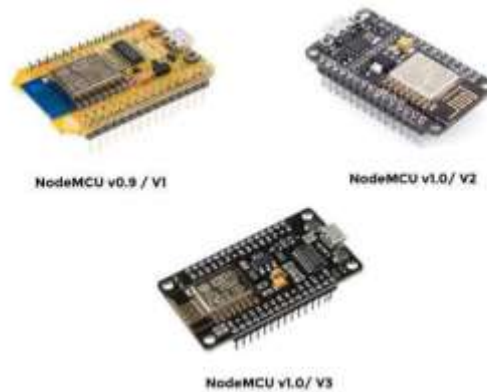


Figura 12. Versiones de Nodemcu-ESP8266. Información tomada de programarfácil.com.

Elaborada por del Valle, L.

### 2.2.10.3. Raspberry Pi

Se trata de un computador compacto de bajo coste lanzado por la fundación Raspberry pi, es de tamaño reducido, al punto de que puede caber en la palma de la mano y, aun así, funcionar como cualquier otra computadora. (Rodríguez, 2018)

Por lo general, todos los Raspberry pi disponibles en el mercado están contruidos en código y hardware libres y principalmente están basados en GNU-LINUX. Raspberry se compone de un SoC ARM de bajo consumo, memoria RAM, entradas y salidas de audio y video, conexión Wifi y que dependiendo del modelo puede incluir conectividad bluetooth, ranura SD, entre otras cosas como se aprecia en la figura 13.

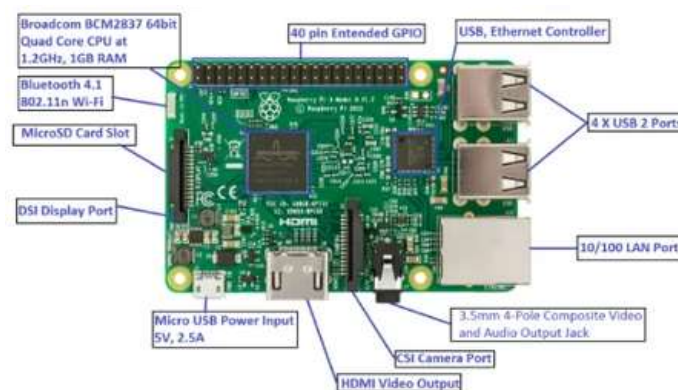


Figura 13. Componentes de Raspberry pi. Información tomada de kolwidi.com. Elaborada por

Diéguez, L.

Raspberry fue concebida en un principio para servir en el campo de la educación, como una alternativa económica que permita el acceso y desarrollo de los estudiantes en los campos de la informática. En la actualidad existen distintos modelos y versiones de acuerdo

con los requerimientos del proyecto en que se trabaje, en la figura 14 se muestran algunos de los modelos más conocidos de Raspberry pi.



*Figura 14. Modelos de Raspberry pi. Información tomada de farelettronica.it. Elaborada por Anthony Villamar*

### 2.2.11. Dispositivos de adquisición de datos

Son todos aquellos dispositivos que forman la interfaz usuario-red y cuya principal función es ser el origen o el destino de un determinado mensaje dentro de una red específica y en ocasiones pueden ser conocidos como Host.

#### 2.2.11.1. Sensor de gas GLP

Un sensor de gas es un dispositivo el cual tiene la capacidad de detectar, reconocer y transformar en información mostrada en valores medibles la presencia de este elemento en el aire, en el mercado existen un sin número de sensores que van desde industriales, hasta aquellos utilizados en sistemas embebidos basados en hardware y código abierto, de estos últimos podemos encontrar una serie de modelos detallados en la tabla 7.

**Tabla 7 Sensores de gas.**

Modelo	Sustancia detectada	Tensión de alimentación
MQ-2	Metano, butano, gas licuado de petróleo (GLP), humo	5v
MQ-4	Metano, gas natural comprimido (GNP)	5v
MQ-5	Gas natural, GLP	5v
MQ-6	Butano, GLP	5v

MQ-306A	Butano, GLP	0.9v
MQ-214	Metano, gas natural	5v
MQ-216	Gas natural, carbón	6v

*Información tomada de [luisllamas.es](http://luisllamas.es). Elaborado por Anthony Villamar.*

### 2.2.11.2. Sensor de temperatura

Se trata de dispositivos electrónicos que tienen la capacidad de medir la temperatura de una superficie o área determinada, haciendo uso generalmente del cambio de resistencia para obtener una medición numérica. De estos sensores se pueden encontrar de distintos tipos y tamaños de acuerdo con su función y finalidad, alguno de estos son los presentados en la tabla 8.

**Tabla 8 Sensores de temperatura.**

Modelo	Información medible	Tensión de alimentación	Rango de temperatura
DHT11	Temperatura, humedad	3v-5.5v	0° C a 50° C
DHT22	Temperatura, humedad	3v-6v	-40° C a 80° C
LM35DZ	Temperatura	4v-30v	-55° C a 150° C
BMP180	Temperatura	1.8v-3.6v (chip) 3.3v-5v (modulo)	0° C a 65° C
TMP36	Temperatura	2.7v-5.5v	-40° C a 125° C
LM75	Temperatura	3v-5.5v	-55° C a 125° C
BME280	Temperatura	1.7v-3.6v (chip) 3.3v-5v (modulo)	-40° C a 85° C

*Información tomada de [kolwidi.com](http://kolwidi.com). Elaborado por Anthony Villamar.*

### 2.2.11.3. Sensor detector de humo

Los sensores de humo son dispositivos electrónicos que pueden detectar y medir la intensidad de la presencia de humo en un entorno, son comunes en el mercado y existen muchos distintos tipos de sensores, a continuación, en la tabla 9 se detallan unos cuantos.



**Tabla 9 Sensores de humo.**

<b>Modelo</b>	<b>Sustancia detectada</b>	<b>V. de alimentación</b>
MQ-2	Metano, butano, gas licuado de petróleo (GLP), humo	5v
MQ-3	Alcohol, etanol, humo	5v
MQ-303A	Alcohol, etanol, humo	0.9v
MQ-135	Benceno, alcohol, humo, calidad del aire	5v
AQ-2	Gases inflamables, humo	N/D

*Información tomada de [luisllamas.es](http://luisllamas.es). Elaborado por Anthony Villamar*

#### **2.2.11.4. Sensor de movimiento**

Los sensores de movimiento son dispositivos que se activan ante la presencia o detección de un obstáculo en movimiento (puede ser un ser vivo u objeto), dependiendo del tipo de sensor estos pueden operar por medio de mediciones por infrarrojos, ultrasonidos entre otros tipos de tecnologías la cual será elegida de acuerdo con la necesidad del proyecto a realizarse, en la tabla 10, se detallan algunos tipos de sensores de movimiento disponibles en el mercado.

**Tabla 10 Sensores de movimiento.**

<b>Modelo</b>	<b>Distancia de funcionamiento</b>	<b>Tensión de alimentación</b>
HC-SR501	3m-7m	5v-20v
HC-SR505	3m	4.5v-20v
AM312	3m-5m	2.7v-12V
SW-420	Variable (no magnitudes pequeñas)	3.3v-5V

*Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Anthony Villamar*

### **2.3. Fundamentación legal**

Para el correcto desarrollo del presente trabajo de grado, se hará la exposición de las bases legales que se establecen en la constitución de la república del Ecuador, la ley orgánica

de telecomunicaciones y el código orgánico de economía social de los conocimientos, creatividad e innovación.

De esta forma, para el desarrollo del prototipo se hará uso de redes inalámbricas respetando y acogiendo al derecho estipulado en el Art. 16, numeral 3 de la sección tercera de comunicación e información de los derechos del buen vivir. (Constitución de la república del Ecuador, 2008)

Es necesario hacer un correcto uso de las Tics y WSN en el monitoreo y control de riesgos en el interior del hogar manteniendo un impacto mínimo en el medio ambiente de forma que se garantice el derecho a un hábitat seguro y saludable estipulado en el Art. 30 de la sección sexta de habitad y vivienda de los derechos del buen vivir. (Constitución de la república del Ecuador, 2008)

El proyecto tiene como finalidad la realización de un sistema que permita el aumento del control y en consecuencia de la seguridad en el interior del hogar de forma que contribuya a la mejora de la calidad de vida y a la realización del buen vivir, como se establece en el Art. 385 de la sección octava de ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales del régimen del buen vivir. (Constitución de la república del Ecuador, 2008)

Para la creación de la red de sensores y para la disminución del gasto de inversión, se hará uso de tecnologías libres y de código abierto, mismas que están reconocidas en el Art. 142.- Tecnologías libres, del apartado segundo de las tecnologías libres y formatos abiertos del coescci. (Código orgánico de economía social de los conocimientos, creatividad e innovación, 2016)

De la misma manera y para procurar no vulnerar derechos de propiedad intelectual, se ha elegido el uso de software de código abierto amparándose en el Art. 151.- Libre elección de software, del apartado segundo de las tecnologías libres y formatos abiertos del coescci. (Código orgánico de economía social de los conocimientos, creatividad e innovación, 2016)

El despliegue de la red de sensores se llevará a cabo desde su planificación y construcción hasta el momento que la misma se encuentre operando de manera óptima y segura de acuerdo con lo indicado en el Art. 9.- Redes de telecomunicaciones del capítulo 1 de la LOT. (Ley orgánica de telecomunicaciones, 2015)

Finalmente, para la realización de este trabajo el estado garantiza el acceso a las bandas libres siempre que se respete y cumpla lo establecido en la LOT, como se menciona en el Art. 3.- objetivos, numeral 11. (Ley orgánica de telecomunicaciones, 2015)

## Capítulo III

### Metodología

#### 3.1. Metodología

##### 3.1.1. Metodología Cuantitativa

La metodología cuantitativa, centra su línea de investigación hacia los aspectos observables del sujeto de investigación que pueden ser sometidos a cuantificación, esta metodología intenta explicar el fenómeno sujeto a estudio haciendo uso de herramientas estadísticas para el análisis de los datos recogidos.

##### 3.1.1.1. Método bibliográfico

También llamado método de escritorio o gabinete, este método se enfoca en la recolección, revisión y análisis de datos ya existentes provenientes de investigaciones previamente realizadas, este tipo de método sirve como un complemento para la aplicación del método experimental. (Zita, 2021)

El método bibliográfico permite realizar la recolección de los datos necesarios para llevar a cabo la investigación planteada que permita el posterior desarrollo del prototipo, la información proporcionada por los entes gubernamentales de países como México y Colombia en sus webs oficiales corresponden a la base que permitió describir el problema, así como los factores que lo rodean, de igual manera, mediante la búsqueda de documentos a través en la web de distintas fuentes se ha podido recopilar información que sirve como un preámbulo de las especificaciones, características, materiales y funciones sobre las cuales el prototipo será construido.

##### 3.1.1.2. Método deductivo

El método deductivo permite la obtención de información haciendo uso del razonamiento lógico y directo para llegar a una conclusión específica y válida, lo cual se lleva a cabo partiendo de una serie de premisas más generales entorno al fenómeno de investigación, mismas que deben ser verídicas.

El uso del método deductivo en el presente trabajo permite que, por medio de la recopilación de información de distintas fuentes, se pueda llegar a diferentes interpretaciones que favorecen la obtención de una visión más amplia de los factores abarcados en el tema de

investigación, lo que servirá de manera posterior en el desarrollo de las características del prototipo a construir.

### **3.1.1.3. Método experimental**

Sobre el método experimental (Zita, 2021), señala que en este tipo de método se realiza la manipulación intencional de algunas de las variables que conforman el objeto de investigación con la finalidad de observar cómo se ve afectado el resultado.

Esto permite la elaboración posterior a la recolección de datos del prototipo propuesto, además de efectuar distintas pruebas a lo largo de todas las etapas del desarrollo observando de esta manera fallos o inconvenientes que se resolverán hasta dar con los componentes que permita alcanzar el funcionamiento.

## **3.2. Análisis de los requerimientos**

### **3.2.1. Requerimientos del prototipo**

De acuerdo con la investigación realizada y los datos obtenidos durante la misma, se requiere que el dispositivo, sea capaz de adaptarse a redes inalámbricas interiores de uso doméstico, de forma que los dispositivos que conforman el prototipo sean capaces de conectarse y operar de forma simultánea en dicha red. Por otro lado, es importante tener en consideración el factor económico, por lo que se requiere que el prototipo sea construido mediante el uso de herramientas de software y hardware de código abierto de bajo coste, de igual manera, la tecnología de transmisión de datos a utilizar debe valorar el consumo energético de acuerdo con las características técnicas necesarias de la red.

Se requiere el uso de una pasarela IOT que cumpla la función de Gateway y donde se pueda visualizar la información recogida y el estado de conexión de un número determinado de nodos sensores de acuerdo con las áreas o zonas que se desea cubrir, a su vez, los nodos sensores deben contar con dispositivos capaces de detectar la presencia de temperatura, humedad, gas GLP y movimiento, que son aquellos factores de riesgo que han sido tomados en consideración para la construcción del prototipo, finalmente, el mismo debe ser capaz de emitir una alarma sonora ante la presencia en niveles considerados peligrosos o de riesgo de los factores ya mencionados.

### **3.2.2. Requerimientos del usuario.**

Para que el usuario no presente problemas al momento de manipular el sistema, se requiere que la presentación de los datos sea realizada de manera que sea fácil de comprender y observar haciendo uso de gráficos de distintos tipos, así mismo los nodos sensores deben ser de sencilla instalación y alimentación pudiendo hacer uso de cargadores de celulares convencionales para evitar limitaciones en este aspecto.

El prototipo debe también tener en consideración las dimensiones del hogar donde habita el usuario, En un artículo de la plataforma web dedicada a Arquitectura y diseño de interiores Homify, (Echazarreta, 2018), afirma que la dimensión estándar para los hogares o casas habitadas por un número promedio de 4 personas suele ser de entre 60 y 84 metros cuadrados en total, esto indistintamente de como este valor este repartido entre los distintos cuartos que posea el hogar.

Finalmente, y de acuerdo con la investigación realizada, las zonas en el interior del hogar que se buscan supervisar de manera principal son la cocina y los dormitorios o bodegas, siendo los agentes para monitorear para el primer caso temperatura y gas, mientras que para el segundo temperatura, humedad y movimiento de acuerdo con el uso que se le dé a la habitación, también se debe realizar la supervisión de otras áreas en el hogar que aunque poseen un menor riesgo, siguen siendo de interés como por ejemplo el cuarto de baño, la azotea o la sala de acuerdo al interés del usuario.

### **3.2.3. Requerimientos técnicos**

#### **3.2.3.1. *Requerimientos de la tecnología de transmisión inalámbrica***

Para la elección de la tecnología de transmisión inalámbrica, se requiere que esta sea de bajo consumo y con un costo bajo de mercado de acuerdo con los requerimientos del prototipo, además se necesita que su rango de cobertura pueda cubrir las necesidades de un hogar promedio, y que la capacidad de red permita una ampliación futura.

La siguiente comparación se centrará en 3 de las tecnologías de transmisión de datos de mayor uso y documentación en redes WSN e IOT: ZigBee, Bluetooth y Wifi. Dicho esto, para poder hacer uso de estas tecnologías son necesarios dispositivos dedicados o de hardware libre, por lo que se ha seleccionado los módulos: Xbee ZB S2C TH para la tecnología ZigBee, HC-06 que cuenta con Bluetooth y ESP8266 que es un módulo Wifi basado en los estándares 802.11 b/g/n, de las características técnicas de estos dispositivos es

de donde se extraen varios parámetros a comparar de las tecnologías de transmisión de acuerdo con los requisitos mencionados, como los presentados en las tablas 11, 12 y 13.

El primer parámetro para comparar es el consumo de energía, se debe considerar que los dispositivos permanecerán en funcionamiento durante un periodo prolongado según valore el usuario, lo que implica un mayor consumo de energía si está conectado directamente a un tomacorriente, así como una menor autonomía de las baterías si el sistema está alimentado de esta manera, por lo cual se requiere que tenga un bajo consumo.

**Tabla 11 Tecnología inalámbrica: Consumo de energía.**

	<b>ZigBee</b>	<b>Bluetooth</b>	<b>Wifi en su estándar 802.11 b/g/n</b>
<b>Consumo</b>	28 mA a 45mA	30 mA a 40 mA	60mA a 215mA
<b>Valoración</b>	5/5	5/5	3/5

*Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Anthony Villamar.*

El siguiente punto para considerar, es el costo de mercado de los dispositivos o módulos basados en estas tecnologías, en este parámetro se busca el menor precio disponible.

**Tabla 12 Tecnología inalámbrica: Costo de mercado de dispositivos.**

	<b>ZigBee</b>	<b>Bluetooth</b>	<b>Wifi en su estándar 802.11 b/g/n</b>
<b>Precio c/u</b>	\$ 40.00	\$ 06.50	\$ 04.50
<b>Valoración</b>	1/5	4/5	5/5

*Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Anthony Villamar.*

Ahora el parámetro que interesa comparar es el rango de cobertura de las 3 tecnologías inalámbricas acorde a las características técnicas de estas, en este punto es necesario hacer énfasis en que el sistema de sensores funcionará en una red interior, por lo que el valor de la cobertura exterior es descartable y se tendrán en cuenta las dimensiones mencionadas en los requerimientos del usuario como valor referencial en la comparación.

**Tabla 13 Tecnología inalámbrica: Rango de cobertura**

	<b>ZigBee</b>	<b>Bluetooth</b>	<b>Wifi en su estándar 802.11 b/g/n</b>
<b>Cobertura</b>	75m-100m	10m	35m-70m
<b>Valoración</b>	5/5	1/5	4/5

*Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Anthony Villamar.*

Por último, se comparan las capacidades de nodos de cada una de las tres tecnologías inalámbricas, esto permite tener una idea acerca de cuantos nodos sensores se pueden conectar a la red. Es importante mencionar que el sistema no visualiza un uso a gran escala por lo que una capacidad muy alta no resulta tan importante, pero sin embargo es preciso que tenga espacio de ampliación.

**Tabla 14 Tecnología inalámbrica: Capacidad en nodos de la red.**

	<b>ZigBee</b>	<b>Bluetooth</b>	<b>Wifi en su estándar 802.11 b/g/n</b>
<b>Capacidad</b>	65535	8	32
<b>Valoración</b>	3/5	2/5	5/5

*Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Anthony Villamar.*

Ahora se procederá a realizar la ponderación total de cada parámetro comparado anteriormente, de esta ponderación se puede obtener la tecnología que más se adecua a los requerimientos para la elaboración del prototipo.

**Tabla 15 Tecnología inalámbrica: Ponderaciones totales.**

	<b>ZigBee</b>	<b>Bluetooth</b>	<b>Wifi en su estándar 802.11 b/g/n</b>
<b>Consumo</b>	5	5	3
<b>Precio</b>	1	4	5
<b>Cobertura</b>	5	2	4
<b>Capacidad</b>	3	2	5
<b>Total</b>	14	14	17

*Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Anthony Villamar.*

La elección de la tecnología de transmisión de datos para establecer la red sobre la cual funcionará el sistema constituye la parte más importante del proceso de elaboración del prototipo, esto dado que, a partir de esta se compararán y elegirán los dispositivos de recolección de datos, así como los procesadores de señales que trabajarán en esta red, dicho esto, de acuerdo con la tabla 15, la tecnología de transmisión más adecuada donde funcionará el sistema de acuerdo con los requerimientos dados, es la tecnología Wifi.

### 3.2.3.2. *Requerimientos del procesador de señales*

Una vez seleccionada la tecnología inalámbrica que se va a utilizar en el prototipo, es el turno de seleccionar la placa de desarrollo que cumplirá el rol de procesador de señales en el sistema.

El prototipo estará conformado por una variedad de nodos sensores los cuales van a ser distribuidos por las áreas o habitaciones del hogar que se consideraron de riesgo elevado de acuerdo con lo investigado en este trabajo, cada nodo sensor contará con un procesador de señales, mismo que debe ser accesible económicamente, tener un consumo de energía moderado, disponer de conectividad a redes Wifi, y con la finalidad de facilitar su instalación y ubicación, es preciso que el procesador de señales sea de dimensiones reducidas.

A continuación, se realizará una comparativa con su respectiva ponderación de las 3 placas de desarrollo más comunes en el mercado: Arduino en su versión base denominada Uno, Podenco ESP8266 en su segunda versión oficial la 1.0/V2, y Raspberry Pi en su 4ta versión modelo B, de acuerdo con los requerimientos mencionados con anterioridad.

La primera característica que se va a comparar de cada placa son sus dimensiones, en este aspecto, se busca un tamaño más reducido dado que es beneficioso para la ubicación del nodo sensor, pues permite una mejor adaptación de acuerdo con el área seleccionada.

**Tabla 16 Procesadores de señales: Dimensiones de la placa.**

	<b>NodeMCU-ESP8266 V2</b>	<b>Arduino Uno</b>	<b>Raspberry pi 4 Model B</b>
<b>Dimensiones</b>	49 mm x 26 mm	73 mm x 53 mm	85.6 mm x 56.5 mm
<b>Valoración</b>	5/5	3/5	2/5

*Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Anthony Villamar.*



Anteriormente se ha manifestado que uno de los requerimientos del prototipo, es que sea accesible económicamente, por lo cual, a continuación, se comparara los precios de mercado de las 3 placas de desarrollo seleccionadas buscando aquella con el menor valor.

**Tabla 17 Procesadores de señales: Costo de mercado.**

	<b>NodeMCU-ESP8266 V2</b>	<b>Arduino Uno</b>	<b>Raspberry pi 4 Model B</b>
<b>Precio c/u</b>	\$7.00	\$18.00	\$160.00
<b>Valoración</b>	5/5	3/5	1/5

*Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Anthony Villamar.*

Después de un proceso de comparación y ponderación de resultados, se seleccionó la tecnología inalámbrica de transmisión de datos Wifi como base para establecer la red de sensores por lo que se requiere que la placa seleccionada cuente con esta tecnología integrada, dicho esto, el siguiente parámetro a comprar es si estas placas cuentan o no con esta posibilidad, para la valoración de este parámetro se puntuara como 5 el poseer dicha conectividad, y como 1 el no poseerla.

**Tabla 18 Procesadores de señales: Conectividad a redes wifi.**

	<b>NodeMCU-ESP8266 V2</b>	<b>Arduino Uno</b>	<b>Raspberry pi 4 Model B</b>
<b>Wifi integrado</b>	Si	No	Si
<b>Valoración</b>	5/5	1/5	5/5

*Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Anthony Villamar.*

Finalmente se compara el voltaje de alimentación de las 3 placas de desarrollo, en este parámetro se busca que el voltaje requerido parta de los 5V y no exceda los 12V, esto para facilitar la alimentación mediante la utilización de baterías y fuentes externas, así como la conexión directa a la red eléctrica usando un cargador de móvil.

**Tabla 19 Procesadores de señales: Voltaje de alimentación.**

	<b>NodeMCU-ESP8266 V2</b>	<b>Arduino Uno</b>	<b>Raspberry pi 4 Model B</b>
<b>V de Alimentación</b>	3.3V-5V	7V-12V	5.1V
<b>Valoración</b>	5/5	5/5	5/5

*Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Anthony Villamar.*

Ahora llego el momento de realizar la ponderación total de los valores de cada parámetro comparado para realizar la elección de la placa de desarrollo que más se ajusta a los requerimientos del sistema.

**Tabla 20 Procesadores de señales: Ponderaciones totales.**

	<b>NodeMCU ESP8266</b>	<b>Arduino</b>	<b>Raspberry pi</b>
<b>Dimensiones</b>	5	3	2
<b>Precio c/u</b>	5	3	1
<b>Wifi integrado</b>	5	1	5
<b>Alimentación</b>	5	5	5
<b>Total</b>	20	12	13

*Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Anthony Villamar.*

De esta ponderación se observa que la placa Nodemcu ESP8266 V2, es la más idónea para constituir el procesador de señales de los nodos sensores del sistema ajustándose en cada parámetro a comparación de las otras dos placas, adicionalmente hay que mencionar que esta placa puede ser alimentada con 12V en su pin Vin gracias a que su modulador interno se encarga de convertir ese voltaje de entrada en 3.3V con los que funciona el módulo integrado ESP8266, de manera que permite tener más opciones de alimentación.

### **3.2.3.3. Requerimientos de los dispositivos de adquisición de datos**

Ya se ha seleccionado la tecnología de transmisión inalámbrica y el procesador de señales a utilizar, teniendo esto en consideración es el turno de la comparación y elección de los dispositivos de adquisición de datos para cubrir los agentes requeridos por el sistema, mismos que deben ser compatibles con el procesador de señales empleado.

### 3.2.3.3.1. Sensores de gas

Para la detección temprana de la presencia de gas de uso doméstico en el entorno interior del hogar, se hará uso de un dispositivo o sensor con las facultades de detectar la presencia de este agente, este sensor debe tener un costo accesible, un voltaje de alimentación preferencial que no exceda los 5V para facilitar la alimentación del nodo sensor, y finalmente de acuerdo con lo encontrado durante la fase de investigación, este sensor de poder detectar concentraciones de gas que partan de los 300ppm, de manera adicional el sensor debe ofrecer un margen de mejora futura al sistema de acuerdo a los agentes que pueda detectar.

El primer parámetro que se va a considerar es el costo de mercado por lo que a continuación, se compararán los precios de algunos de sensores de la familia MQ con la capacidad de medir gas GLP.

**Tabla 21 Sensores de Gas: Costo de mercado.**

	<b>MQ-2</b>	<b>MQ-6</b>	<b>MQ-5</b>
<b>Precio c/u</b>	\$2.50	\$5.00	\$4.00
<b>Valoración</b>	5/5	3/5	4/5

*Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Anthony Villamar.*

Ahora se procede a comparar los voltajes a los que son alimentados estos tres sensores de la familia MQ.

**Tabla 22 Sensores de Gas: Voltaje de alimentación.**

	<b>MQ-2</b>	<b>MQ-6</b>	<b>MQ-5</b>
<b>V de Alimentación</b>	5V	5V	5V
<b>Valoración</b>	5/5	5/5	5/5

*Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Anthony Villamar.*

A continuación, el parámetro más importante de esta comparación es el rango de medición de gas GLP, esto de acuerdo con lo mencionado en los requisitos del sensor.

**Tabla 23 Sensores de Gas: Rango de detección GLP.**

	<b>MQ-2</b>	<b>MQ-6</b>	<b>MQ-5</b>
<b>Rango</b>	300ppm-5000ppm	200ppm-10000ppm	200ppm-10000ppm
<b>Valoración</b>	5/5	5/5	5/5

*Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Anthony Villamar.*

Hasta ahora se ha observado un comportamiento muy similar de estos sensores debido a que pertenecen a la misma familia, ahora se realizará la comparación de los agentes que cada sensor es capaz de detectar, sobre este aspecto se espera que el sensor pueda detectar agentes que brinden al sistema la capacidad de mejora futura con la inclusión de otros factores de riesgo como humo u otros gases inflamables.

**Tabla 24 Sensores de Gas: Agentes detectables.**

	<b>MQ-2</b>	<b>MQ-6</b>	<b>MQ-5</b>
<b>Agentes</b>	GLP, Butano, Humo, Alcohol, Metano	GLP, Butano	GLP, Gas natural, Isobutano, propano
<b>Valoración</b>	5/5	3/5	4/5

*Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Anthony Villamar.*

Finalmente se procede a realizar la ponderación total de los parámetros comparados para poder hacer la elección del sensor a utilizar.

**Tabla 25 Procesadores de señales: Ponderaciones totales.**

	<b>MQ-2</b>	<b>MQ-6</b>	<b>MQ-5</b>
<b>Precio c/u</b>	5	3	4
<b>V de Alimentación</b>	5	5	5
<b>Rango</b>	5	5	5
<b>Agentes</b>	5	3	4
<b>Total</b>	20	16	18

*Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Anthony Villamar.*

Ya se tiene la ponderación total, en líneas generales los 3 sensores funcionan de formas muy similares, por consiguiente, se considera que el uso de cualquiera de los 3 es viable

para el desarrollo del proyecto, sin embargo, de acuerdo con los requisitos de costo y margen de mejora y la tabla 25, el sensor MQ-2 se acomoda de mejor manera al sistema propuesto, seguido del MQ-5 que se convierte en una opción igual de buena.

#### 3.2.3.3.2. Sensores de movimiento

Para detectar la presencia, o el movimiento a través de una zona o puerta del hogar, se hará uso de un sensor de movimiento, este sensor debe cumplir con las mismas condiciones de precio y voltaje de alimentación que los sensores de gas, además se requiere que el sensor tenga el mejor rango de medición posible de acuerdo con las condiciones ya mencionadas y un consumo de energía moderado, para las respectivas comparación se usará 3 sensores de movimiento comunes de encontrar como son los módulos: HC-SR501, HC-SR505, AM312.

Lo primero que se va a comparar de estos 3 sensores, es su valor en el mercado aclarando que estos valores varían según donde se cotee.

**Tabla 26 Sensores de movimiento: Costo de mercado.**

	<b>HC-SR501</b>	<b>HC-SR505</b>	<b>AM312</b>
<b>Precio c/u</b>	\$3.00	\$6.00	\$8.09
<b>Valoración</b>	5/5	3/5	1/5

*Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Anthony Villamar.*

Ahora es el turno del voltaje de alimentación de los tres sensores, recordando que se espera que el dispositivo pueda operar con un voltaje de alimentación no mayor a 5V.

**Tabla 27 Sensores de movimiento: Voltaje de alimentación**

	<b>HC-SR501</b>	<b>HC-SR505</b>	<b>AM312</b>
<b>V de Alimentación</b>	5V-20V	4.5V-20V	2.7V-3.3V
<b>Valoración</b>	4/5	4/5	5/5

*Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Anthony Villamar.*

En este punto, es el momento de comparar los rangos de detección de los tres sensores por lo que se valorara el mejor rango en metros.

**Tabla 28 Sensores de movimiento: Rango de detección**

	<b>HC-SR501</b>	<b>HC-SR505</b>	<b>AM312</b>
<b>Rango</b>	3m-7m	3m	3m-5m
<b>Valoración</b>	5/5	3/5	4/5

*Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Anthony Villamar.*

Por último, es importante conocer el consumo de los dispositivos de manera que se pueda elegir el de menor consumo para obtener una mayor autonomía en caso de usar baterías.

**Tabla 29 Sensores de movimiento: Consumo en reposo**

	<b>HC-SR501</b>	<b>HC-SR505</b>	<b>AM312</b>
<b>Consumo</b>	50uA	60uA	20uA
<b>Valoración</b>	5/5	5/5	5/5

*Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Anthony Villamar.*

Ahora es posible realizar la ponderación de valores de los parámetros comparados y así obtener el dispositivo que mejor se adecua al sistema.

**Tabla 30 Sensores de movimiento: Ponderaciones totales.**

	<b>HC-SR501</b>	<b>HC-SR505</b>	<b>AM312</b>
<b>Precio c/u</b>	5	3	1
<b>V de Alimentación</b>	4	4	5
<b>Rango</b>	5	3	4
<b>Consumo</b>	5	5	5
<b>Total</b>	19	15	15

*Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Anthony Villamar.*

De la ponderación total de los valores obtenidos mediante la comparación de varios parámetros, se obtiene que el sensor de movimiento HC-SR501 corresponde al dispositivo idóneo para su uso en el sistema, de manera adicional, es válido mencionar que existen en el mercado varios submodelos de este sensor, pero sin embargo tienen el mismo funcionamiento únicamente variando en la ubicación de pines o su distribución.

### 3.2.3.3.3. Sensor de temperatura y humedad

Llego el momento de realizar la selección de los sensores de humedad y temperatura, actualmente se pueden conseguir por separado, sin embargo, para la elaboración de este prototipo se ha considerado el uso de un dispositivo o sensor que cuente con la capacidad de realizar la medición de ambos factores, dicho esto, se requiere que este sensor sea económico, con un voltaje de operación no mayor a 5V, de bajo consumo energético y con un rango de medición aceptable respecto a los parámetros anteriores, por ello se ha seleccionado 3 sensores como candidatos a comparar los cuales son: las versiones 11 y 12 de los sensores de humedad y temperatura de la familia DHT y el sensor de humedad, temperatura y presión atmosférica BME280.

El primer parámetro que se va a observar y comparar es el costo de mercado de los 3 sensores.

**Tabla 31 Sensores de temperatura y humedad: Costo de mercado**

	<b>DHT-11</b>	<b>DHT-22</b>	<b>BME280</b>
<b>Precio c/u</b>	\$2.50	\$7.00	\$23,62
<b>Valoración</b>	5/5	4/5	1/5

*Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Anthony Villamar.*

El siguiente punto que se comparará, es el voltaje de alimentación requerido para que estos sensores puedan operar sin problemas de acuerdo con lo requerido en el sistema.

**Tabla 32 Sensores de temperatura y humedad: Voltaje de alimentación**

	<b>DHT-11</b>	<b>DHT-22</b>	<b>BME280</b>
<b>V de Alimentación</b>	3.3V-5.5V	3.3V-6V	3.3V-5V
<b>Valoración</b>	5/5	5/5	5/5

*Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Anthony Villamar.*

Ahora se va a tratar uno de los puntos más importantes para la elección del sensor, se trata del rango de medición de los 3 sensores seleccionados los cuales se van a comparar.

**Tabla 33 Sensores de temperatura y humedad: Rango de medición**

	<b>DHT-11</b>	<b>DHT-22</b>	<b>BME280</b>
<b>Rango</b>	0 a 50°C	-40°C a 80°C	-40°C a 85°C
	20%-90%	0-100%	0-100%
<b>Valoración</b>	2/5	5/5	5/5

*Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Anthony Villamar.*

Por último, teniendo en cuenta la posibilidad de alimentar el sistema mediante el uso de baterías, se realiza la comparación del parámetro de consumo energético de los 3 sensores.

**Tabla 34 Sensores de temperatura y humedad: Consumo de energía**

	<b>DHT-11</b>	<b>DHT-22</b>	<b>BME280</b>
<b>Consumo</b>	1mA	2.1mA	3.6uA
<b>Valoración</b>	5/5	4/5	5/5

*Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Anthony Villamar.*

Ya se han comparado y evaluado todos los parámetros de los 3 sensores requeridos por el sistema, entonces se procede a realizar la ponderación que arrojará cuál de los 3 presentados es el ideal para su uso en el desarrollo del prototipo.

**Tabla 35 Sensores de movimiento: Ponderaciones totales.**

	<b>DHT-11</b>	<b>DHT-22</b>	<b>BME280</b>
<b>Precio c/u</b>	5	4	1
<b>V de Alimentación</b>	5	5	5
<b>Rango</b>	2	5	5
<b>Consumo</b>	5	4	5
<b>Total</b>	17	18	16

*Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Anthony Villamar.*

De la tabla 35, se observa que en líneas generales los 3 sensores cumplen de manera aceptable los requerimientos del prototipo siendo el factor decisivo su precio en relación con su rango de medición, así se determina que el sensor que más se acomoda al sistema de



sensores es el DHT22 por su gran capacidad a un precio relativamente bajo, sin embargo el uso del DHT11 es viable para situaciones donde los valores de humedad y temperatura no son prioritarios sino complementarios, por último el BME280 es un sensor más completo que los anteriormente mencionados pero elevado coste hace poco viable su inclusión al sistema si se compara con el DHT22.

### 3.2.3.4. *Requerimientos de la plataforma o pasarela IOT*

Para la elección de la plataforma IOT que se utilizara en la implementación del sistema de red de sensores, es preciso tener en cuenta el factor económico, por lo que se busca que ofrezca planes gratuitos con la menor limitación posible además de ofrecer escalabilidad, debe también poder trabajar con el IDE de Arduino y ser compatible con los diferentes dispositivos y sensores seleccionados a lo largo del proceso de comparación y selección, la plataforma debe de ser de uso sencillo e intuitivo.

Dicho esto, para esta selección se ha tomado en cuenta a las plataformas Thingspeak, Thingier.io y Ubidots, dado que se trata de plataformas bastante documentadas en la implementación de proyectos IOT, lo primero que se desea conocer es si estas plataformas cuentan con planes gratuitos, en esta sección se valorara un si como 5 y un no como 0.

**Tabla 36 Plataformas IOT: Gratuidad.**

	Thingspeak	Thingier.io	Ubidots
<b>Plan gratuito</b>	Si	Si	Si, bajo proceso de selección
<b>Valoración</b>	5/5	5/5	3/5

*Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Anthony Villamar.*

Ya se conoce la disponibilidad de un plan gratuito de las tres diferentes plataformas, a continuación, se compara si son compatibles con el entorno de Arduino IDE, donde se trabajará el procesador de señales Nodemcu.

**Tabla 37 Plataformas IOT: Compatibilidad con IDE Arduino.**

	Thingspeak	Thingier.io	Ubidots
<b>Compatibilidad</b>	Si	Si	Si
<b>Valoración</b>	5/5	5/5	5/5

*Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Anthony Villamar.*

En este caso, las tres plataformas son compatibles con Arduino IDE, y así mismo cuentan con librerías propias en este. Ahora lo que se desea comparar es la escalabilidad de proyectos en sus planes de paga y su versión gratuita.

**Tabla 38 Plataformas IOT: Escalabilidad de proyectos.**

	<b>Thingspeak</b>	<b>Thingier.io</b>	<b>Ubidots</b>
<b>Escalabilidad</b>	Si, no escalable en versión gratuita	Si, limitado en versión gratuita	Si, limitado en versión gratuita
<b>Valoración</b>	3/5	4/5	4/5

*Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Anthony Villamar.*

Finalmente, se espera que la plataforma sea de uso intuitivo y sencillo, considerando la necesidad de que el usuario disponga de conocimiento previo o adicional para su uso.

**Tabla 39 Plataformas IOT: Facilidad de uso.**

	<b>Thingspeak</b>	<b>Thingier.io</b>	<b>Ubidots</b>
<b>Conocimiento previo</b>	Si, requiere conocimiento en Matlab.	No	No
<b>Valoración</b>	3/5	5/5	5/5

*Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Anthony Villamar.*

Ahora se procederá a la ponderación total donde se seleccionará la plataforma ideal para el desarrollo del sistema de red de sensores.

**Tabla 40 Plataformas IOT: Ponderación total.**

	<b>Thingspeak</b>	<b>Thingier.io</b>	<b>Ubidots</b>
<b>Gratuidad</b>	5	5	4
<b>Compatibilidad</b>	5	5	5
<b>Escalabilidad</b>	3	4	4
<b>Conocimiento previo</b>	3	5	5
<b>Total</b>	16	19	18

*Información tomada de la investigación directa. Elaborado por Anthony Villamar.*

En términos generales, las tres plataformas cumplen de buena manera con los requerimientos de la plataforma que se requiere utilizar, sin embargo Thingier.io sobresale

de las tres opciones propuestas, ya que se trata de una plataforma muy flexible que permite el control total de lo que se esté desarrollando, limitando únicamente en su versión gratuita en el número de proyectos independientes que se pretende realizar, siendo la seleccionada para el desarrollo del prototipo.

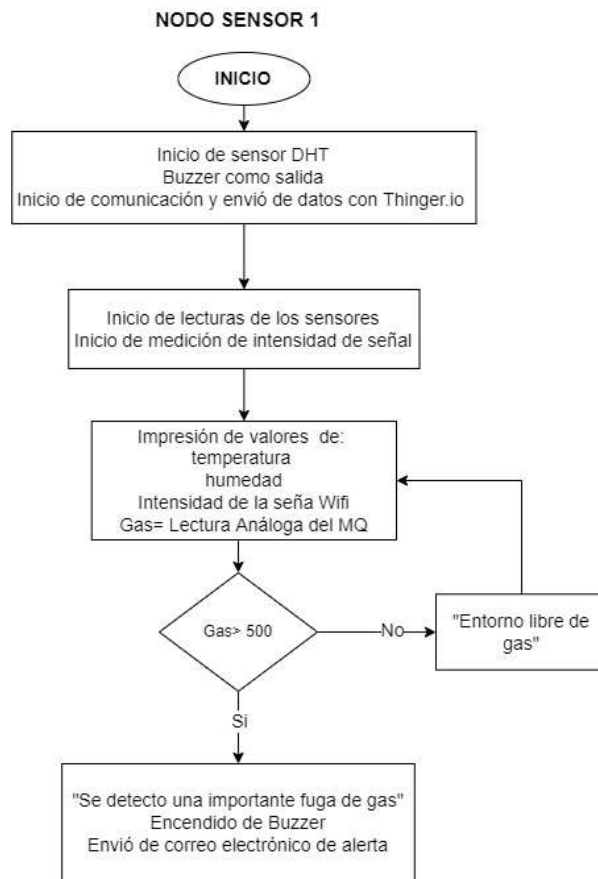
### **3.3. Desarrollo del prototipo**

#### **3.3.1. Esquema de funcionamiento**

Los nodos sensores estarán realizando lecturas de los parámetros para los que están preparados de manera constante en el ambiente donde se coloquen, enviarán esta información a la placa Nodemcu que se encargará de procesar y enviar los datos recogidos por los nodos sensores a la plataforma Thinger.io, de manera adicional, este microcontrolador validará las condiciones que se hayan programado de forma previa, ejecutando o no según sea el caso, una acción correspondiente al cumplimiento o no de la misma como se observa en la figura 15.

De cumplirse de manera positiva alguna de las condiciones existentes en cada nodo sensor, esto activará una alerta sonora propia de cada nodo mediante la utilización de un buzzer en representación de una alerta sujeta a elección del usuario, así mismo Thinger.io activará el endpoint configurado enviando un email de alerta al usuario. Todos los datos recogidos y procesados por los nodos sensores serán enviados mediante un access point a la plataforma o pasarela IOT Thinger.io donde se podrá realizar la visualización de esta información usando una computadora personal o un smartphone mediante el uso de la App propia de la plataforma, de igual manera Thinger.io permite almacenar una cantidad limitada de datos en su versión gratuita, así como configurar un máximo de 4 endpoints como el que se usará en el prototipo para el envío de una alerta por correo electrónico.



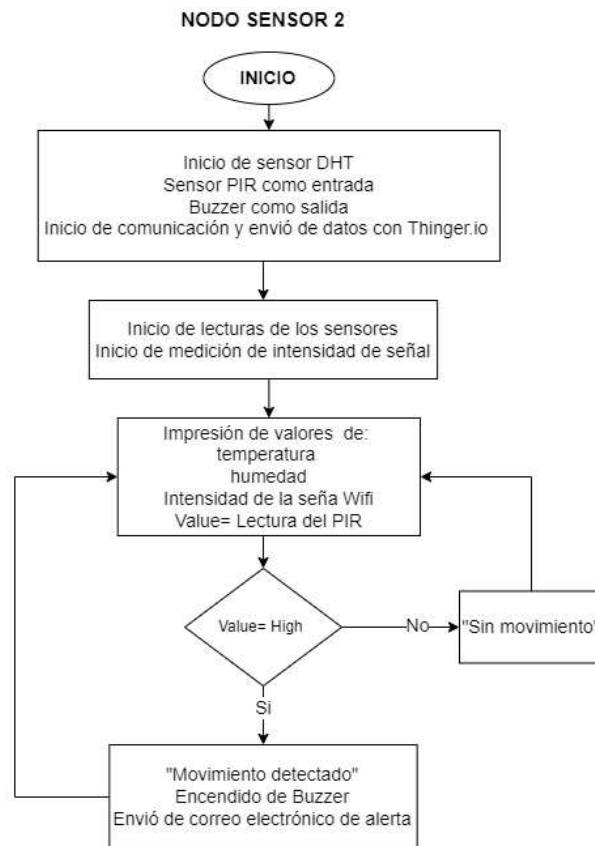


*Figura 16. Diagrama de flujo Nodo sensor 1. Información tomada de la investigación directa.  
elaborada por Anthony Villamar*

### **3.3.2.2. Diagrama de flujo Nodo sensor 2**

Como se puede observar en la figura 17, en el nodo Sensor 2 se inicia el Sensor DHT, se configuran el sensor PIR como entrada, el buzzer en salida y se inicia la comunicación con Thinger.io para el envío de los parámetros codificados.

Los sensores DHT11 Y PIR comienzan a realizar las lecturas respetando el tiempo en que se les haya programado, adicionalmente el módulo ESP8266 iniciara una comprobación de la intensidad de la señal, finalmente se imprimen o presentan todos estos parámetros en el dashboard de la plataforma Thinger.io. Si el sensor PIR detecta movimiento en su rango de alcance, este cambiara su estado de LOW a HIGH, lo que provocara que se presente el mensaje: Movimiento detectado, a su vez que se enciende el buzzer en el nodo sensor emitiendo una alarma sonora, por su parte Thinger.io activara el endpoint configurado enviando un Email con la alerta programada, en caso de no detectar movimiento el estado del PIR no variara y se presentara el mensaje: Sin movimiento, continuando con las lecturas.



*Figura 17. Diagrama de flujo sensor 2. Información tomada de la investigación directa. elaborada por Anthony Villamar*

### 3.3.3. Construcción de los nodos sensores

El nodo sensor, es el encargado de realizar las mediciones o detectar la presencia del agente que le fue asignado mediante el uso de dispositivos capacitados para esta labor, para de manera posterior enviar esta información mediante una red Wifi a la pasarela Gateway IOT, la elaboración de este prototipo contempla dos tipos de nodos sensores y su construcción consta de 3 partes que son: la preparación de Arduino IDE para trabajar con Nodemcu, la elaboración del código de cada nodo sensor y las conexiones físicas de los sensores a su respectivo nodo.

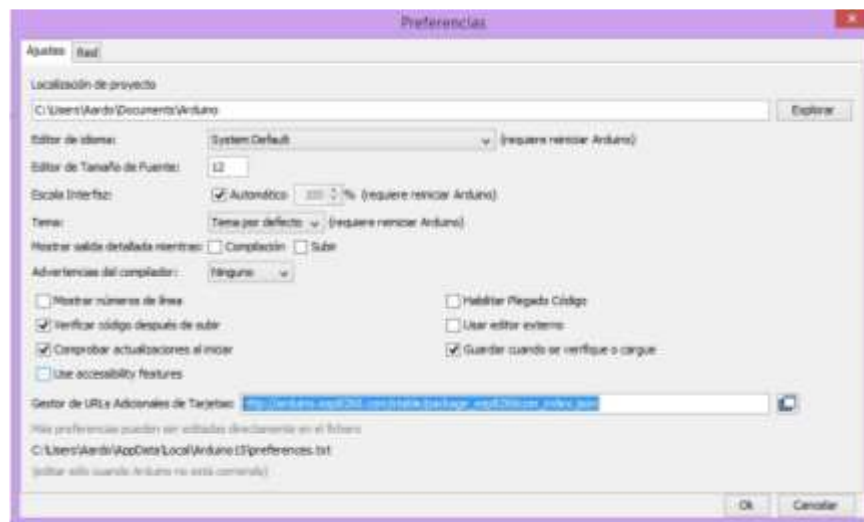
#### 3.3.3.1. Preparación de Arduino IDE para trabajar con Nodemcu

Nodemcu puede ser programado de dos maneras: la primera es usando el firmware que viene preinstalado que permite la programación mediante lenguaje LUA, y la segunda es haciendo uso del IDE de Arduino empleando su lenguaje propio. Dicho esto, el método que

se usara es el segundo, por lo que primero que se necesita hacer para la elaboración de los nodos sensores, es configurar Arduino IDE para poder trabajar con la plataforma Nodemcu.

Dicho esto, se accede al IDE de Arduino, una vez dentro se busca la opción preferencias en la pestaña de archivo y se presentara un menú en el cual se tiene que pegar el siguiente enlace en el espacio denominado como gestor de URL adicionales de tarjetas:

[http://arduino.esp8266.com/stable/package\\_esp8266com\\_index.json](http://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json)



*Figura 18. Menú de preferencias del IDE de Arduino. Información tomada de la investigación directa. elaborada por Anthony Villamar.*

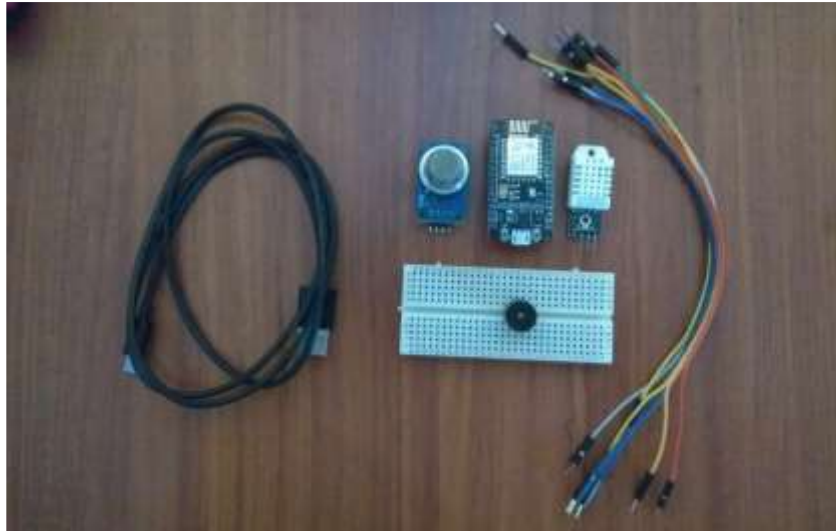
Una vez realizado el primer paso, ahora se debe dirigir a la pestaña herramientas e ingresar en la opción placa y seleccionar gestor de tarjetas donde se presentará un menú con un buscador, en este se escribe la palabra esp8266 y se selecciona la opción propia de ESP8266 community y se da clic en instalar.



*Figura 19. Menú de gestor de tarjetas del IDE de Arduino. Información tomada de la investigación directa. elaborada por Anthony Villamar*







*Figura 21. Materiales del nodo Sensor 1. Información tomada de la investigación directa.  
elaborada por Anthony Villamar*

#### *3.3.3.2.1. Conexiones del nodo*

Ahora se va a comenzar a realizar las conexiones físicas de los dispositivos o sensores con el procesador de señales, el primer sensor que se va a conectar es el DHT22, este sensor cuenta con 3 pines que corresponden a Vcc, Gnd y Out, siendo los dos primeros los pines de alimentación del sensor y el último el pin para la salida de datos digital, de esta manera los pines Vcc y Gnd irán conectados con los pines de 3.3V y Gnd o tierra del Nodemcu y seguido el pin digital del sensor hará uso del pin D1 de la placa.



*Figura 22. DHT22. Información tomada de la investigación directa. elaborada por Anthony Villamar*

Terminando de conectar el sensor de temperatura y humedad DHT22, ahora es el turno del dispositivo MQ-2, este sensor cuenta con 4 pines que corresponden a Vcc, Gnd, D0 y

A0, siendo los dos primeros los pines de alimentación a 5V, el D0 el pin de salida digital y el A0 un pin de salida de datos analógicos.

Ya se conoce que el pin Gnd del sensor ira conectado con alguna de las tierras de la placa, sin embargo a diferencia del sensor DHT22, El sensor MQ-2 se alimenta con una tensión de 5V misma que Nodemcu no suministra dado que el módulo ESP8266 trabaja con 3.3V, por esta razón, y para que el sensor pueda ser alimentado se debe conectar al pin Vin de la placa, este pin sirve para alimentar la placa con voltajes de hasta 12V que serán transformados por el regulador interno del Nodemcu en los 3.3V con los que trabaja el módulo ESP8266, pero si la placa es alimentada por el puerto Micro USB entonces el puerto Vin funciona como suministrador de 5V por lo que puede ser aprovechado por el MQ-2, otra opción es alimentar el sensor de manera independiente con una fuente de 5V, en este panorama la conexión se realizaría directamente con la fuente. Finalmente, el pin A0 se conectará al único pin analógico con el que cuenta Nodemcu que es el pin A0, para el funcionamiento del sistema no se requiere conectar el pin digital del MQ-2.



*Figura 23. MQ-2. Información tomada de la investigación directa. elaborada por Anthony Villamar*

Por último, para la conexión del buzzer activo, se tiene que conectar el pin positivo de este al pin digital D2 de Nodemcu, mientras que el pin negativo debe conectarse a alguno de los pines Gnd de la placa, este buzzer solo será activado si la condición programada es validada por el sistema.



*Figura 24. Buzzer activo. Información tomada de la investigación directa. elaborada por Anthony Villamar*

Finalizadas las conexiones el nodo sensor #1 está preparado para empezar su programación, en la figura 25 se observa las conexiones realizadas en protoboard.



*Figura 25. Nodo sensor #1. Información tomada de la investigación directa. elaborada por Anthony Villamar*

#### *3.3.3.2.2. Elaboración del código*

Una vez se tienen listas las conexiones del nodo sensor #1, ha llegado el momento de realizar el código con el que va a funcionar el sistema, entonces se empieza declarando las bibliotecas que se van a utilizar en la codificación que para este caso son 3: Dht.H que sirve

para programar el sensor DHT22, ThingerESP8266.h que se trata de la biblioteca propia de la pasarela IOT Thinger.io, y ESP8266WiFi.h que permite trabajar con el módulo integrado en Nodemcu. Luego de realizado esta parte se definen los parámetros con los que se identificará al dispositivo Nodemcu en la plataforma Thinger.io, siendo Usuario el nombre con el que se registró la cuenta en Thinger y Id\_Disps junto a Credenciales\_Disps parámetros que se registran en la propia plataforma.

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <ThingerESP8266.h>
#include <DHT.h> //Sensor DHT

// Parámetros del dispositivo ESP8266
#define Usuario "AnthoRi"
#define Id_Disps "Nod_1"
#define Credenciales_Disps "Sens_1"
```

*Figura 26. Declaración de librerías y parámetros de identificación. Información tomada de la investigación directa. elaborada por Anthony Villamar*

Luego de realizado lo anterior, se deben ingresar las credenciales de la red Wifi a la que estará conectado el dispositivo Nodemcu, además de definir el tipo de sensor DHT que se está usando y escribir la línea de código que recoge este dato y el pin digital donde el sensor está conectado a la placa Nodemcu.

En este punto se ingresa la línea de código que recoge los parámetros de identificación con Thinger.io para enlazar la plataforma con la placa, además de declarar las variables que se utilizaran en el programa, estas variables corresponden al parámetro de temperatura, humedad, gas y buzzer, en este último también definimos el pin donde ira conectada.

```
// Parámetros de nuestra red wifi
#define wifi_ssid "NETLIFE-GVillao"
#define wifi_pass "f17e15a16k07a14"

// Parámetros del sensor DHT11
#define DHTTYPE DHT22 // Seleccionamos el sensor
DHT dht (5, DHTTYPE); //Recoge pin y tipo de sensor dh

ThingerESP8266 thing(Usuario, Id_Disps, Credenciales_Disps);

//variables globales
float h ; //humedad
float t ; //temperatura
int Buzzer = 4; // Buzzer de alerta
int Gas; // Lectura analogica de GAS
int Int_Señal; // intensidad de la señal
```

*Figura 27. Ingreso de variables y recolección de datos. Información tomada de la investigación directa*

Ahora se escribirá la codificación del Void setup, en esta se inicia una comunicación serial en la escala de los 115200 Baudios, esto permite observar el funcionamiento del nodo usando el monitor serie de Arduino IDE, posterior a ello se inicializa en sensor DHT22 y se declara el modo de operación del pin digital donde se conecta el buzzer en salida con un estado inicial de apagado. Una vez culminado lo anterior se inicia la comunicación con la API de Thingier.io y se define que variables son enviadas a la plataforma y el nombre con el que esta las reconocerá.

```
void setup() {
  Serial.begin(115200);    // inicio de la comunicacion serial
  dht.begin ();           // inicio del sensor DHT
  pinMode(Buzzer, OUTPUT);
  digitalWrite (Buzzer, LOW);

  thing.add_wifi(wifi_ssid, wifi_pass); //inicializa la comunicacion WIFI con la API
  thing["SENSORES"] >> [] (pson & out) { //lectura de datos de la API
    out["Humedad"] = h;
    out["Temperatura"] = t;
    out["GLP"] = Gas;
    out["Señal Wifi"] = Int_Señal;
  };
}
```

*Figura 28. Void setup. Información tomada de la investigación directa. Elaborada por Anthony Villamar*

Finalmente se realiza el void loop, en esta sección es donde se escriben todas las condiciones que serán realizadas de acuerdo con el periodo programado, y que para el caso del sistema a desarrollar se inicia con la lectura digital de los datos de temperatura y humedad arrojados por el DHT22, así como la lectura analógica realizada por el MQ-2, estos datos se presentan en el monitor serie para facilitar la comprobación de funcionamiento, así como en la plataforma Thingier.io, y por último se establece la condición de activación del buzzer activo cuando la medición del sensor MQ-2 arroje un valor mayor a 500ppm se encienda un buzzer de alarma y Thingier.io active el endpoint de correo electrónico de alerta, además de presentarse un texto de aviso en el monitor serie del IDE de Arduino así como en la plataforma Thingier.io.

```

void loop() {
  thing.handle();

  h = dht.readHumidity();    //lee humedad
  t = dht.readTemperature(); // lee temperatura
  Gas = analogRead(A0);      // Lee la presencia de Gas
  Int_Señal= WiFi.RSSI();    // mide intensidad de señal
  int Aviso = 0;

  //impresion de variables monitor serie
  Serial.print ("Humedad: ");
  Serial.println (h);
  Serial.print ("Temperatura: ");
  Serial.println (t);
  Serial.print ("GLP: ");
  Serial.println(Gas);
  Serial.print("Intensidad de la señal ");
  Serial.println(Int_Señal);

  if (Gas > 500) {
    Alerta= "Se detecto una fuga importante de Gas";
    Serial.println (Alerta);
    digitalWrite (Buzzer, HIGH) ; //Suena
    delay(2000);
    digitalWrite (Buzzer, LOW) ; //no Suena
    if (Aviso==0){
      thing.call_endpoint("Fuga");
      Aviso++;
    }
    delay (1000);
  }
  else {
    //Serial.println("Entorno libre de Gas");
    Alerta= "Entorno libre de Gas";
    Serial.println (Alerta);
  }

  delay (5000); // lectura cada 5 segundos
}

```

*Figura 29. Void Loop. Información tomada de la investigación directa. Elaborada por Anthony Villamar.*

### 3.3.3.3. Nodo sensor #2

El segundo nodo sensor, está enfocado en el monitoreo de Temperatura, humedad y movimiento y su utilización recae principalmente en vigilar el acceso a habitaciones o áreas que se consideran peligrosas ya sea por que funcionan de almacén de sustancias peligrosas al alcance de los niños, así como también llevar el control del estado de la habitaciones de recién nacidos e infantes conociendo los índices de temperatura y humedad vigilando que estos no excedan el límite seguro, de la misma manera controlara si el menor abandona sin aviso la habitación.

Para la realización de este nodo sensor se utilizaron los siguientes materiales:

1 Nodemcu ESP8266 V2	1 sensor DHT11
cables jumper Macho-hembra	1 sensor PIR
1 Buzzer activo	1 cable USB-micro USB



*Figura 30. Materiales del nodo sensor #2. Información tomada de la investigación directa.*

*Elaborada por Anthony Villamar.*

#### *3.3.3.3.1. Conexiones del nodo*

Para la elaboración de este nodo sensor y de acuerdo con los resultados de las comparaciones de los distintos dispositivos de temperatura y humedad disponibles en mercado, se ha decidido utilizar el DHT11 para reducir los costes dado su buen funcionamiento, este sensor de temperatura y humedad al igual que su versión de gama mayor cuenta con 3 pines, dos de alimentación y uno de salida digital de datos, de estos los dos primeros irán conectados a los pines de 3.3V y GND de la placa Nodemcu, y el pin digital con el pin D1 del Nodemcu.



*Figura 31. DHT11. Información tomada de la investigación directa. Elaborada por Anthony*

*Villamar.*



Lo siguiente que se conectará, será el sensor PIR el cual tiene 3 pines correspondientes a Vcc, Gnd y D0 o pin de salida digital, este sensor opera con 5V por lo que igual que con el MQ-2 del nodo sensor #1 se puede elegir entre alimentar la placa por el puerto micro USB aprovechando así el pin Vin, o alimentando directamente el sensor a una fuente de 5V externa, por último, el pin D0 ira conectado con el pin D5 del Nodemcu.



*Figura 32. Sensor PIR. Información tomada de la investigación directa. Elaborada por Anthony Villamar.*

Finalmente, el buzzer será conectado de la misma manera que en el nodo sensor #1, es decir el pin Vcc al pin D2 de la placa y el Gnd a una tierra del Nodemcu, y este solo será activado en el momento que se cumpla la condición codificada.

Una vez completadas las conexiones de los dispositivos o sensores a la placa Nodemcu tendremos un nodo sensor como el mostrado en la figura 33.



*Figura 33. Nodo sensor #2. Información tomada de la investigación directa. Elaborada por Anthony Villamar.*

#### 3.3.3.3.2. Elaboración del código

De igual manera que con el nodo sensor #1, la codificación del nodo #2 empieza por la definición de las bibliotecas que el código va a emplear y los parámetros con los que la plataforma Thingier.io reconocerá al procesador de señales, estos parámetros se almacenan



en los campos definidos como Usuario, Id\_disp y Credenciales\_disp, de igual manera se ingresan las credenciales de la red wifi que se utilizara para la red almacenadas en las variables wifi\_ssid y wifi\_pass.

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <ThingrESP8266.h>
#include <DHT.h> //Sensor DHT

// Parámetros del dispositivo ESP8266
#define Usuario "AnthoRi"
#define Id_Dispatch "Nod_2"
#define Credenciales_Dispatch "Sens_2"

// Parámetros de nuestra red wifi
#define wifi_ssid " "
#define wifi_pass " "
```

*Figura 34. Declaración de bibliotecas y parámetros de identificación de red Wifi y Thingr.io.*

*Información tomada de la investigación directa. Elaborada por Anthony Villamar.*

Ahora se define el tipo de sensor DHT que se está usando y se recoge el pin digital que usa de la placa, a diferencia del Nodo sensor #1 este usa un DHT11, se escribe la línea Thing para que la plataforma Thingr.io recoja los datos declarados en el paso anterior y enlace la placa con la plataforma, se escriben las variables globales que se utilizaran, así como los pines que usaran de ser necesario, a diferencia del nodo sensor #2 en este se define una variable String que se utilizara más adelante para el sensor PIR.

```
// Parámetros del sensor DHT11
#define DHTTYPE DHT11 // Seleccionamos el sensor
DHT dht (5, DHTTYPE); //Recoge pin y tipo de sensor dh

ThingrESP8266 thing(Usuario, Id_Dispatch, Credenciales_Dispatch);

//variables globales
float h ; //humedad
float t ; //temperatura
int Buzzer = 4; //Buzzer de alerta
const int pirPin= 14; //Sensor PIR
String Alerta; //Cadena de caracteres para PIR
int Int_Señal;
```

*Figura 35. Declaración de parámetros del DHT y variables globales. Información tomada de la investigación directa. Elaborada por Anthony Villamar.*

El void setup del nodo sensor #2 no es diferente que el codificado en el primer nodo sensor, se inicia la comunicación serial y el sensor DHT, se definen el modo de operación de los pines digitales del buzzer y el sensor PIR como output e input respectivamente, así

como el estado inicial del buzzer en low. Hecho esto, se comienza la comunicación de la placa con la API de Thingier.io y se le da un nombre con el que la plataforma reconocerá a las variables que esta recoge.

```
void setup()
{
  Serial.begin(115200); // inicio de la comunicacion serial
  dht.begin ();         // inicio del sensor
  pinMode(pirPin, INPUT);
  pinMode(Buzzer, OUTPUT);
  digitalWrite (Buzzer, LOW);

  thing.add_wifi(wifi_ssid, wifi_pass); //inicializa la comunicacion WIFI con la API
  thing["SENSORS_R2"] >> [] (pson & out) { //lectura de datos de la API
    out["Humedad"] = h;
    out["Temperatura"] = t;
    out["PIR_ROOM"] = Alerta;
    out["Señal Wifi"] = Int_Señal;
  };
}
```

*Figura 36. Codificación del Void setup. Información tomada de la investigación directa.*

*Elaborada por Anthony Villamar.*

En el void loop se realiza la codificación correspondiente a la función de lectura de cada variable global definida, también se escribe las líneas de código para la presentación de los datos recogidos por las variables designadas a cada sensor en el monitor serie, y se establece la condición de operación del PIR, dado que este sensor opera con dos estados: High al detectarse movimiento en el rango configurado por medio del potenciómetro incorporado en el dispositivo y Low si no existe movimiento, teniendo esto en consideración se condiciona que si el sensor se mantiene en estado Low la variable string declarada anteriormente adopte la cadena de caracteres: Sin movimiento, por el contrario si el sensor pasa del estado Low al estado High, entonces el string adopta la cadena: Movimiento detectado, activando en el proceso el buzzer activo, para esta situación se eligió una variable string para aprovechar la facultad de la plataforma Thingier.io de poder recoger datos o valores tanto numéricos como alfabéticos y presentarlo en su Dashboard, de manera adicional se establece el envío de una alerta mediante correo electrónica bajo la misma condición del PIR.

```

void loop(){
  thing.handle();

  h = dht.readHumidity();      //lee humedad
  t = dht.readTemperature();  // lee temperatura
  Int_Señal= WiFi.RSSI();     // mide intensidad de señal
  int value= digitalRead(pirPin);
  int Aviso = 0;

  //impresion de variables monitor serie
  Serial.print ("Humedad: ");
  Serial.println (h);
  Serial.print ("Temperatura: ");
  Serial.println (t);
  Serial.print("Intensidad de la señal ");
  Serial.println(Int_Señal);

  if (value == HIGH) {
    Alerta= "MOVIMIENTO DETECTADO"; // 20-21 byte en string
    //thing.call_endpoint("intruso");
    Serial.println (Alerta);
    digitalWrite (Buzzer, HIGH) ; //Suenas
    delay(2000);
    digitalWrite (Buzzer, LOW) ; //no Suenas
    if (Aviso==0){
      thing.call_endpoint("intruso");
      Aviso++;
    }
    delay (1000);
  }
  else {
    Alerta= "Sin movimiento";
  }
}

```

*Figura 37. Codificación del Void loop. Información tomada de la investigación directa. Elaborada por Anthony Villamar.*

#### 3.3.3.4. Configuración de la Pasarela IOT Thinger.io

La pasarela IOT que se va a utilizar para el sistema es Thinger.io, esta plataforma ofrece una versión gratuita con limitaciones, entre las más importantes la posibilidad de enlazar solo dos dispositivos a la misma, sin embargo, a pesar de esto brinda una lectura de recursos sin limitaciones en cada dispositivo, esto quiere decir que cada nodo puede albergar una cantidad de sensores únicamente limitada por la propia placa con la que se trabaje.

Para poder empezar a transmitir información a la página y que esta sea mostrada, primero se debe crear un usuario en Thinger.io y realizar las verificaciones pedidas por la plataforma, una vez hecho entrar a la ventana principal de Thinger.io que mostrara el número de dispositivos que se tienen conectados de acuerdo al plan contratado, el número máximo de data buckets y dashboard así como la cantidad existente que se haya creado y finalmente la cantidad de Endpoints configurados, además de datos de localización y transmisión.



*Figura 38. Ventana principal de thinger.io. Información tomada de la investigación directa. Elaborada por Anthony Villamar.*

Ahora lo que se va a hacer, es la configuración de los dispositivos para que Thinger.io pueda reconocerlos y enlazarse con estos, esto se hace en la opción devices en el menú que se muestra en lado izquierdo de la pantalla, una vez dentro se da clic en el botón verde llamado Add device y se mostrara una pestaña de configuración como la mostrada en la figura 39.

*Figura 39. Pestaña de configuración de dispositivos de Thinger.io. Información tomada de la investigación directa. Elaborada por Anthony Villamar.*

En esta pestaña se define bajo que parámetros Thinger.io reconocerá y enlazará con los dispositivos, en este punto los campos que se deben llenar son:

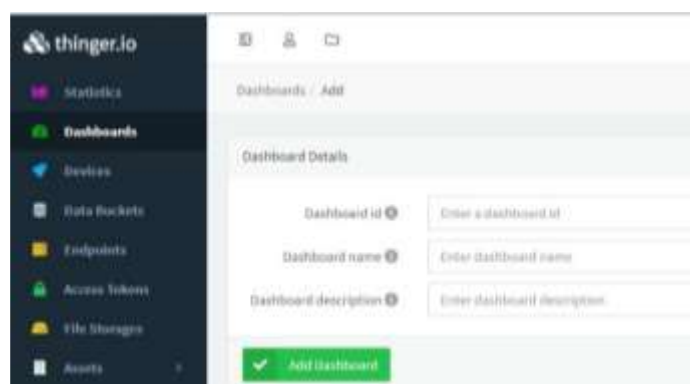
- **Device Type:** corresponde al tipo de dispositivo o placa que se emplea, para el desarrollo de este prototipo corresponde a un Nodemcu ESP8266, por lo que se selecciona la opción generic thinger device.
- **Device Id:** en este campo se escribe el nombre con el que se identificara el dispositivo en el momento de su conexión con Thinger, en la codificación de los nodos sensores corresponde a la variable denominada como Id\_Dispatch.
- **Device credentials:** Aquí se escribe un tipo de clave o código de enlace que permitirá la autenticación del dispositivo, en la codificación de los nodos sensores la variable denominada Credenciales\_Dispatch corresponde a este parámetro.
- **Device description:** Este campo es opcional, pero permite aclarar la función del dispositivo conectado.

Una vez finalizado este proceso se da clic en el botón verde Add Device e ingresara de manera automática a la información del dispositivo donde se puede observar entre otras cosas el estado de la conexión, la transmisión de bits desde iniciada la conexión, ubicación geográfica del dispositivo conectado y tiempo de conexión. Este proceso se debe hacer para cada dispositivo o nodo sensor que se quiera conectar.



*Figura 40. Información del dispositivo conectado. Información tomada de la investigación directa. Elaborada por Anthony Villamar.*

Finalizado el proceso anterior, los nodos sensores se han convertido en esclavos de la plataforma Thinger.io, proporcionándole la información obtenida por sensor, ahora para poder visualizar esta información de manera gráfica, se debe configurar un dashboard, para lo cual se accede a la opción Dashboards del menú izquierdo de la pantalla, se presentara una pantalla con la información y nombre de cada dashboard configurado en caso de existir, para agregar uno nuevo, se da clic en el botón verde llamado Add Dashboards y se mostraran 3 parámetros a llenar que piden nombre, identificador y descripción del dashboard que se desea crear.



*Figura 41. Pestaña de creación de dashboard en Thinger.io. Información tomada de la investigación directa. Elaborada por Anthony Villamar.*

Luego de creado el Dashboard se accederá de forma automática a este, la pantalla que se presenta indica que está vacía pues no hay ningún widget configurado, para poder editar el Dashboard hay que dar clic en un botón ubicado en la esquina superior derecha y se presentaran 3 opciones para añadir widget, tablas o la configuración del propio dashboard.



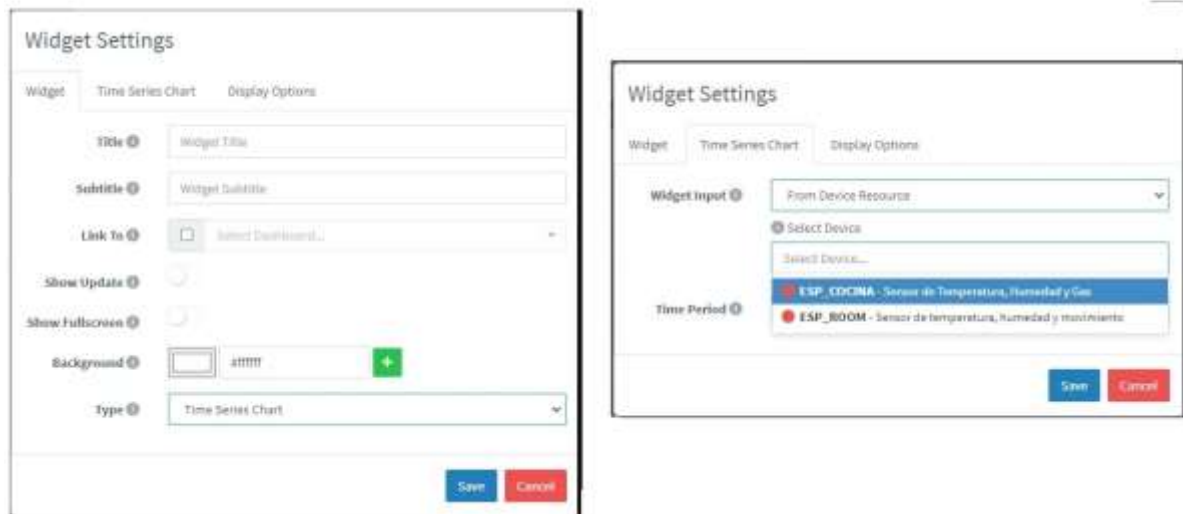
*Figura 42. Dashboard vacío. Información tomada de la investigación directa. Elaborada por Anthony Villamar.*

Para empezar a añadir widget se debe hacer clic en la opción Add Widget y se presentara un cuadro de configuración donde se tendrá que escribir el título del widget y su subtitulo, además de seleccionar el tipo, dicho esto, hay muchos tipos de widget que se pueden usar de acuerdo con lo necesitado, para el desarrollo del sistema se seleccionará el tipo Time Series Chart, que se trata de una gráfica de tiempo, al seleccionar el tipo de widget requerido se presentará una pestaña de configuración según el tipo escogido con un parámetro inicial de elección acerca de donde proviene la información que usará el widget, estas dos opciones son:

- **From Device Resource:** Esta opción toma los datos directamente desde el dispositivo vinculado, es decir el nodo sensor.
- **From Bucket:** Thingier.io permite la creación de Data Bucket donde almacenar un límite de la información recogida de los nodos sensores, esta opción establece que el Widget use la información de estas bases para su presentación.

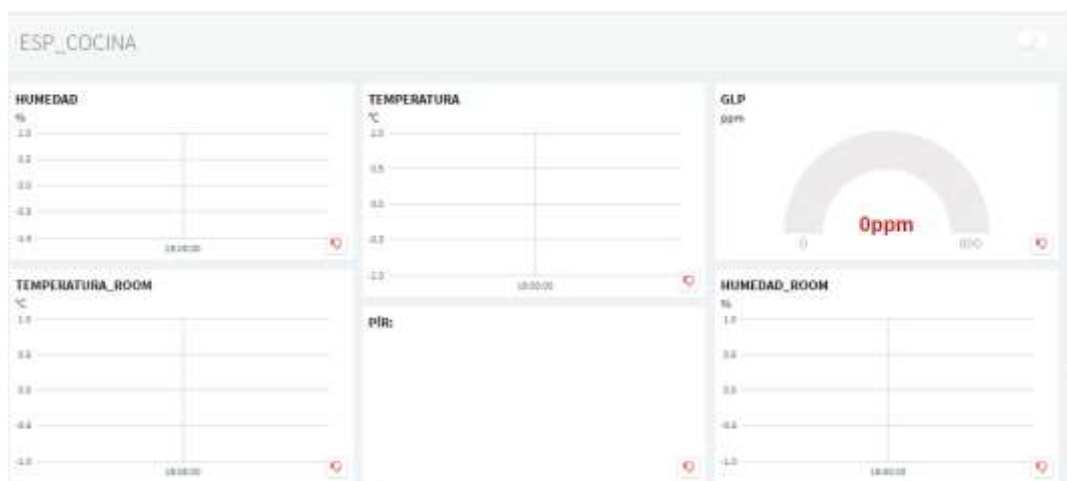
Después de seleccionada la fuente de los datos, se presentará un cuadro de elección según cuantos dispositivos o Data Buckets se tengan disponibles en la plataforma, en este apartado se debe seleccionar de manera específica el nodo sensor o el banco de datos de

donde tomar la información, así como el parámetro denominado Resource que se desea presentar y el intervalo de tiempo que se realizará esta petición de datos.



*Figura 43. Creación de Widget en Thingiverse.io. Información tomada de la investigación directa. Elaborada por Anthony Villamar.*

Una vez creados los Widget necesarios para mostrar la información de los nodos sensores existentes, la ventana de Dashboard se muestra de manera permanente con estos incluso si los nodos no están conectados en el momento como se aprecia en la figura 44.



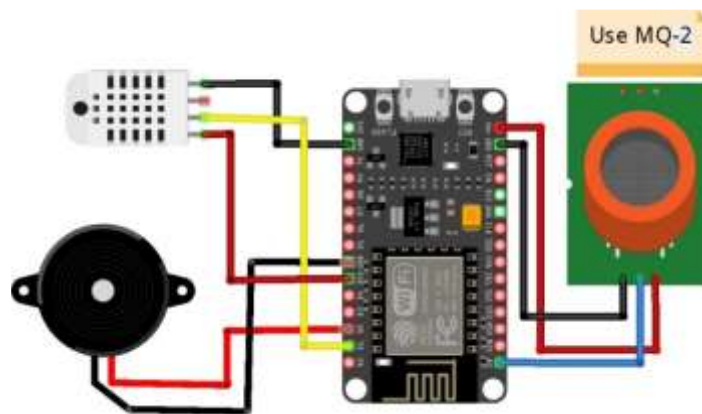
*Figura 44. Dashboard en Thingiverse.io. Información tomada de la investigación directa. Elaborada por Anthony Villamar.*

En Thingiverse.io también se dispone de una herramienta de endpoints que son los puntos finales de la red, para acceder a esta herramienta se debe buscar la opción con el mismo nombre en el menú del lado izquierdo de la pantalla, una vez dentro de esta pestaña se debe

dar clic en al botón de color verde denominado Add Endpoints, en el menú que se presenta se deberán poner los datos con los que se identificará el punto final, también en este menú se seleccionará el tipo de Endpoint que se va a usar, de entre toda la selección existente, la opción que destaca es la de enviar un correo electrónico de alarma al usuario, una vez seleccionado el tipo aparecen las demás opciones de configuración, para el prototipo se ha elegido el tipo Email por lo que se mostraran parámetros de correo electrónico a donde se enviará, si el mensaje llevará asunto o no, y también un cuadro de texto con el que se puede redactar el mensaje que será enviado.

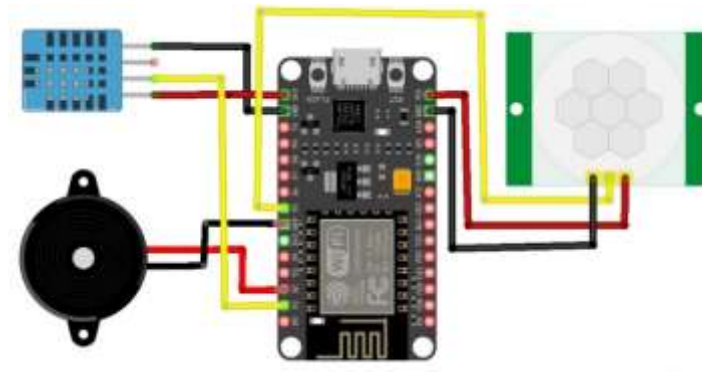
*Figura 45. Creación de Endpoints. Información tomada de la investigación directa. Elaborada por Anthony Villamar.*

### 3.3.4. Diseño del prototipo



*Figura 46. Nodo sensor 1. Información tomada de la investigación directa. Elaborada por Anthony Villamar.*





*Figura 47. Nodo sensor 2. Información tomada de la investigación directa. Elaborada por Anthony Villamar.*

#### **3.3.4.1. Encapsulamiento de los nodos**

Para la elaboración de las cajas donde van a estar cada nodo sensor, se ha hecho uso de una caja de paso PVC de 4x4 con sus respectivas cajas, el procesador de señales se encuentra contenido en su interior, siendo que solo los sensores van a tener contacto con el exterior como se puede apreciar en la figura 48.



*Figura 48. Nodos sensores encapsulados. Información tomada de la investigación directa. Elaborada por Anthony Villamar.*

### 3.3.5. Diseño de la red

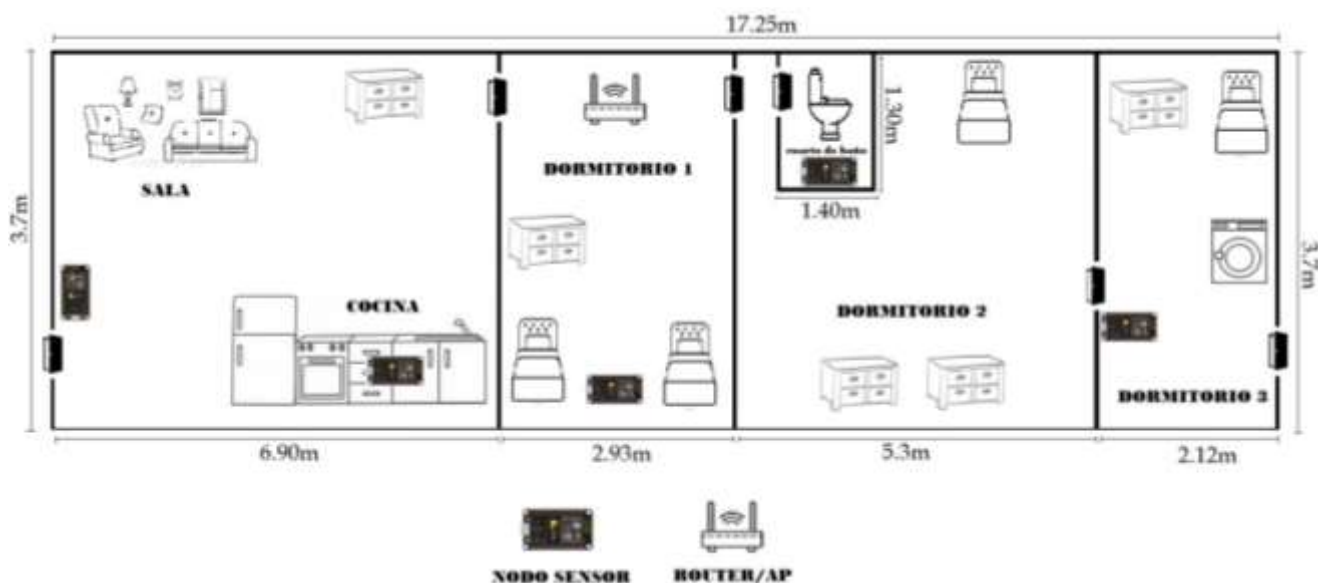


Figura 49. Diseño de la red. Información tomada de la investigación directa. Elaborada por Anthony Villamar.

Con el Router ubicado en el centro del hogar elegido para emplear el prototipo, la distribución de los nodos sensores se realiza de acuerdo con la necesidad del usuario y acorde a lo encontrado durante la fase de investigación respecto a las áreas del hogar que mayor índice de accidentes registran como por ejemplo el cuarto de cocina y baño.

### 3.3.6. Pruebas de funcionamiento

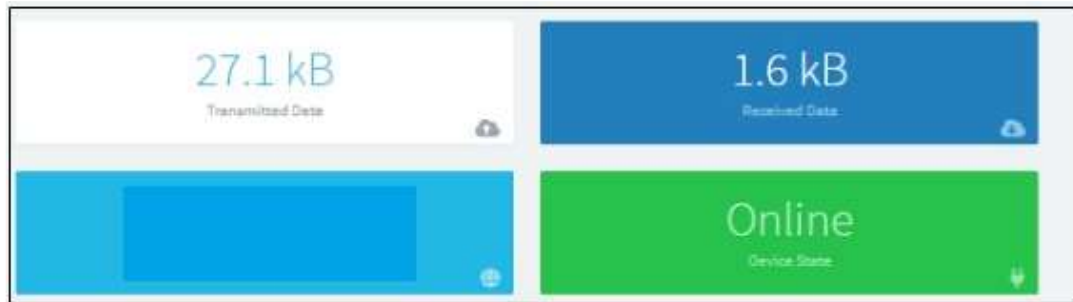
#### 3.3.6.1. Conexión con Thinger.io

Se enlaza los nodos sensores con la plataforma Thinger.io y se configura la misma para reconocerlos y empezar el proceso de comunicación entre los nodos con la plataforma, si el enlace se ha realizado correctamente Thinger.io debe indicar el estado de los nodos como conectado como se observa en la figura 50.

Device	Name	Description	State
Nod_1	Nodo 1	Sensor de temperatura, humedad y Gas	Connected
Nod_2	Nodo 2	Sensor de temperatura, humedad y movimiento	Connected

Figura 50. Estado de conexión de nodos sensores en Thinger.io. Información tomada de la investigación directa. Elaborada por Anthony Villamar.

Una vez comprobada la conexión con Thinger.io, se realizará el envío de datos a la plataforma para verificar que esta se está comunicando con los nodos sensores, los datos que se enviarán serán las mismas lecturas realizadas por los nodos. Esta información es proporcionada por Thinger.io junto a la información de cada dispositivo o nodo conectado como se aprecia en la figura 51.



*Figura 51. Transferencia y recepción de datos entre Thinger.io y los nodos sensores. Información tomada de la investigación directa. Elaborada por Anthony Villamar.*

Ahora se comprobará la presentación de estos datos de manera visual en el dashboard de Thinger.io o en la aplicación de móvil de los nodos sensores, de ser positivo se comprueba que la conexión entre el nodo y la plataforma está funcionando de manera correcta.



*Figura 52. Dashboard de Nodo sensor 1. Información tomada de la investigación directa. Elaborada por Anthony Villamar.*

← Nod_1		← Nod_2	
SENSORES		SENSORS_R2	
Humedad	76.5	Humedad	72
Temperatura	31.6	Temperatura	29.8
GLP	20	PIR_ROOM	Sin movimiento
Señal Wifi	-60	Señal Wifi	-54
Update Charts		Update Charts	

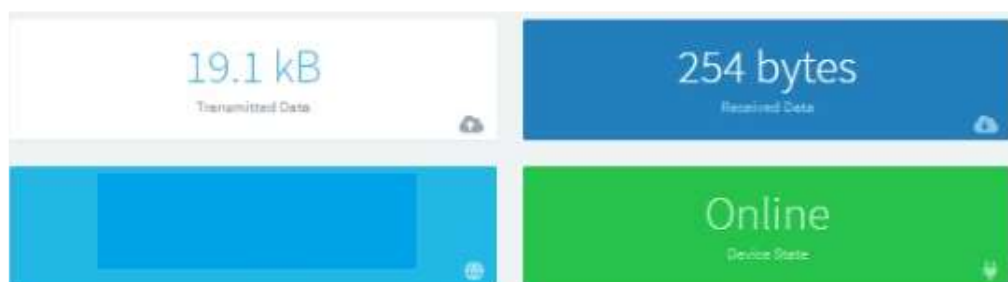
*Figura 53. Parámetros presentados en la Aplicación móvil de Thinger.io. Información tomada de la investigación directa. Elaborada por Anthony Villamar.*

Se ha comprobado el funcionamiento del nodo sensor y su enlace con la plataforma Thinger.io, ahora finalmente se comprobará el funcionamiento del Endpoint de Email configurado en la plataforma

### **3.3.6.2. Transmisión y recepción de datos**

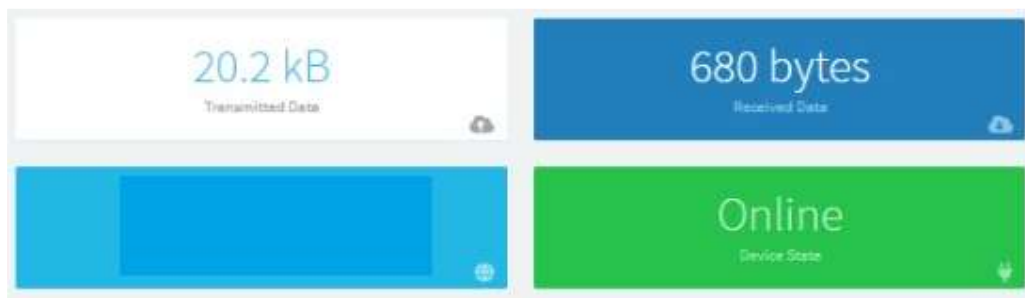
Se usarán dos instantes de tiempo que son: 30 minutos desde que el dispositivo se conectó con la plataforma, y una hora después, la finalidad de esta prueba es comprobar cuantos datos se han transmitido a la plataforma y cuantos se han recibido desde ella con la finalidad de tener una estimación de estos valores.

A los 35 minutos de establecerse la conexión, el nodo sensor 1 arroja una transmisión de 19.1kB, mientras que una recepción de solo 254 Bytes como se aprecia en la figura 54.



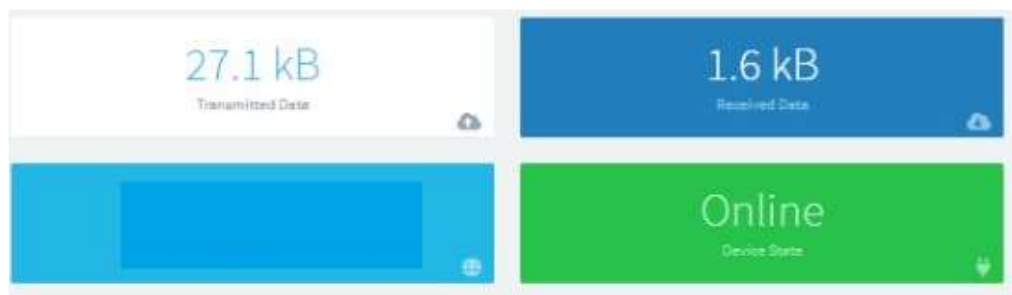
*Figura 54. Datos transmitidos y recibidos por el nodo sensor 1: durante 30 minutos de conexión. Información tomada de la investigación directa. Elaborada por Anthony Villamar.*

60 minutos luego de empezar la conexión el mismo nodo muestra una transmisión de 20.2 KB, mientras que una recepción de solo 680 Bytes, es decir que se trata de un crecimiento de aproximadamente el doble de datos que en la medición anterior.



*Figura 55. Datos transmitidos y recibidos por el nodo sensor 1: durante 60 minutos de conexión. Información tomada de la investigación directa. Elaborada por Anthony Villamar*

Es el turno del nodo sensor 2, este nodo en sus primeros 30 minutos desde su conexión ha transmitido y recibido más datos que el nodo sensor 1 en una hora completa, dicho esto, sus valores para transmisión son 27.1 KB, mientras que para recepción son 1.6kB.



*Figura 56. Lectura de transmisión y recepción de nodo sensor 2: luego de 30 minutos de conexión. Información tomada de la investigación directa. Elaborada por Anthony Villamar*

Finalmente, se completa esta prueba con los valores de transmisión y recepción del nodo sensor 1 luego de una hora de haberse establecido la conexión.

La transferencia de datos del nodo sensor 2 en los segundos 30 minutos desde su conexión disminuyó en gran medida, esto se debe a que el nodo sensor 2 hace uso de un dispositivo PIR de movimiento que funciona únicamente con estados alto y bajo, para poder enviar esta información como datos que sirvan para el usuario final se adoptó un valor string que es el que se envía a la plataforma por lo que la transferencia se hace mayor especialmente cuando el sensor está operando entre estados altos y bajos, es decir detectando movimiento de manera constante.



*Figura 57. Lectura de transmisión y recepción de nodo sensor 2: luego de 60 minutos de conexión. Información tomada de la investigación directa. Elaborada por Anthony Villamar*

### **3.3.6.3. Intensidad de la señal Wifi recibida por los nodos sensores**

En el diseño de la red, se estableció que el router wifi o access point, se encuentra ubicado en la zona media del hogar seleccionado para la red de sensores, sin embargo, la constitución de esta, complicada en cierta medida el alcance de la señal emitida por el router por lo que para la siguiente prueba se colocara uno de los nodos sensores en 3 distintas ubicaciones que incluyen cocina, sala y dormitorio 3 y se usara el sistema de medición RSSI que trabaja en la escala del -100 a 0, siendo que mientras más cerca de 0 este, la intensidad de la señal es mucho mejor.

Primero se colocó el nodo sensor 1 en la entrada del hogar o sala y con la ayuda del módulo ESP8266, se realiza la comprobación de la intensidad de la señal obteniendo como resultado un valor de -62 dBm en la escala RSSI como se aprecia en la figura 53.



*Figura 58. Intensidad de la señal en sala. Información tomada de la investigación directa. Elaborada por Anthony Villamar*

Ahora se mueve el mismo sensor a donde se encuentra el área de cocina, que está relativamente cerca del Router por lo que se espera una mejor intensidad que en el caso anterior.



*Figura 59. Intensidad de la señal en cocina. Información tomada de la investigación directa.*

*Elaborada por Anthony Villamar*

Se observa una gran mejora respecto a la anterior, igual que en el caso de ubicarse en la sala, la intensidad de la señal sigue siendo optima colocándose la aguja del medidor en -45dBm. Por último, se probará en el dormitorio 3, el más alejado del access point.



*Figura 60. Intensidad de la señal en dormitorio 3. Información tomada de la investigación directa.*

*Elaborada por Anthony Villamar*

En esta ocasión la intensidad de la señal ha empeorado en una magnitud lo suficiente como para que salga del rango óptimo de transferencia sitiándose en -71dBm

### **3.3.7. Comprobación de la hipótesis**

Se cumple con la hipótesis planteada dado que para el desarrollo del prototipo de sistema de red de sensores para el monitoreo de áreas y agentes de riesgo en el interior del hogar, se ha utilizado la tecnología de transmisión inalámbrica Wifi complementada con la plataforma IOT thinger.io obteniendo como resultado que el sistema sea intuitivo y de sencillo manejo ubicado en distintas áreas del hogar poniendo especial atención en los cuartos de cocina, dormitorio o sala, dado que se trata de aquellas áreas con mayor incidencia de accidentes, realizando el monitoreo de temperatura y humedad, así como generar una alerta sonora en el hogar y él envió de un email de aviso al correo del usuario en caso de detectar la presencia de gas y movimiento, agentes de riesgo en el hogar de mayor importancia de acuerdo con lo investigado.

### **3.3.8. Conclusiones**

Tras el proceso de investigación, se concluye que los riesgos presentes en el hogar van desde una temperatura anormalmente elevada dada la poca ventilación del hogar, hasta fugas de gas dadas por descuidos o poco mantenimiento de los cilindros, situaciones que pueden terminar en tragedia si no se controlan o evitan a tiempo, se determinó también que muchos factores de riesgo están presentes de manera casi permanente en ciertas áreas del hogar convirtiéndose en puntos críticos para la aparición de accidentes que pueden ir en una escala leve hasta graves que comprometan la vida de la persona.

Se determina que, para la correcta elaboración del diseño del sistema de sensores, la elección de la tecnología de transmisión de datos es la parte fundamental del proceso, dado que, a partir de esta elección, la selección de herramientas de código abierto toma un enfoque más certero, así mismo, el uso de software y hardware libre ofrece mayor libertad de elección, además de estar altamente documentada en la web facilitando en gran medida la elaboración del diseño.

Luego de la elaboración del prototipo se puede llegar a la conclusión de que la elección de la placa Nodemcu ESP8266 como pieza central para el desarrollo de los nodos sensores, es una elección apropiada para el desarrollo de redes de sensores dado que cuenta con conectividad Wifi integrada lo que evita tener que costear un módulo dedicado aparte, un costo de mercado más bajo que las demás opciones disponibles, además de ser compatible con el entorno Arduino IDE y sus módulos gracias a su característica de código abierto.



El uso de la plataforma IOT Thinger.io, es una opción viable para el desarrollo de proyectos IOT dado que ofrece un entorno completo de trabajo donde gestionar la información recibida de los dispositivos vinculados, presentarlos en algún widget a elección de su repertorio, configurar endpoint, entre otras cosas, sin embargo, su limitación de solo dos dispositivos en su versión gratuita supone una gran limitante de la escala de los proyectos.

### **3.3.9. Recomendaciones**

Se aconseja adecuar una correcta ventilación en el hogar, también el uso de sistemas de control propios o de terceros en las áreas que representan un mayor riesgo de aparición de accidentes, y que además prioricen la lectura de aquellos agentes que pueden provocar altercados con mayor facilidad como es el caso del gas y humo.

Para la elaboración de diseños de redes de sensores, es preferible el uso de tecnologías de transmisión de datos conocidas o de uso común como Wifi, Bluetooth y ZigBee, dado que cuentan con numerosa documentación además de tener compatibilidad con una gran cantidad de dispositivos y entornos de desarrollo.

Es conveniente el uso de la placa Nodemcu incluso si se cuenta con un Arduino, por encima de los módulos ESP8266, dado que, por un precio similar, con Nodemcu se cuenta con todo un entorno de desarrollo a la par de Arduino, además de poder conectar ambas placas por medio de conexión serial, dicho esto se recomienda el uso de las Versiones de Amica y Lolin de Nodemcu, también llamadas V2 y V3.

Para proyectos IOT que aspiran a ser de gran escala, es aconsejable contratar el paquete Small de thinger.io ya que no cuenta con límite de dispositivos que se pueden conectar, por otro lado, el uso de servidores propios para el envío y presentación de datos constituyen una alternativa clara para llevar a cabo proyectos de redes de sensores.

**ANEXOS**

**Anexo 1**  
**Costo del prototipo**

<b>OBJETO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
NodeMCU ESP8266 V2	2	\$07.30	\$14.60
DHT22	1	\$06.50	\$06.50
DHT11	1	\$03.50	\$03.50
MQ-2	1	\$03.00	\$03.00
PIR HC-SR501	1	\$03.50	\$03.50
Cable Jumper	40	\$00.10	\$04.00
Buzzer Activo	2	\$00.60	\$01.20
Cable USB-Micro USB	1	\$02.90	\$02.90
		<b>TOTAL</b>	<b>\$39.02</b>

## Anexo 2

### Código nodo sensor 1

```

#include <ESP8266WiFi.h>
#include <ThingerESP8266.h>
#include <DHT.h> //Sensor DHT

// Parámetros del dispositivo ESP8266
#define Usuario "*****" //usuario Thinger
#define Id_Dispatch "*****" //Id puesto en Thinger.io al agregar dispositivo
#define Credenciales_Dispatch "*****" // credencial puesto en Thinger.io al agregar
dispositivo

// Parámetros de nuestra red wifi
#define wifi_ssid "*****" // Tu red wifi
#define wifi_pass "*****" // Tu clave wifi

// Parámetros del sensor DHT11
#define DHTTYPE DHT22 // Seleccionamos el sensor
DHT dht (5, DHTTYPE); //Recoge pin y tipo de sensor dh

ThingerESP8266 thing(Usuario, Id_Dispatch, Credenciales_Dispatch);

//variables globales
float h; //humedad
float t; //temperatura
int Buzzer = 4; // Buzzer de alerta
int Gas; // Lectura analogica de GAS
int Int_Señal; // intensidad de la señal
//String Alerta;

void setup() {
  Serial.begin(115200); // inicio de la comunicacion serial
  dht.begin (); // inicio del sensor DHT

```

```
pinMode(Buzzer, OUTPUT);
digitalWrite (Buzzer, LOW);
```

```
thing.add_wifi(wifi_ssid, wifi_pass); //inicializa la comunicacion WIFI con la API
thing["SENSORES"] >> [](pson & out) { //lectura de datos de la API
  out["Humedad"] = h;
  out["Temperatura"] = t;
  out["GLP"] = Gas;
  out["Señal Wifi"] = Int_Señal;
  //out["Alerta_GLP"] = Alerta;
};
}
```

```
void loop() {
  thing.handle();

  h = dht.readHumidity();    //lee humedad
  t = dht.readTemperature(); // lee temperatura
  Gas = analogRead(A0);      // Lee la presencia de Gas
  Int_Señal= WiFi.RSSI();    // mide intensidad de señal
  int Aviso = 0;
```

```
//impresion de variables monitor serie
```

```
Serial.print ("Humedad: ");
Serial.println (h);
Serial.print ("Temperatura: ");
Serial.println (t);
Serial.print("GLP: ");
Serial.println(Gas);
Serial.print("Intensidad de la señal ");
Serial.println(Int_Señal);
```

```
if (Gas > 500) {
  //Alerta= "Se detecto una fuga importante de Gas";
```

```
//Serial.println (Alerta);
Serial.println("Se detecto una fuga importante de Gas");
digitalWrite (Buzzer, HIGH) ; //Suenas
delay(2000);
digitalWrite (Buzzer, LOW) ; //no Suenas
if (Aviso==0){
    thing.call_endpoint("Fuga");
    Aviso++;
}
delay (1000);
}
else {
    Serial.println("Entorno libre de Gas");
    //Alerta= "Entorno libre de Gas";
    //Serial.println (Alerta);
}

delay (5000); // lectura cada 5 segundos
}
```

### Anexo 3

#### Código nodo sensor 2

```

#include <ESP8266WiFi.h>
#include <ThingerESP8266.h>
#include <DHT.h> //Sensor DHT

// Parámetros del dispositivo ESP8266
#define Usuario "*****" //usuario Thinger
#define Id_Dispatch "*****" //Id puesto en Thinger.io al agregar dispositivo
#define Credenciales_Dispatch "*****" // credencial puesto en Thinger.io al agregar
dispositivo

// Parámetros de nuestra red wifi
#define wifi_ssid "*****" // Tu red wifi
#define wifi_pass "*****" // Tu clave wifi

// Parámetros del sensor DHT11
#define DHTTYPE DHT11 // Seleccionamos el sensor
DHT dht (5, DHTTYPE); //Recoge pin y tipo de sensor dh

ThingerESP8266 thing(Usuario, Id_Dispatch, Credenciales_Dispatch);

//variables globales
float h ; //humedad
float t ; //temperatura
int Buzzer = 4; //Buzzer de alerta
const int pirPin= 14; //Sensor PIR
String Alerta; //Cadena de caracteres para PIR
int Int_Señal;

void setup()

```

```

{
  Serial.begin(115200); // inicio de la comunicacion serial
  dht.begin ();      // inicio del sensor
  pinMode(pirPin, INPUT);
  pinMode(Buzzer, OUTPUT);
  digitalWrite (Buzzer, LOW);

  thing.add_wifi(wifi_ssid, wifi_pass); //inicializa la comunicacion WIFI con la API
  thing["SENSORS_R2"] >> [](pson & out) { //lectura de datos de la API
    out["Humedad"] = h;
    out["Temperatura"] = t;
    out["PIR_ROOM"] = Alerta;
    out["Señal Wifi"] = Int_Señal;
  };
}

void loop(){
  thing.handle();

  h = dht.readHumidity();    //lee humedad
  t = dht.readTemperature(); // lee temperatura
  Int_Señal= WiFi.RSSI();    // mide intensidad de señal
  int value= digitalRead(pirPin);
  int Aviso = 0;

  //impresion de variables monitor serie
  Serial.print ("Humedad: ");
  Serial.println (h);
  Serial.print ("Temperatura: ");
  Serial.println (t);
  Serial.print("Intensidad de la señal ");
  Serial.println(Int_Señal);

  if (value == HIGH) {

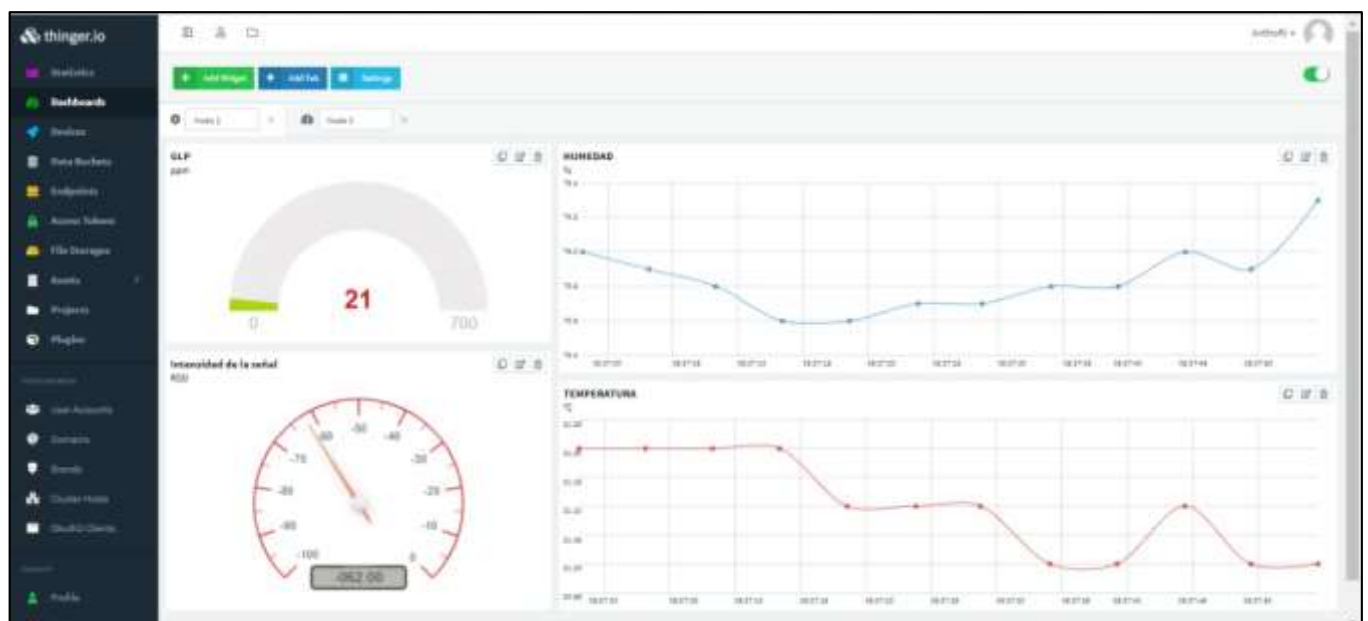
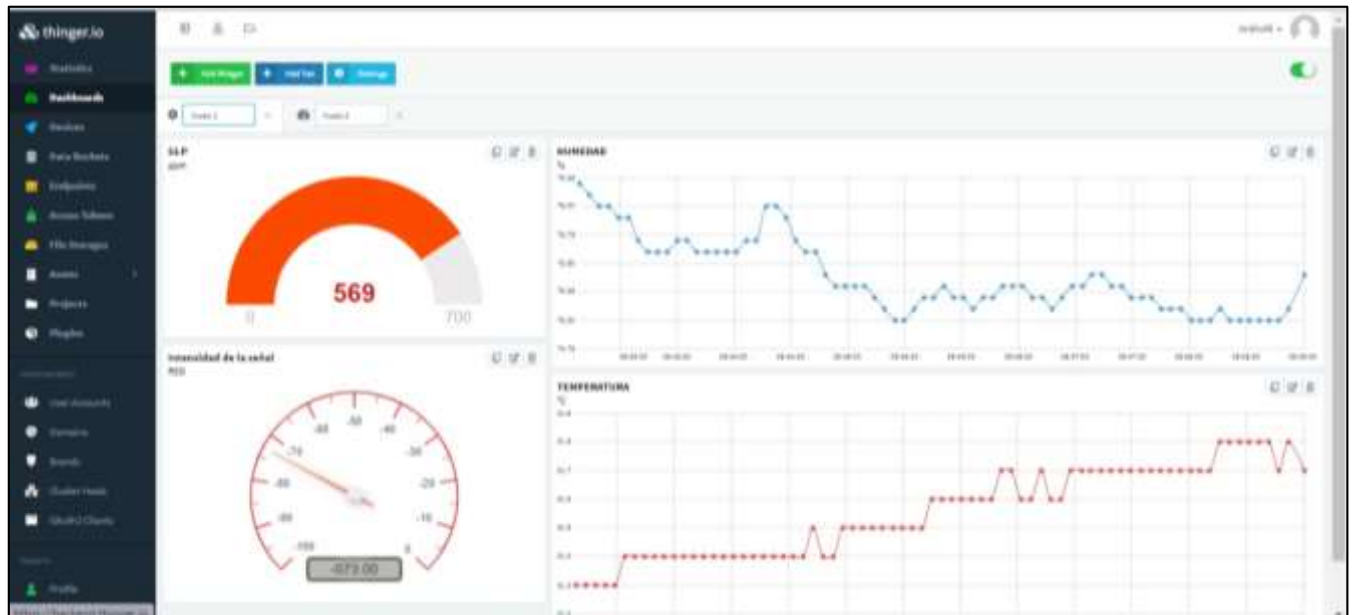
```



```
Alerta= "MOVIMIENTO DETECTADO"; // 20-21 byte en string
Serial.println (Alerta);
digitalWrite (Buzzer, HIGH) ; //Suenas
delay(2000);
digitalWrite (Buzzer, LOW) ; //no Suenas
if (Aviso==0){
    thing.call_endpoint("intruso");
    Aviso++;
}
delay (1000);
}
else {
    Alerta= "Sin movimiento";
    Serial.println (Alerta);
}
delay (5000); // lectura cada 2 segundos
}
```

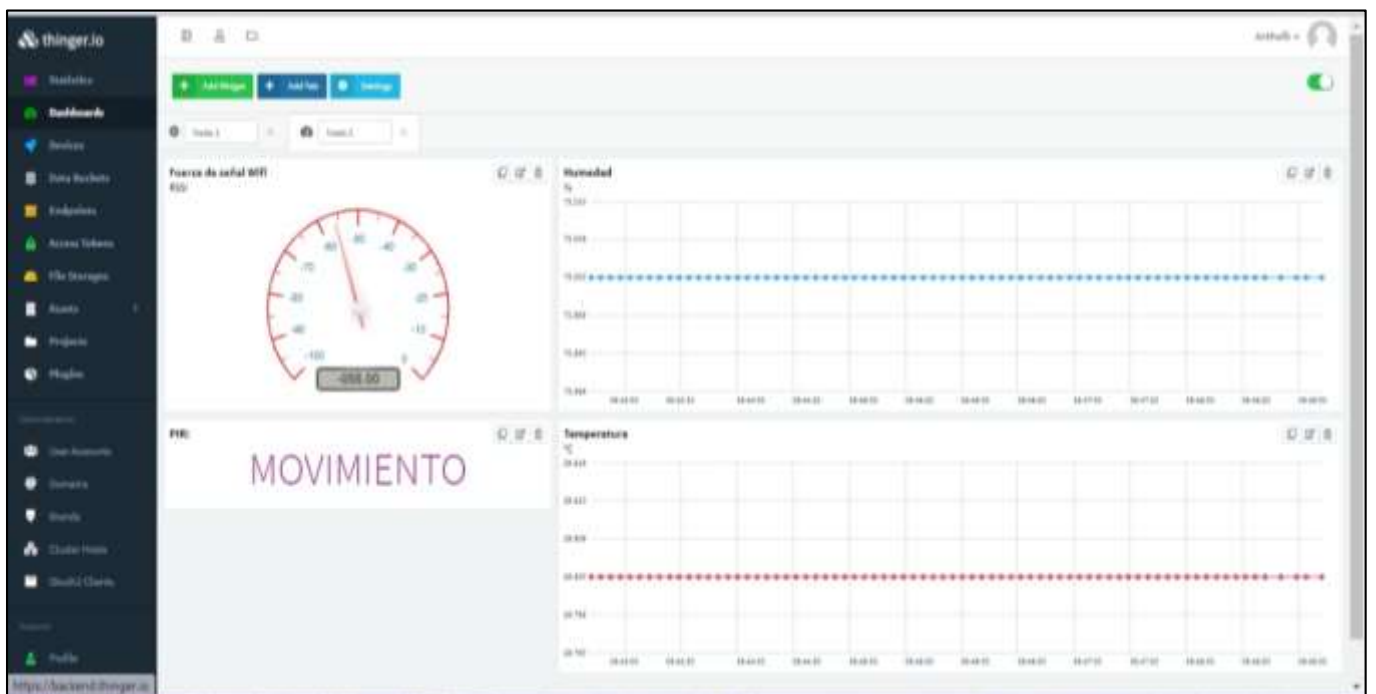
## Anexo 4

### Pruebas de funcionamiento Nodo sensor 1



## Anexo 5

### Pruebas de funcionamiento Nodo sensor 2



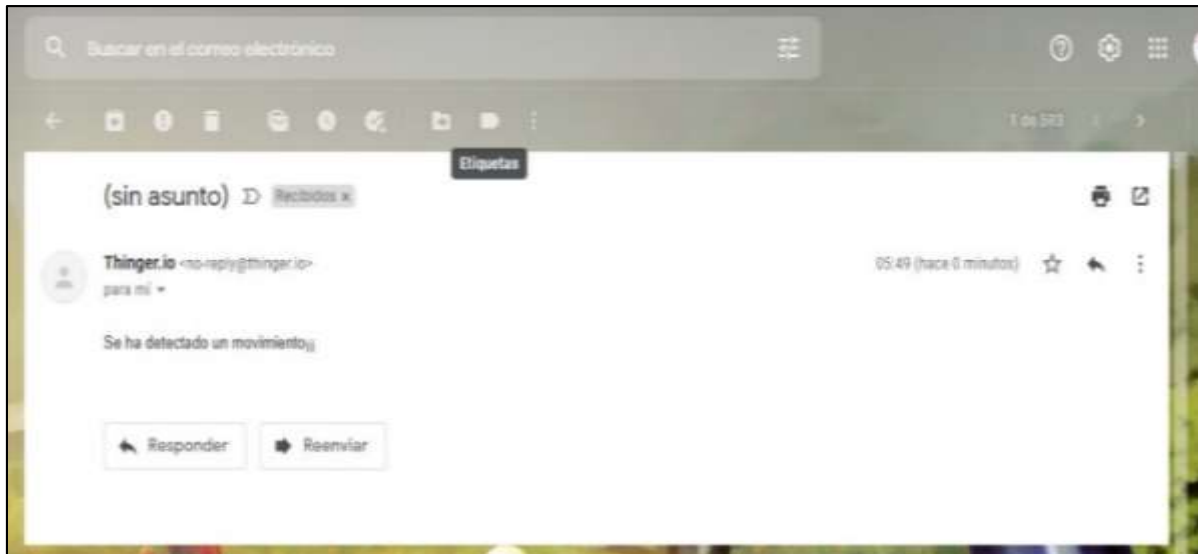
## Anexo 6

## Funcionamiento de la Aplicación Móvil de Thinger.io



## Anexo 7

### Alertas de correo electrónico



## Anexo 8

### Pruebas de funcionamiento.



## Bibliografía

- Aleman, R., Ayuso, M., & Guillen, M. (2018). Impacto de los accidentes domésticos y de ocio en las tasas de discapacidad y costes de cuidados de larga duración en España. Obtenido de <http://www.ub.edu/rfa/research/WP/UBriskcenterWP201802.pdf>
- Arduino.cc. (2022). *Arduino Integrated Development Environment (IDE) v1*. Obtenido de <https://docs.arduino.cc/software/ide-v1/tutorials/arduino-ide-v1-basics>
- Bajaña, H., & Molina, J. (2020). Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/49441/1/B-CINT-PTG-N.557%20%20Baja%c3%b1a%20Molina%20Henry%20Joel%20%20.%20Molina%20Sarco%20Jean%20Carlos%20.pdf>
- Braschi, M. (2018). Intoxicación por inhalación de gas: cuáles son los riesgos para la salud frente a un escape. *Infobae*. Obtenido de <https://www.infobae.com/salud/2018/06/18/intoxicacion-por-inhalacion-de-gas-cales-son-los-riesgos-para-la-salud-frente-a-un-escape/>
- Bustos, G. (2022). ¿Qué es WordPress? Revisión del gestor de contenidos más popular del mundo. *Hostinger*. Obtenido de [https://www.hostinger.es/tutoriales/que-es-wordpress?ppc\\_campaign=google\\_search\\_generic\\_hosting\\_all&bidkw=defaultkeyword&lo=20261&gclid=CjwKCAiA3L6PBhBvEiwAINIJ9C1WaKOxr4rRIaZwub4uPQFF3vp0bTNa9gTot448BKtykQnd\\_7ttZxoCDC0QAvD\\_BwE](https://www.hostinger.es/tutoriales/que-es-wordpress?ppc_campaign=google_search_generic_hosting_all&bidkw=defaultkeyword&lo=20261&gclid=CjwKCAiA3L6PBhBvEiwAINIJ9C1WaKOxr4rRIaZwub4uPQFF3vp0bTNa9gTot448BKtykQnd_7ttZxoCDC0QAvD_BwE)
- Carmilema Zamora, E. G. (2018). FACTORES SOCIOECONÓMICOS Y FAMILIARES ASOCIADOS A RIESGOS DE ACCIDENTES EN EL HOGAR EN NIÑOS QUE LLEGAN A LA EMERGENCIA DEL HOSPITAL DEL DÍA DEL SEGURO SOCIAL DE QUITO DURANTE EL SEGUNDO SEMESTRE DE 2017.
- Código orgánico de economía social de los conocimientos, creatividad e innovación. (2016). Obtenido de [https://lotaip.ikiam.edu.ec/ikiam2019/abril/anexos/Mat%20A2-Base\\_Legal/codigo\\_organico\\_de\\_la\\_economia%20social\\_de\\_los\\_conocimientos\\_creatividad\\_e\\_innovacion.pdf](https://lotaip.ikiam.edu.ec/ikiam2019/abril/anexos/Mat%20A2-Base_Legal/codigo_organico_de_la_economia%20social_de_los_conocimientos_creatividad_e_innovacion.pdf)
- Connectivity standards alliance. (2022). *Zigbee The Full-Stack Solution for All Smart Devices*. Obtenido de <https://csa-iot.org/all-solutions/zigbee/>
- Constitución de la república del Ecuador. (2008). Obtenido de [https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador\\_act\\_ene-2021.pdf](https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf)
- del Valle, L. (2017). NodeMCU tutorial paso a paso desde cero. Obtenido de <https://programarfacil.com/podcast/nodemcu-tutorial-paso-a-paso/>
- Echazarreta, M. (2018). Dimensión: lo que debes saber antes de diseñar tu casa. *homify*. Obtenido de [https://www.homify.com.mx/libros\\_de\\_ideas/4824253/dimension-lo-que-debes-saber-antes-de-disenar-tu-casa](https://www.homify.com.mx/libros_de_ideas/4824253/dimension-lo-que-debes-saber-antes-de-disenar-tu-casa)

- El comercio. (2016). Los daños por accidentes con gas son difíciles de reparar. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/actualidad/quito/danos-accidentes-gas-son-dificiles.html>
- Estrella, A., & Jibaja, K. (2018). Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/33011/1/B-CINT-PTG-N.336%20Estrella%20Vera%20Allison%20Elizabeth%20.%20Jibaja%20Contreras%20Katuska%20Joselyn.pdf>
- Forero, C., Mendez, S., & Vázquez, L. (2021). Obtenido de <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/10063/PROTOTIPO%20DE%20ARTEFACTO%20IOT%20PARA%20LA%20DETECCION%20DE%20RIESGOS%20Y%20PREVENCIÓN%20DE%20ACCIDENTES%20EN%20LA%20COCINA%20DEL%20HOGAR..pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lanner. (2022). *¿Qué es un Gateway IoT?* Obtenido de [https://www.lanner-america.com/es/blog-es/que-es-un-gateway-iot/#Caracteristicas\\_basicas](https://www.lanner-america.com/es/blog-es/que-es-un-gateway-iot/#Caracteristicas_basicas)
- Ley orgánica de telecomunicaciones. (2015). Obtenido de <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/05/Ley-Organica-de-Telecomunicaciones.pdf>
- Listo. (2021). Emergencias con productos químicos en el hogar. Obtenido de <https://www.ready.gov/es/emergencias-con-productos-quimicos-en-el-hogar#:~:text=Productos%20inflamables%20como%20queroseno%2C%20petroleo,diluyentes%20de%20pintura%20y%20aguarr%C3%A1s>
- Listo. (2022). Incendios en el hogar. *Listo*. Obtenido de <https://www.ready.gov/es/incendios-en-el-hogar>
- Orange. (2020). *¿Qué es IoT y cuáles son sus principales aplicaciones?* Obtenido de <https://blog.orange.es/innovacion/que-es-iot-aplicaciones/>
- Rodriguez, E. (2018). De cero a maker: todo lo necesario para empezar con Raspberry Pi. *xataka*. Obtenido de <https://www.xataka.com/makers/cero-maker-todo-necesario-para-empezar-raspberry-pi>
- Salazar, J., & Silvestre, S. (2017). Obtenido de <http://techpedia.fel.cvut.cz/es/single/?objectId=95>
- Sanmartín, K., & Álvarez, K. (2018). Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16010>
- Santana, A., & Vera, M. (2020). Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/5102/1/T-UTEQ-017.pdf>
- Secretaria de salud de Bogota. (2021). *Tasa de notificación de accidentes domésticos en menores de 11*. Obtenido de <https://saludata.saludcapital.gov.co/osb/index.php/datos-de-salud/salud-mental/accidentesdomesticosenmenores11años/>



- SEGURMANIA. (2019). SEGURIDAD EN EL HOGAR ¿CÓMO PREVENIR ACCIDENTES ELÉCTRICOS? Obtenido de <https://www.segurmaniazurekin.eus/vidas-seguras/seguridad-en-el-hogar-como-prevenir-accidentes-electricos/>
- TechTarget. (2021). Red de sensores inalámbricos o WSN. *computerweekly*. Obtenido de <https://www.computerweekly.com/es/definicion/Red-de-sensores-inalambricos-o-WSN>
- Thingier.io. (2021). *OVERVIEW*. Obtenido de <https://docs.thingier.io/>
- Thingspeak. (2022). *Learn More About ThingSpeak*. Obtenido de [https://thingspeak.com/pages/learn\\_more](https://thingspeak.com/pages/learn_more)
- Zita, A. (2021). Métodos de investigación. *TodaMateria*. Obtenido de <https://www.todamateria.com/metodos-de-investigacion/>