



**UTMACH**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**CARRERA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**

**Sistema web para la gestión de dispositivos IoT y móviles**

**AGUILAR ORDOÑEZ LEONARDO PAUL  
INGENIERO EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION**

**MACHALA  
2024**



**UTMACH**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**CARRERA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**

**Sistema web para la gestión de dispositivos IoT y móviles**

**AGUILAR ORDOÑEZ LEONARDO PAUL  
INGENIERO EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION**

**MACHALA  
2024**



**UTMACH**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**CARRERA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**

**PROPUESTAS TECNOLÓGICAS**

**Sistema web para la gestión de dispositivos IoT y móviles**

**AGUILAR ORDOÑEZ LEONARDO PAUL  
INGENIERO EN TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION**

**HERNANDEZ ROJAS DIXYS LEONARDO**

**MACHALA  
2024**

# Sistema web para la gestión de dispositivos IoT y móviles

*por* Leonardo Paul Aguilar Ordoñez

---

**Fecha de entrega:** 08-ago-2024 05:10p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2429201297

**Nombre del archivo:** Informe\_de\_Titulación\_final\_removed.pdf (3.99M)

**Total de palabras:** 8691

**Total de caracteres:** 44624

# Informe-Final

---

## INFORME DE ORIGINALIDAD

---

1 %

INDICE DE SIMILITUD

1 %

FUENTES DE INTERNET

0 %

PUBLICACIONES

1 %

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

---

## FUENTES PRIMARIAS

---

1

Submitted to Universidad Técnica de Machala

Trabajo del estudiante

1 %

---

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 60 words

Excluir bibliografía

Activo

## CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, AGUILAR ORDOÑEZ LEONARDO PAUL, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado Sistema web para la gestión de dispositivos IoT y móviles, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.



AGUILAR ORDOÑEZ LEONARDO PAUL  
0706965621

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo está dedicado a mis padres dado que ellos fueron el impulso y apoyo incondicional para poder completar toda esta etapa universitaria. Además, lo dedico a cada una de las personas que creyeron en mi como familiares y amigos que me brindaron su apoyo, como mis compañeros de clase que han sido parte de todo el desarrollo académico.

**Aguilar Ordoñez Leonardo Paul**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradezco a Dios que siempre me dio fuerzas para poder continuar a pesar de las trabas que he tenido en este proceso, también agradezco a mis padres porque sin el apoyo y amor incondicional de ellos este logro no podría cumplirse, además de mis grandes compañeros Carlos Velez y Lady Armijos sin ellos este proceso universitario no sería lo mismo y por ultimo agradezco a los Ingenieros Oscar Cárdenas, Fusto Redroban los cuales me dieron unos gratos consejos los cuales he puesto en práctica y me han servido mucho, dando mención especial al Ing. Dixys Hernández quien me ayudo a resolver todas las dudas durante este proceso de titulación.

**Aguilar Ordoñez Leonardo Paul**

## **RESUMEN**

En el presente trabajo, se desarrolló un sistema web para la gestión de dispositivos IoT y móviles, considerando que estos dispositivos son esenciales para la comunicación, actividades laborales, educativas y de entretenimiento. En la carrera de Tecnologías de la Información, se implementó un nuevo laboratorio con numerosos dispositivos móviles. Sin embargo, no existe un control de uso ni un historial que permita rastrear las acciones realizadas. Por ello, se propuso implementar un sistema web para el control de las tablets en el laboratorio de IoT. Este sistema permite designar un tiempo a las tablets para uso académico. Para su desarrollo, se aplicó la metodología IoT Methodology, enfocada en tres fases principales: Brainstorm, Build y Tune, cada una facilitaron el desarrollo adecuado del prototipo. La aplicación de MQTT permite una comunicación continua con los dispositivos, proporcionando la capacidad de bloquearlos, ver su ubicación y gestionar eficazmente su uso. Para el desarrollo del sistema web se utilizó un ESP32 como servidor para alojar la página web, además del framework PlatformIO y lenguajes de programación como HTML, JavaScript y C++. También se creó una aplicación móvil en Android Studio para enviar la ubicación al sistema web, gestionar la conexión al bróker y el radio del geofence. El prototipo fue probado con 45 dispositivos móviles del laboratorio, evaluando la calidad del software en términos de eficiencia de desempeño, comportamiento temporal, utilización de recursos y capacidad. Se comprobó que el sistema web tuvo un eficiente tiempo de respuesta, siempre que el ancho de banda del internet fuera bueno y estable. La utilización de recursos se gestionó adecuadamente gracias a la evaluación de temperatura en el servidor, y la capacidad del sistema web resultó eficiente, permitiendo visualizar efectivamente el número de dispositivos conectados. Se recomienda tener una buena conexión a internet para usar el sistema.

## **PALABRAS CLAVE**

Dispositivos móviles, IoT, sistema, web, gestión.

## **ABSTRACT**

In this work, a web system was developed for the management of IoT and mobile devices, considering that these devices are essential for communication, work, educational and entertainment activities. In the Information Technology career, a new laboratory was implemented with numerous mobile devices. However, there is no usage control or history that allows tracking the actions performed. Therefore, it was proposed to implement a web system for the control of tablets in the IoT laboratory. This system allows the tablets to be designated a time for academic use. For its development, the IoT Methodology was applied, focused on three main phases: Brainstorm, Build and Tune, each one facilitating the proper development of the prototype. The application of MQTT allows continuous communication with the devices, providing the ability to block them, see their location and effectively manage their use. For the development of the web system, an ESP32 was used as a server to host the web page, in addition to the PlatformIO framework and programming languages such as HTML, JavaScript and C++. A mobile application was also created in Android Studio to send the location to the web system, manage the connection to the broker and the geofence radius. The prototype was tested with 45 mobile devices in the laboratory, evaluating the quality of the software in terms of performance efficiency, temporal behavior, resource utilization and capacity. The web system was found to have an efficient response time, provided the internet bandwidth was good and stable. Resource utilization was properly managed thanks to the temperature evaluation on the server, and the capacity of the web system was found to be efficient, allowing the number of connected devices to be effectively displayed. A good internet connection is recommended to use the system.

## **KEYWORD**

Mobile devices, IoT, system, web, management

# ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN .....	i
GLOSARIO .....	vi
INTRODUCCIÓN .....	7
i. Declaración y formulación del problema .....	8
ii. Objeto de estudio y campo de acción .....	8
iii. Objetivos .....	9
iv. Hipótesis .....	9
v. Justificación .....	10
vi. Organización del documento .....	11
CAPITULO I. MARCO TEÓRICO .....	12
1.1. Antecedentes de la Investigación .....	12
1.2. Antecedentes Teóricos .....	14
1.2.1. Internet de las Cosas .....	15
1.2.2. Herramientas para la gestión de datos .....	16
1.2.3. IoT Methodology .....	19
1.3. Antecedentes Contextuales .....	19
1.3.1. Ámbito de aplicación .....	21
1.3.2. Establecimiento de requerimientos .....	21

<b>CAPITULO II. DESARROLLO DEL PROTOTIPO .....</b>	<b>23</b>
<b>2.1 Definición del prototipo .....</b>	<b>23</b>
<b>2.2 Metodología de desarrollo del prototipo.....</b>	<b>24</b>
<b>2.2.1 Enfoque, alcance y diseño de investigación .....</b>	<b>24</b>
<b>2.2.2 Unidades de análisis .....</b>	<b>24</b>
<b>2.2.3 Técnicas e instrumentos de recopilación de datos.....</b>	<b>24</b>
<b>2.2.4 Técnicas de procesamiento de datos para la obtención de resultados .....</b>	<b>25</b>
<b>2.2.5 Metodología o métodos específicos.....</b>	<b>25</b>
<b>2.2.6 Herramientas y/o Materiales .....</b>	<b>25</b>
<b>2.3 Desarrollo del prototipo .....</b>	<b>26</b>
<b>2.3.1 Fases del prototipo.....</b>	<b>26</b>
<b>2.4 Ejecución del prototipo .....</b>	<b>33</b>
<b>CAPITULO III. EVALUACIÓN DEL PROTOTIPO .....</b>	<b>37</b>
<b>3.1 PLAN DE EVALUACIÓN .....</b>	<b>37</b>
<b>3.1.1 Planificación de las pruebas.....</b>	<b>38</b>
<b>3.1.2 Diagrama o estructura de los escenarios.....</b>	<b>39</b>
<b>4. CONCLUSIONES.....</b>	<b>47</b>
<b>5. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>48</b>
<b>6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>49</b>
<b>7. ANEXOS.....</b>	<b>52</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Conceptualización de hipótesis .....	11
<b>Tabla 2.</b> Operacionalización de las variables .....	11
<b>Tabla 3.</b> Preguntas de Investigación y Descripción.....	13
<b>Tabla 4.</b> Criterios de inclusión y exclusión .....	14
<b>Tabla 5.</b> Técnicas e Instrumentos .....	25
<b>Tabla 6.</b> Herramientas y/o materiales de la investigación .....	26
<b>Tabla 7:</b> Responsables del desarrollo del prototipo .....	27
<b>Tabla 8:</b> Requisitos funcionales y no funcionales.....	27
<b>Tabla 9:</b> Cronograma del plan de evaluación .....	39
<b>Tabla 10:</b> Planificación de pruebas .....	40
<b>Tabla 11:</b> Pruebas de Comportamiento temporal .....	42
<b>Tabla 12:</b> Prueba en la utilización de recursos .....	44
<b>Tabla 13:</b> Prueba de Capacidad .....	45

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Espina de pescado acerca de la necesidad de un sistema de web para el uso y control de dispositivos móviles. ....	9
<b>Figura 2:</b> <i>Procesos y resultados de la búsqueda</i> .....	14
<b>Figura 3:</b> Cantidad de artículos encontrados .....	15
<b>Figura 4:</b> Antecedentes teóricos .....	15
<b>Figura 5:</b> Sensores .....	16
<b>Figura 6:</b> Microcontrolador Esp32 .....	17
<b>Figura 7:</b> Protocolo MQTT .....	17
<b>Figura 8:</b> Lenguaje JavaScript .....	18
<b>Figura 9:</b> Framework Arduino .....	19
<b>Figura 10:</b> Html.....	19
<b>Figura 11:</b> Metodología IoT .....	20
<b>Figura 12:</b> Definición del prototipo general .....	24
<b>Figura 13:</b> Procesos de la Metodología .....	26
<b>Figura 14:</b> Arquitectura del proyecto .....	28
<b>Figura 15:</b> PlatformIO IDE .....	29
<b>Figura 16:</b> Interfaz de PlatformIO IDE .....	30
<b>Figura 17:</b> Código del platformIO .....	31

<b>Figura 18:</b> Código del HTML .....	32
<b>Figura 19:</b> Codificación del WFI .....	32
<b>Figura 20:</b> Codificación del MQTT.....	33
<b>Figura 21:</b> Codificación del WebSocket .....	33
<b>Figura 22:</b> Pantalla principal del sistema web .....	34
<b>Figura 23:</b> Sección Wifi del sistema web .....	35
<b>Figura 24:</b> Sección MQTT del sistema web .....	35
<b>Figura 25:</b> Pantalla principal del sistema Web en funcionamiento .....	36
<b>Figura 26:</b> Pantalla de Dispositivos en funcionamiento .....	37
<b>Figura 27:</b> Asignación de Tiempo a los dispositivos .....	37
<b>Figura 28:</b> Estado de los dispositivos .....	38
<b>Figura 29:</b> Ubicación del dispositivo .....	38
<b>Figura 30:</b> Análisis de los resultados del comportamiento temporal .....	43

## GLOSARIO

### A

**Arquitectura IoT:** Se refiere al diseño y la estructura organizativa de los elementos que componen un sistema IoT.

### H

**Herramientas IoT:** Son aplicaciones y recursos que facilitan el desarrollo, la implementación y la gestión de soluciones basadas en IoT.

### I

**Internet de las Cosas:** Proviene de las Sigla IoT esta se refiere a la red interconectada de dispositivos físicos, vehículos, electrodomésticos y otros objetos incorporados con sensores, software y tecnología de red, que les permite recopilar y compartir datos.

### M

**MQTT:** Su significado en inglés es "Message Queuing Telemetry Transport", este es un protocolo de comunicación ligero y eficiente diseñado para la transmisión de mensajes entre dispositivos en redes con ancho de banda limitado o inestable.

# INTRODUCCIÓN

En la era digital actual, la proliferación de dispositivos conectados a Internet de las Cosas (IoT) y dispositivos móviles ha transformado significativamente la forma en que interactuamos con el entorno tecnológico. Esta revolución tecnológica ha generado una creciente necesidad de gestionar eficientemente estos dispositivos para garantizar su correcto funcionamiento, seguridad y aprovechar al máximo sus capacidades [1]. En este contexto, el presente trabajo de tesis se centra en el desarrollo de un sistema web dedicado a la gestión integral de dispositivos IoT y móviles.

La gestión efectiva de dispositivos IoT y móviles implica enfrentar desafíos complejos, como la diversidad de plataformas, la administración de datos en tiempo real y la garantía de la seguridad de la información. Este sistema propuesto busca abordar estas problemáticas al proporcionar una plataforma centralizada que permita la supervisión, configuración y control de una variedad de dispositivos interconectados [2].

El objetivo principal de esta investigación es diseñar, desarrollar e implementar un sistema web intuitivo y eficiente que ofrezca a los usuarios una interfaz amigable para gestionar sus dispositivos IoT y móviles de manera unificada. Además, se busca integrar funcionalidades avanzadas, como la monitorización en tiempo real, la actualización remota de firmware y la gestión de la seguridad, para garantizar la eficacia y la confiabilidad del sistema.

A medida que la conectividad y la movilidad continúan desempeñando un papel fundamental en nuestra vida cotidiana y en diversos sectores industriales, la importancia de contar con una herramienta integral para la gestión de dispositivos se vuelve cada vez más evidente.

Este trabajo propone desarrollar un sistema web destinado a administrar dispositivos IoT y móviles del laboratorio de IoT de la Universidad Técnica de Machala, perteneciente a la carrera de T.I. Este sistema web permitirá controlar los dispositivos móviles, específicamente tablets, al permitir su activación con límites de tiempo. Además, se podrá visualizar los diferentes sensores IoT, brindando a los estudiantes la capacidad de concentrarse en las tareas asignadas por el docente.

## i. Declaración y formulación del problema

Hoy en día, en todo el Ecuador, el uso generalizado de dispositivos móviles ha transformado la manera en que llevamos a cabo nuestras actividades diarias, estos dispositivos no solo se han convertido en una herramienta esencial para la comunicación, sino que también desempeñan un papel fundamental en nuestras actividades laborales, educativas y de entretenimiento.

Dentro de las instituciones educativas como en la Universidad Técnica de Machala, se dan uso a estos dispositivos en los diferentes laboratorios debido a que juegan un papel crucial al facilitar a los estudiantes el desarrollo de diversos talleres, contribuyendo así a la comprensión de sus respectivas materias.

Actualmente, en la carrera de Tecnologías de la Información se ha implementado un laboratorio equipado con numerosos dispositivos móviles. Sin embargo, la falta de un sistema de control de uso expone los dispositivos a riesgos, ya que no se puede determinar qué estudiante los ha utilizado.

A continuación, se representa la espina de pescado del problema

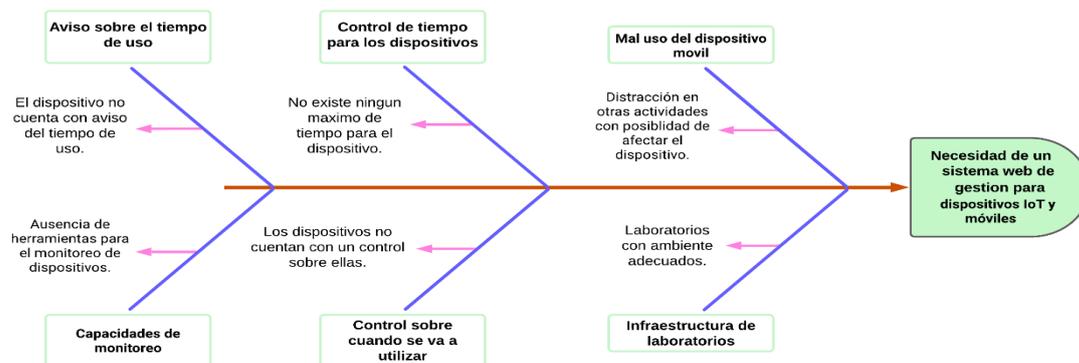


Figura 1: Espina de pescado acerca de la necesidad de un sistema de web para el uso y control de dispositivos móviles.

## ii. Objeto de estudio y campo de acción

### Objeto de estudio

- Sistema para la administración de dispositivos móviles en el laboratorio de IoT.

### Campo de acción

- Internet de las cosas para el desarrollo del sistema administrativo de la aplicación web.

### **iii. Objetivos**

#### **Objetivo General**

Desarrollar un sistema cliente/servidor para administración de uso de dispositivos móviles en un laboratorio de IoT, aplicando IoT Methodology.

#### **Objetivos específicos**

- Revisar temas relacionados al actual proyecto para la construcción del marco teórico.
- Seleccionar la metodología para el desarrollo del sistema administrativo.
- Desarrollar un sistema web para la gestión de los dispositivos.
- Diseñar una aplicación cliente para dispositivos móviles que permita el control remoto desde el sistema web.
- Implementar el sistema administrativo en el laboratorio de IoT.
- Evaluar el sistema administrativo

### **iv. Hipótesis**

El sistema cliente/servidor facilita la gestión de uso de los dispositivos móviles del laboratorio de IoT, implementando controles de tiempo, ubicación y alertas.

## Variables y dimensionamiento

**Tabla 1.** Conceptualización de hipótesis

Variable	Concepto
<p style="text-align: center;"><b>Variable Independiente:</b></p> <p>Desarrollo de un sistema de gestión para el control y uso de dispositivos móviles basado en una arquitectura IoT.</p>	<p>Este sistema se basa en crear una aplicación web para administrar los dispositivos móviles ya que, dependiendo del administrador, los dispositivos podrán instalar ciertas aplicaciones y ser habilitadas para su uso.</p> <p>La arquitectura IoT nos ayudará a tener una comunicación con el dispositivo de manera permanente, dando así el uso para el bloqueo del dispositivo.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Variable Dependiente:</b></p> <p>Eficiencia de desempeño</p>	<p>El funcionamiento de manera eficiente para el control de dispositivos móviles desde el sistema web.</p>

**Tabla 2.** Operacionalización de las variables

Variable	Categorías	Indicadores	Técnicas
<p style="text-align: center;"><b>Variable Independiente:</b></p> <p>Desarrollo de un sistema de gestión para el control y uso de dispositivos móviles basado en una arquitectura IoT.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arquitectura IoT</li> <li>• Herramientas IoT aplicada a los dispositivos móviles.</li> <li>• Sistemas de gestión.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Restricción de aplicaciones.</li> <li><input type="checkbox"/> Aplicación web.</li> <li><input type="checkbox"/> Activación y desactivación del dispositivo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Selección del tipo de sensor.</li> <li><input type="checkbox"/> Metodología IoT.</li> <li><input type="checkbox"/> Selección del tipo de aplicación web.</li> <li><input type="checkbox"/> Acceso y navegación con nombre de dominio.</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Variable Dependiente:</b></p> <p>Eficiencia de desempeño</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Tiempo de respuesta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Envío de mensajes o designación de tiempo.</li> <li><input type="checkbox"/> Tiempo de respuesta en alerta de ubicación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Comparación de tiempos para un sistema eficiente.</li> </ul>

### v. Justificación

En la actualidad nos encontramos en pleno auge de avances tecnológicos, los cuales han surgido y se han consolidado nuevas tecnologías, una de ellas es el Internet de las Cosas (IoT) en el que los dispositivos móviles son una parte primordial los cuales ayudarán a su ejecución.

Este proyecto se realiza para que los dispositivos móviles del laboratorio de IoT puedan extender su vida útil, garantizando su uso adecuado y estableciendo un control sobre las personas que los utilizan.

La importancia asignada a la ejecución de este proyecto es debido a la extensa utilización de dispositivos móviles, ya que no siempre se puede adquirir uno nuevo en un área o laboratorio. Por ello, sería beneficioso implementar este proyecto en los dispositivos móviles que son utilizados por estudiantes.

## **vi. Organización del documento**

La organización propuesta para este documento incluye tres fases distintas. A continuación, se proporcionará una descripción detallada de cada una de ellas.

**Capítulo 1:** Se destaca el marco teórico, donde se describen elementos esenciales para comprender los términos y herramientas involucradas en la ejecución del proyecto.

**Capítulo 2:** Se profundiza en el proceso de desarrollo del prototipo, abordando tanto las definiciones del estudio como la metodología empleada en el proyecto. Además, se detalla la conclusión del desarrollo del prototipo y su puesta en funcionamiento.

**Capítulo 3:** Finalmente se exponen las evaluaciones y los resultados obtenidos a partir de éstas. Asimismo, se presentan las conclusiones alcanzadas y se ofrecen recomendaciones derivadas de la investigación.

# CAPITULO I. MARCO TEÓRICO

## 1.1. Antecedentes de la Investigación

Para la revisión de los temas de estudio en este trabajo se realizó mediante la metodología de Revisión Sistemática de la Literatura o por sus siglas en inglés como SRL la cual significa Systematic Review of the Literature, ésta tiene como gran objetivo localizar las investigaciones, luego filtrarlas, después pasan a ser codificadas y a analizar las referencias, para luego de esto poder empezar a observar los trabajos pasados con la finalidad de poder tener un aporte de manera eficiente para la actual investigación [3]. **a)**

### Preguntas de investigación

**Tabla 3.** Preguntas de Investigación y Descripción

<b>Preguntas de Investigación</b>	<b>Descripción</b>
¿Cómo beneficia la arquitectura IoT en el diseño de la aplicación web para la gestión de dispositivos móviles?	Esta pregunta pretende que al utilizar la arquitectura IoT facilitará la conexión y comunicación entre dispositivos móviles y la aplicación web.
¿Qué efectos tendrá la gestión de dispositivos móviles en entornos educativos?	Esta pregunta tiene como objetivo identificar los efectos previstos de la gestión de dispositivos móviles en entornos educativos para mejorar la experiencia de aprendizaje y fomentar un ambiente más colaborativo y efectivo.
¿Para qué utilizar un sistema de gestión en los dispositivos móviles?	Esta pregunta busca identificar la utilidad específica de implementar un sistema de gestión en dispositivos móviles, centrándose en cómo esta acción podría mejorar la eficiencia, seguridad y experiencia de usuario.

### **b) Palabras claves y Cadena(s) de búsqueda**

Estas palabras claves se van a formular tomando los conceptos fundamentales de la investigación, a través de esto procederá a generarse las cadenas de búsqueda:

("Control de recursos" OR "Control de acceso" OR "Dispositivos móviles" OR "Control de activos" OR "Gestión de dispositivos" OR "IoT" OR "Sistema de gestión") AND ("RSL") AND ("aplicaciones" OR "sistemas").

### c) Criterios de inclusión y exclusión

Tabla 4. Criterios de inclusión y exclusión

#	Criterio de Inclusión
1	Estudios que incluyan arquitectura IoT
2	Estudios realizados dentro del año 2019 y 2023
3	Estudios sobre la gestión de dispositivos móviles
4	Estudios sobre los dispositivos móviles en la educación
5	Estudios sobre plataformas web de gestión
#	Criterio de Exclusión
1	Artículos cortos
2	Estudios que no se relacionen con el campo de estudio
3	Estudios que no tienen idioma inglés y español
4	Estudios realizados menores al año 2018
5	Estudios redundantes

### d) Proceso y resultados de la búsqueda

Se realizó un proceso de búsqueda utilizando la metodología de Revisión Sistemática de la Literatura, lo que posibilitó la identificación, recopilación y análisis de trabajos pertinentes en el área.

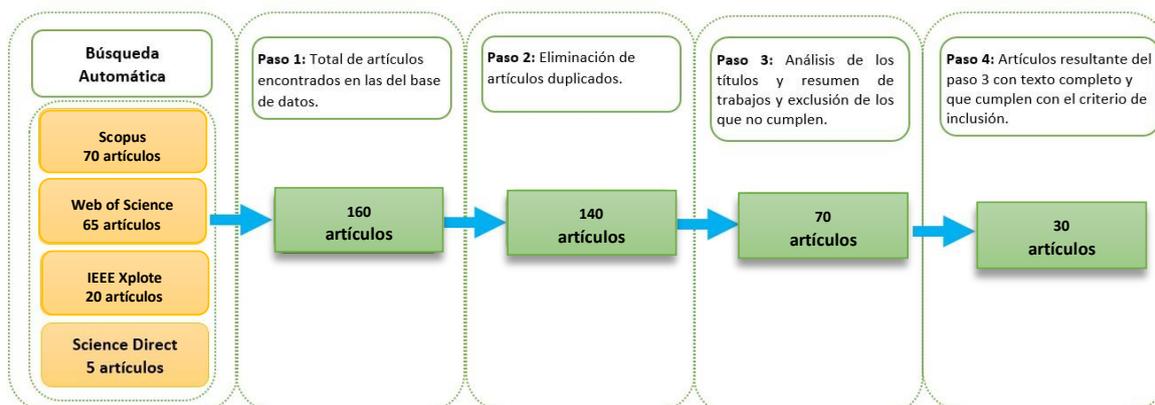


Figura 2: Procesos y resultados de la búsqueda

En la **Figura 2.** Se describe el procedimiento y los hallazgos de la búsqueda bibliográfica, mencionando las bases de datos bibliográficos empleados en el proyecto de investigación actual.

Se resaltan las plataformas SCOPUS, WEB OF SCIENCE, IEEE Xplore y Science Direct.

## Resultado de la Búsqueda

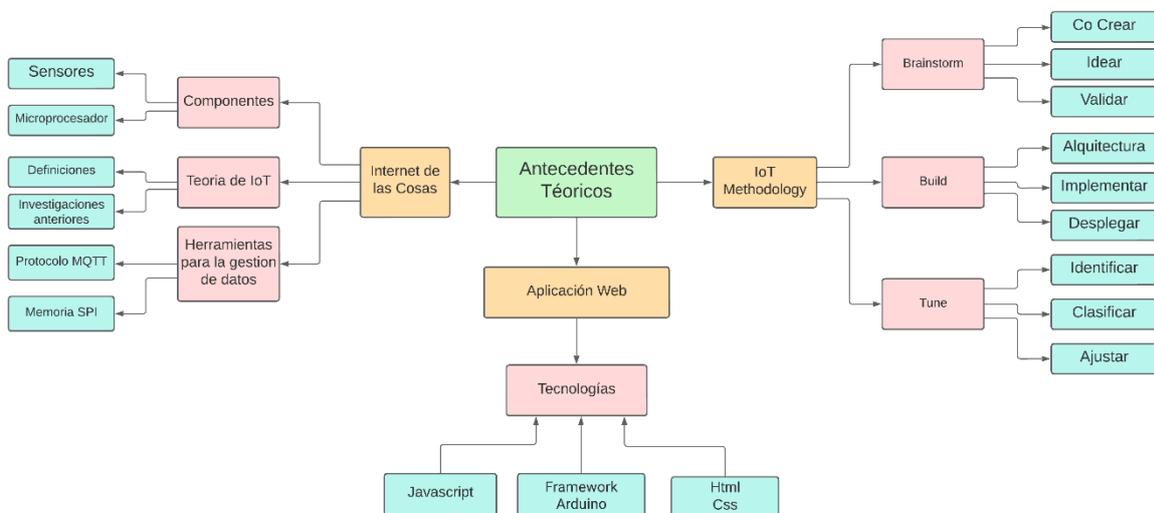
La cantidad de estudios por año se pueden visualizar en la siguiente **Figura 3**.



**Figura 3:** Cantidad de artículos encontrados

### 1.2. Antecedentes Teóricos

En la **Figura 4** podemos ver el siguiente diagrama, que detallan los tópicos relacionados al tema de investigación.



**Figura 4.** Antecedentes teóricos

## 1.2.1. Internet de las Cosas

### Teoría del Internet de las Cosas(IoT)

El Internet de las cosas (IoT) representa una innovadora tecnología que se encuentra actualmente integrada en la gran parte de los dispositivos y operaciones, posibilitando la mejora en el bienestar de las personas y simplificando el acceso a información y servicios especializados [4], está transformando nuestra manera de vivir y de utilizar la tecnología al integrarla en diversos aspectos de nuestra vida cotidiana [5].

A pesar de sus múltiples beneficios, la IoT se encuentra confrontada con desafíos considerables, especialmente en términos de ciberseguridad, siendo uno de los principales desafíos la posibilidad de sufrir ataques de ransomware [5].

Entre los temas clave abordados en la investigación se encuentran la aplicación de la tecnología IoT en el ámbito educativo, su contribución para resolver problemáticas educativas, y las diversas aplicaciones relevantes en educación, resaltando su impacto y relevancia tanto para estudiantes como para docentes [6].

### Componentes

Los diferentes sensores ver **Figura 5** ofrecen vastas oportunidades para conectar dispositivos portátiles, teléfonos inteligentes y objetos inteligentes con los usuarios finales, lo que posibilita el uso de la infraestructura de red para implementar o mejorar una amplia gama de aplicaciones [7].

Las redes de sensores deben mejorarse y actualizarse para cumplir con los nuevos requisitos del Internet de las Cosas y las innovadoras aplicaciones que se esperan. Esto ha desafiado la comunicación entre los diversos estándares en la revolución del Internet de las Cosas [7].

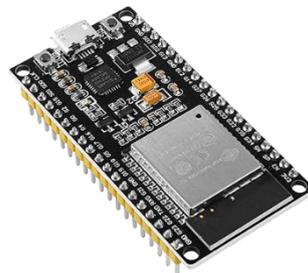


*Figura 5: Sensores*

## Microprocesador

El ESP32 es un microcontrolador System on Chip (SoC) poderoso que integra Wi-Fi 802.11 b/g/n y Bluetooth de modo dual versión 4.2, además de una variedad de periféricos. Representa una evolución avanzada del chip 8266, especialmente por su implementación de dos núcleos sincronizados que pueden operar hasta 240 MHz en diferentes versiones. En comparación con su predecesor, el ESP32 también amplía el número de pines GPIO de 17 a 36, los canales PWM de 16 y cuenta con una capacidad de memoria flash de 4 MB [8].

Se trata de un controlador pequeño que puede ser programado y presenta las siguientes especificaciones: una CPU Xtensa de doble núcleo de 32 bits con una velocidad de procesamiento de 240 MHz, una memoria SRAM, una memoria flash, una memoria ROM y capacidades de interacción inalámbrica con WiFi y Bluetooth [8] ver **Figura 6**.



*Figura 6: Microcontrolador Esp32*

### 1.2.2. Herramientas para la gestión de datos

El protocolo de red MQTT es un protocolo de aplicación de la pila TCP/IP creado y publicado en 1999 y está estandarizado por el consorcio OASIS (Organización para el Avance de Estándares de Información Estructurada) bajo el número ISO/IEC 20922 [9].

MQTT se desarrolló principalmente para la interacción máquina a máquina (M2M), para conectar dispositivos (objetos físicos del mundo real con hardware y software) en redes IoT para el intercambio de datos operativos y la generación de acciones de control y recopilación del rendimiento del dispositivo. Implementa una transmisión de mensajes bidireccional [9] como se puede apreciar en la **Figura 7**.



*Figura 7: Protocolo MQTT*

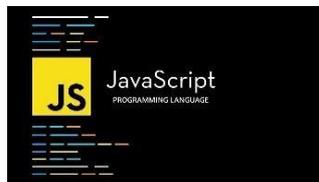
## Aplicaciones Web

### Tecnologías

JavaScript es un lenguaje de programación ampliamente utilizado que se emplea principalmente para crear interactividad en páginas web, este lenguaje de programación JavaScript es distinto y técnicamente muy diferente del lenguaje de programación Java, pero la similitud de sus nombres es una fuente frecuente de confusión [10].

JavaScript, aunque similar en nombre, difiere considerablemente y técnicamente del lenguaje de programación Java. Sin embargo, la similitud en sus nombres es una causa común de confusión [10].

Es el único lenguaje al que los desarrolladores de páginas web pueden anticipar encontrar disponible en todos los navegadores [10] ver **Figura 8**.



*Figura 8: Lenguaje JavaScript*

Este software en sí mismo incluye un conjunto de herramientas que posibilitan la edición del código, su compilación y depuración mediante una interfaz visual que, adicionalmente, proporciona la posibilidad de interactuar con el microcontrolador mediante el almacenamiento de los programas creados en su memoria interna para su posterior ejecución [11].

El entorno de desarrollo integrado (IDE) es un programa de código abierto, dado que su código fuente se encuentra disponible en GitHub, y ofrece instrucciones detalladas para su compilación. Se hace referencia a la interfaz del Arduino IDE [11].

Este entorno de desarrollo de Arduino incluye un editor de código como vemos en la **Figura 9** una zona de mensajes en la consola y una barra de herramientas que permite la compilación y carga de archivos en la memoria del microcontrolador [11].



**Figura 9:** Framework Arduino

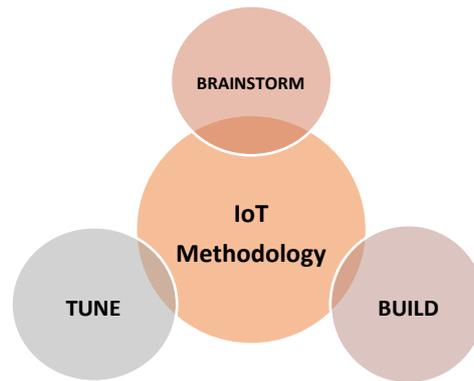
HTML se emplea como un lenguaje para organizar la información, permitiendo a los navegadores web interpretarla y crear una representación visual que los usuarios puedan visualizar y revisar con detalle [12].

En los navegadores web actuales, el contenido del documento se define en HTML, mientras que las interacciones y tareas procedimentales se detallan mediante el lenguaje de programación JavaScript. Esto significa que los creadores de documentos web deben trabajar con HTML y JavaScript, lo cual puede representar un desafío para aquellos menos familiarizados con el enfoque de programación de JavaScript y que preferirían entender y modificar HTML de forma más sencilla el icono se ve en la **Figura 10** [12].



**Figura 10:** Html

### 1.2.3. IoT Methodology



*Figura 11: Metodología IoT*

La creación de soluciones en IoT como se ve en la **Figura 11** demanda la colaboración de expertos de diversas disciplinas, lo que resalta la importancia de un enfoque integrado en su desarrollo. Para este propósito, se han adaptado metodologías de desarrollo de software como Ignite y ELDAMeth, las cuales se ajustan a este entorno multidisciplinario [13].

### 1.3. Antecedentes Contextuales

Con el transcurso del tiempo, han surgido interrogantes de investigación relacionados con la gestión de dispositivos móviles, los trabajos revisados con respecto al control y uso de estos dispositivos en el ámbito educativo se ha iniciado con el fin de ayudar al estudiante a una mejor educación y concentración, por ejemplo, en la investigación del 2020 titulado “Dispositivos móviles en la educación: tendencias e impacto para la innovación”,[14] , se menciona que la incorporación de las TIC ha permitido transformar los métodos de enseñanza-aprendizaje, incluyendo el uso de dispositivos móviles (M-Learning), tanto dentro como fuera del entorno tradicional del aula.

Según Hayes D., Francesco C. y Le-Khac N. [15], mencionan que la gestión de dispositivos móviles (MDM) es un sistema empresarial que controla y gestiona dispositivos como smartphones y tablets. Este sistema surgió principalmente por las políticas de una aplicación que podría traer virus al momento de ser instalada es por ello que se creó la gestión de dispositivos que se utiliza para aplicar reglas que limitan los permisos de instalación de aplicaciones móviles por parte del personal, asegurando el cumplimiento de protocolos de seguridad, estas restricciones buscan

garantizar actualizaciones de seguridad, reducir el riesgo de programas maliciosos y prevenir la exposición de información confidencial, como datos personales o propiedad intelectual.

El enfoque de la plataforma de desarrollo de visualización Web (World Wide Web) es clasificar y refinar varios tipos de información de datos en la red y utilizar tecnologías clave para mostrar información en forma de gráficos o cuadros en una plataforma visual unificada, a fin de mejorar la percepción visual, reducir la dispersión de datos y facilitar la investigación [16]. El sistema se puede configurar para ejecutarse dentro de una red corporativa en un servidor dedicado o a través de un servidor ubicado en la nube. Si bien se ha dedicado una cantidad importante de tiempo a la Base de datos back-end y controlador lógico para garantizar la integridad de los datos [17].

Internet de las Cosas (IoT) refleja un conjunto interconectado que abarca cualquier individuo, objeto o entidad en cualquier momento, ubicación, servicio y red [18]. Se trata de una megatendencia en las tecnologías de próxima generación con el potencial de tener un impacto significativo en diversos sectores empresariales. Puede ser conceptualizado como la interconexión de objetos y dispositivos inteligentes únicos, integrados en la infraestructura existente de Internet, con beneficios extendidos [19].

Esta interconexión se puede lograr mediante la utilización de diversos controladores, sensores, plataformas integradas, sistemas operativos, redes en la nube, y otros elementos. La visión de Internet de las Cosas abarca la interconexión de cada entidad a través de Internet, ya sea un objeto inanimado o algo con vida [20]. Este concepto goza de gran popularidad en la actualidad a nivel global, permitiendo que cada objeto, independientemente de su naturaleza, tenga la capacidad de establecer conexiones con otros a través de la red. Como resultado de esta visión, se han desarrollado diversas aplicaciones que aprovechan este concepto [21].

Con el crecimiento exponencial de dispositivos IoT, han surgido plataformas dedicadas a la gestión integral de estos dispositivos. Estas plataformas ofrecen herramientas para la supervisión, control y mantenimiento remoto de dispositivos conectados [22].

Las plataformas IoT proporcionan soluciones integrales para la administración eficiente y segura de dispositivos IoT, abordando desafíos como la diversidad de protocolos, la gestión de datos masivos y la necesidad de garantizar la seguridad [23].

Los sistemas de gestión son una innovadora herramienta educativa que simplifica la dinámica de enseñanza-aprendizaje y la conexión con los estudiantes, en particular aquellos familiarizados en la tecnología digital, se abordan mediante el uso de tecnologías de la información y comunicación (TIC) [24].

Este proyecto se centra en la gestión de dispositivos móviles e IoT que será implementado en el laboratorio de IoT de la Universidad Técnica de Machala, específicamente en la carrera de Tecnologías de la Información. Debido a que, en este laboratorio, hay varios dispositivos móviles disponibles para que los estudiantes los utilicen.

Es por ello que, al haber varios dispositivos móviles disponibles, se busca desarrollar una aplicación web con la capacidad de poder gestionar su control y uso de las Tablets junto con los componentes IoT.

### **1.3.1. Ámbito de aplicación**

El ámbito de aplicación de este proyecto será en el laboratorio de IoT, dentro de este laboratorio se imparten clases, incluyendo una materia denominada IoT, en la cual se utilizan las Tablets con el propósito de facilitar la comprensión de los estudiantes.

### **1.3.2. Establecimiento de requerimientos**

En este proyecto tenemos dos etapas fundamentales las cuales serán de gran utilidad para la elaboración e implementación de este sistema web, como primera fase tenemos la creación de una aplicación web en donde vamos a poder visualizar los dispositivos IoT en tiempo real. También posibilitará el control de las tablets, requiriendo un intervalo de tiempo. Esta aplicación web estará bajo la supervisión del docente que esté impartiendo la clase.

Como segunda parte tenemos la compatibilidad de las Tablets para que ésta pueda ser habilitada y de igual manera deshabilitada al momento en que se termina el tiempo designado por el docente, facilitando la gestión sobre el dispositivo.

## **Funcionalidades del sistema Administrador**

### **(Web):**

- Gestión de dispositivos IoT
- Gestión para el tiempo de uso de las tablets
- Bloqueo de tablets de manera remota
- Detectar la ubicación de las tablets
- Gestión de Alarmas
- Registro del uso de las tablets

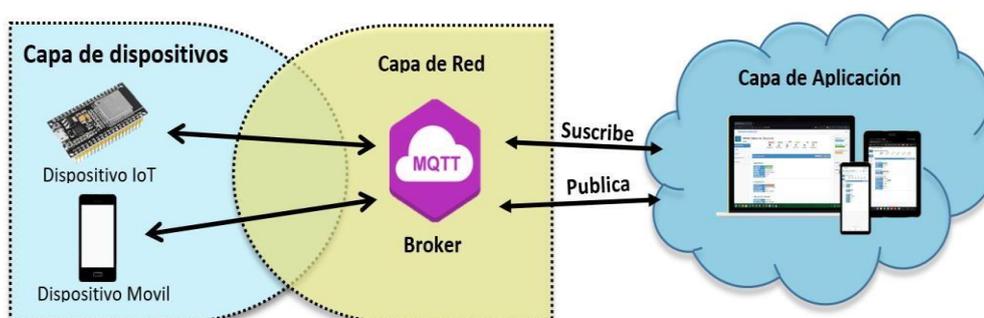
### **Ciente (Tablet):**

- Accesibilidad para ser bloqueado
- Envío de ubicación
- Mensaje de alerta

## CAPITULO II. DESARROLLO DEL PROTOTIPO

### 2.1 Definición del prototipo

La creación del prototipo se divide en tres etapas, empleando las tecnologías de Internet de las cosas para facilitar la obtención de datos a través de la integración de sensores para crear un esquema integral que permita no solo la gestión de dispositivos móviles, sino también la interacción con otros dispositivos IoT dentro del laboratorio. A continuación, se detallan de forma general en la siguiente **Figura 12**:



*Figura 12: Definición del prototipo general*

El prototipo contará con 3 tipos de dominio, estas son:

**Capa de dispositivos:** Los distintos dispositivos que están en esta capa serán tratados en forma de domótica dado que van a estar en constante comunicación con el servidor y estos puedan ser manipulados.

**Capa de red:** Aquí se encuentra la comunicación entre todos los dispositivos, donde opera el servicio de MQTT.

**Capa de Aplicación:** En esta última capa se dará la presentación de los datos en el sistema web además de poder gestionar los dispositivos.

## 2.2 Metodología de desarrollo del prototipo

### 2.2.1 Enfoque, alcance y diseño de investigación

Este trabajo seguirá un enfoque cuantitativo, ya que se realizará la recopilación de datos a partir del tiempo de respuesta para ver la calidad del producto del software con respecto a la eficiencia de desempeño en diferentes aspectos del sistema, como el tiempo de respuesta al envío y recepción de información, el incremento de temperatura al estar expuesto a varios dispositivos, entre otros.

Con respecto al alcance de esta investigación, será de carácter descriptivo, ya que permitirá evaluar la calidad del sistema creado, el objetivo es garantizar un uso eficiente y un tiempo de respuesta óptimo tanto para el administrador como para el cliente.

El diseño de la investigación es cuasi-experimental, dado que la elección del sujeto de estudio ya está planeada de manera preliminar al inicio de la investigación debido a que el sujeto son los diferentes dispositivos móviles que están en el laboratorio.

### 2.2.2 Unidades de análisis

La población utilizada en esta investigación será el sistema web el cual se encuentra en el laboratorio de IoT.

No se obtendrá una muestra para el presente trabajo.

### 2.2.3 Técnicas e instrumentos de recopilación de datos

Para las técnicas e instrumentos para el desarrollo son las siguientes en la **Tabla 5**:

**Tabla 5.** Técnicas e Instrumentos

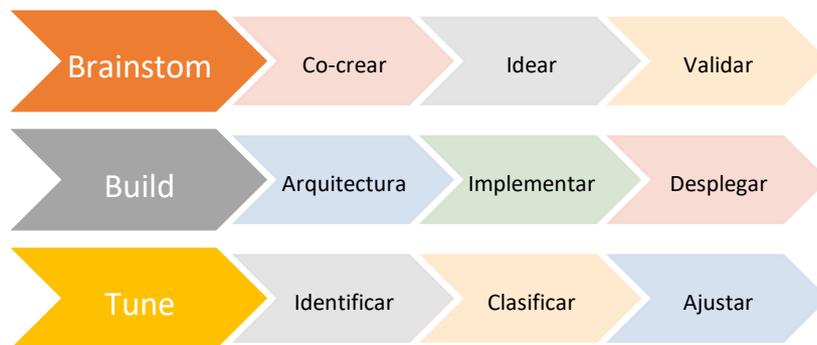
<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>
Observación	Medición de tiempo con el fin de poder verificar que tan rápido es el sistema y comprobar su buen funcionamiento.

## 2.2.4 Técnicas de procesamiento de datos para la obtención de resultados

Tras analizar exhaustivamente las literaturas pertinentes a esta investigación, se llegó a la conclusión que debido al enfoque cuantitativo para medir la calidad del producto del software se deberá usar el aprendizaje estocástico basado en la dirección y objetivo del proyecto.

## 2.2.5 Metodología o métodos específicos

En este trabajo se utilizará la metodología IoT Methodology, esta metodología está formada por 3 etapas que poseen 3 sub etapas las cuales se pueden evidenciar en la **Figura 13**:



*Figura 13: Procesos de la Metodología*

## 2.2.6 Herramientas y/o Materiales

En la **Tabla 6**, se puede observar la información necesaria que corresponde a las herramientas y/o materiales a utilizarse en el progreso de este proyecto.

**Tabla 6.** Herramientas y/o materiales de la investigación

<b>Categoría</b>	<b>Herramientas y/o materiales</b>
Software	Visual Studio Code Framework Arduino Android Studio
Hardware	Esp32 Sensores IoT Tablet

<b>Categoría</b>	<b>Herramientas y/o materiales</b>
Lenguajes de Programación	JavaScript C++ Kotlin
Servicios	Electricidad Internet

## 2.3 Desarrollo del prototipo

### 2.3.1 Fases del prototipo

En este apartado, se explican las etapas de la metodología IoT aplicada en la creación del prototipo.

#### I. Brainstorm

##### Co-crear

En la fase inicial, se llevaron a cabo actividades específicas con el objetivo de formar y validar un caso que sería abordado mediante la aplicación de las tecnologías mencionadas anteriormente. Esto condujo al desarrollo de un prototipo funcional, al mismo tiempo que se definió el personal que participaría en todo el proceso de construcción. En la **Tabla 7** se mencionan los nombres y sus roles de los responsables del desarrollo.

*Tabla 7: Responsables del desarrollo del prototipo*

<b>Nombres</b>	<b>Rol</b>
Ing. Dixys Hernandez	Supervisor
Leonardo Paul Aguilar	Desarrollador

En este paso se determinaron los requisitos funcionales y los no funcionales del prototipo por desarrollar. En la **Tabla 8** se muestra la lista de los requisitos funcionales y no funcionales.

*Tabla 8: Requisitos funcionales y no funcionales*

<b>Requisitos Funcionales</b>	<b>Requisitos No Funcionales</b>
Registro de dispositivos	Seguridad
Monitorización en Tiempo Real	Escalabilidad
Gestión de dispositivos	Rendimiento

## Idear

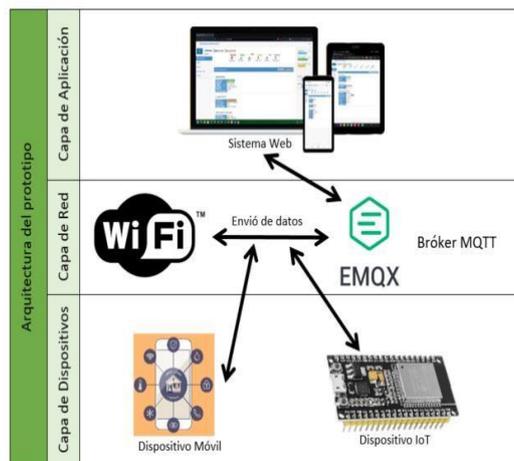
En esta etapa, se elaboró un diseño gráfico inicial del prototipo, detallando la implementación de un dispositivo IoT en un maquetado reducido dentro de un laboratorio Inteligente, este modelo está conformado por 2 led la cual nos informara si el MQTT está conectado y enviando información de igual manera el segundo led que indica el estado del Wifi. El conjunto de sensores se integrará exclusivamente en un dispositivo, y la información recopilada por dichos sensores será transferida hacia el MQTT previamente configurado en el sistema web en donde también se gestionarán los sensores.

## Validar

Durante esta fase, se llevó a cabo la validación mediante encuentros conjuntos con los responsables de la investigación, incluyendo al tutor y al desarrollador. En estas reuniones periódicas, el desarrollador presentaba los bosquejos actuales del prototipo, obteniendo la aprobación de los mismos, lo que marcó la conclusión de esta etapa en la metodología (**ver Anexo 1**).

## II. Build

### Arquitectura



*Figura 14: Arquitectura del proyecto*

## Implementar

### PlatformIO IDE

Este se utilizó para la programación del servidor esp32 devkitc v4 y para la designación de los pines para los sensores, el software Platformio está integrado en Visual Studio Code, también se consideró la implementación de la plataforma Espressif32 y con su placa de desarrollo Esp32, la instalación del software se lo realizó por el administrador de extensiones en Visual Studio Code, se ha elegido este software por su gran capacidad de depuración y librerías, además de su fácil manipulación [24].

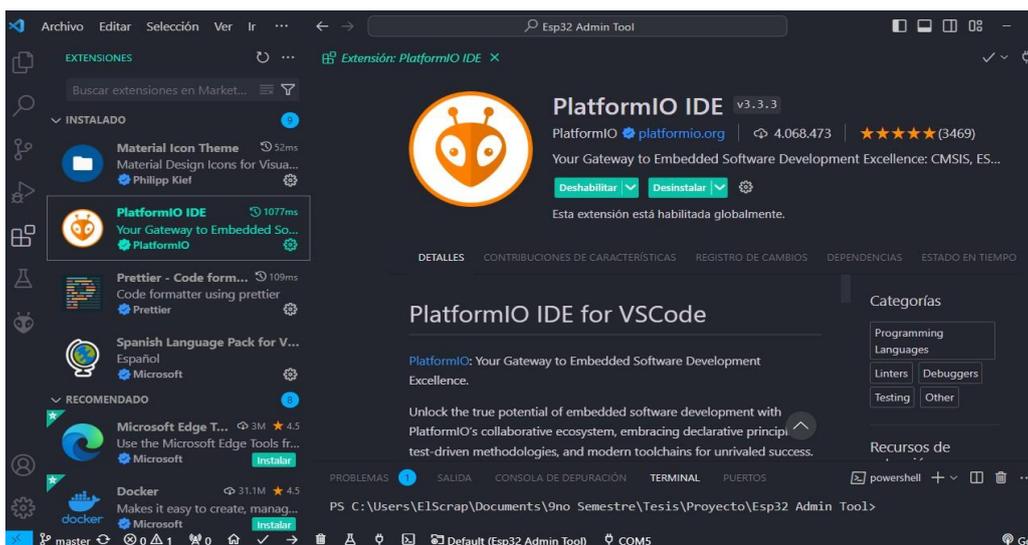


Figura 15: PlatformIO IDE

En la **Figura 15**. Se puede visualizar la herramienta de programación PlatformIO IDE la cual se encuentra en la sección de extensiones instaladas dentro del editor de Texto Visual Studio Code.



**Figura 16:** Interfaz de PlatformIO IDE

En la **Figura 16**. Se puede apreciar la interfaz del PlatformIO la cual servirá para la creación de las carpetas principales, permitiendo de esta manera obtener la manipulación de la memoria flash del esp32 y a su vez pueda ser reseteado y compilado.

## Desplegar

En esta subfase de desplegar, se desarrollaron los elementos necesarios para la recopilación de datos. En este proceso, la parte clave es la programación dentro del PlatformIO para luego proceder a la creación de la página web y dentro de ella los sensores, la programación de los mismos, la construcción del backend con MQTT y la configuración del envío de datos. Esto posibilita la consolidación de todas las comunicaciones en un único conjunto integrado.

## Programación de la PlatformIO

Para iniciar el proyecto, se programó la PlatformIO para poder detectar el tipo de placa y plataforma a utilizar. Este proceso se llevó a cabo en el entorno de desarrollo PlatformIO, especificando la placa utilizada junto a su configuración correspondiente y las librerías necesarias.

En la **Figura 17**. Se evidencia la codificación realizada en el platformIO.

```

8 ; Please visit documentation for the other options and examples
9 ; https://docs.platformio.org/page/projectconf.html
10
11 [platformio]
12 default_envs = esp32dev
13 data_dir = src/data
14
15 [common]
16 version = -D BUILD_TAG=v2.0.0b-Build-2024131
17 lib_deps =
18     bblanchon/ArduinoJson@^7.0.1
19     knolleary/PubSubClient@^2.8
20     ottowinter/ESPAsyncWebServer-esp8266@^2.1.0
21 [env:esp32dev]
22 platform = espressif32
23 framework = arduino
24 board = esp32dev
25 board_build.mcu = esp32
26 board_build.partitions = huge_app.csv
27 upload_protocol = esptool
28 lib_deps =
29     ${common.lib_deps}
30     paulstoffregen/Time @^1.6.1
31 src_build_flags = ${common.version}
32 upload_speed = 921600
33 monitor_speed = 115200
34 upload_port = COM3
35 monitor_port = COM3

```

Figura 17: Código del platformIO

## Maquetado del Sistema Web

Para el maquetado del sistema web se realizó la programación en HTML dentro de esta también se van a utilizar estilos y scripts de diferente tipo con la finalidad de crear un mejor diseño y acabado al sistema web, algunos de estos estilos son los de bootstrap también se utilizó sweetAlert2 para poder visualizar cuadros de diálogo de mejor manera, además de usar fontawesome para los diferentes íconos dando así, una mejor representación en cada sección de los botones. En la **Figura 18**. Se evidencia la codificación realizada en el HTML para el diseño del sistema web.

```

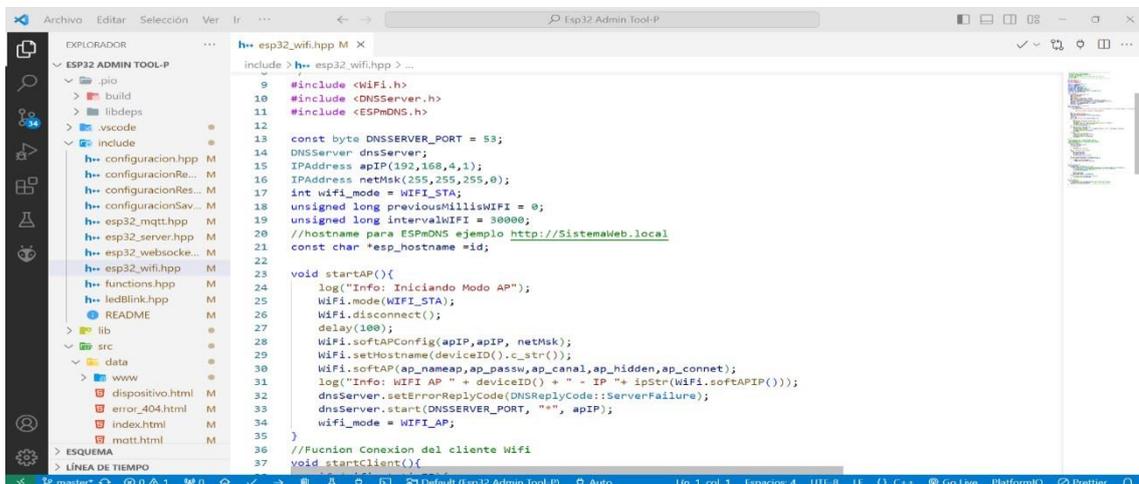
2 <html lang="es">
30 <body class="padTop53">
32 <div id="wrap">
70 <div id="left">
71 <div class="media user-media well-small">
83 </div>
84 <ul id="menu" class="collapse">
85 <li class="panel active">
86 <a href="/"> <i class="icon-th-large"></i> DASHBOARD </a>
87 </li>
88 <li class="panel">
89 <a href="esp-wifi"> <i class="icon-signal"></i> WIFI </a>
90 </li>
91 <li class="panel">
92 <a href="esp-mqtt"> <i class="icon-sitemap"></i> MQTT </a>
93 </li>
94 <li class="panel">
95 <a
96     href="#"
97     data-parent="#menu"
98     data-toggle="collapse"
99     class="accordion-toggle"
100     data-target="#component-nav">
101 <i class="icon-cog"> </i> ADMINISTRAR <span class="pull-right"><i class="icon-angle-left"></i></span>
102 </a>
103 <ul class="collapse" id="component-nav">
104 <li class=""><a href="esp-dispositivo"><i class="icon-angle-right"></i>Dispositivo</a></li>
105 <li class=""><a href="esp-restablecer"><i class="icon-angle-right"></i>Restablecer de Fabrica</a></li>
106 <li class=""><a href="esp-reiniciar"><i class="icon-angle-right"></i>Reincio</a></li>
107 <li class=""><a href="esp-usuario"><i class="icon-angle-right"></i>Usuarios</a></li>

```

Figura 18: Código del HTML

## Programación del Wifi

La programación del módulo Wifi es muy importante ya que será lo primero que se encienda y se conecte a internet permitiendo visualizar el sistema web. Esta se lo realiza con la librería Wifi.h, DNSServer.h y ESPmDNS.h, éstas son muy usadas y ya vienen preinstaladas al momento que se instala el platformIO y proceder a conectarnos con el MQTT y realizar la gestión de dispositivos.



```
include > h-> esp32_wifi.hpp > ...
9 #include <WiFi.h>
10 #include <DNSServer.h>
11 #include <ESPmDNS.h>
12
13 const byte DNSSERVER_PORT = 53;
14 DNSServer dnsServer;
15 IPAddress apIP(192,168,4,1);
16 IPAddress netMsk(255,255,255,0);
17 int wifi_mode = WIFI_STA;
18 unsigned long previousMillisWIFI = 0;
19 unsigned long intervalWIFI = 30000;
20 //hostname para ESPmDNS ejemplo http://SistemaWeb.local
21 const char *esp_hostname =id;
22
23 void startAP(){
24     log("Info: Iniciando Modo AP");
25     WiFi.mode(WIFI_STA);
26     WiFi.disconnect();
27     delay(100);
28     WiFi.softAPConfig(apIP,apIP, netMsk);
29     WiFi.setHostname(deviceID().c_str());
30     WiFi.softAP(ap_nameap,ap_passw,ap_canal,ap_hidden,ap_connet);
31     log("Info: WIFI AP " + deviceID() + " - IP " + ipStr(WIFI.softAPIP()));
32     dnsServer.setErrorReplyCode(DNSReplyCode::ServerFailure);
33     dnsServer.start(DNSSERVER_PORT, "*", apIP);
34     wifi_mode = WIFI_AP;
35 }
36 //Funcion Conexion del cliente Wifi
37 void startClient(){
```

Figura 19: Codificación del WFI

En la **Figura 19**. Se evidencia la codificación realizada en el Wifi para la conexión con internet y poder visualizar el sistema web.

## Programación del MQTT

En la programación del MQTT se encuentra la comunicación con el servidor esp32 en donde se pudo realizar de manera efectiva, para esta comunicación se utilizó la librería PubSubClient la cual se la puede encontrar en el repositorio de GitHub: <https://github.com/knolleary/pubsubclient> [25].

En la **Figura 20**. Se evidencia la codificación realizada en el MQTT para la comunicación con el servidor esp32.

```

include > h+ esp32_mqtt.hpp > ...
9 #include <PubSubClient.h>
10 WiFiClient espClient;
11 PubSubClient mqttClient(espClient);
12 char topic[150];
13 String mqtt_data = "";
14 long lastMqttReconnectAttempt = 0;
15 long lastMsg = 0;
16 void callback(char *topic, byte *payload, unsigned int length);
17 String Json();
18 // MQTT CONEXION
19 boolean mqtt_connect()
20 {
21   mqttClient.setServer(mqtt_server, mqtt_port);
22   mqttClient.setCallback(callback);
23   log("Info: Intentando conexión al Broker MQTT...");
24   // Conexion al Servidor MQTT , ClienteID, Usuario, Password.
25   // Ver documentación => https://pubsubclient.knolleary.net/api.html
26   if (mqttClient.connect(mqtt_id, mqtt_user, mqtt_passw))
27     ( // Attempt to connect
28       log("Info: Conectado al Broker MQTT");
29       // Nos suscribimos a comandos Topico: usuario/dispositivo/comando
30       String topico_subscribe = String(mqtt_user) + "/" + mqtt_id + "/command";
31       topico_subscribe.toCharArray(topico, 150);
32       mqttClient.subscribe(topico);
33       topico_subscribe.toCharArray(topico, 25);
34       mqttClient.publish(topico, "ok"); // Publicar respuesta status por MQTT
35     )else{
36       log("Error: failed, rc= " + mqttClient.state());
37     }
38   return (a);

```

Figura 20: Codificación del MQTT

## Programación del Websocket

La programación del websocket es crucial, ya que permite gestionar varios dispositivos y ofrece opciones como reiniciar y restablecer el Esp32. Esto no solo mejora su desempeño como servidor, sino que también facilita la visualización en tiempo real de los cambios en los dispositivos, brindando así una ventaja adicional para una administración eficiente.

En la **Figura 21**. Se evidencia la codificación realizada en el websocket para la comunicación con el servidor esp32.

```

include > h+ esp32_websocket.hpp > ...
9 #include "ESPAsyncWebServer.h"
10 // Instancia de AsyncWebServer puerto 80
11 AsyncWebServer server(80);
12 AsyncWebSocket ws("/ws");
13 AsyncEventSource events("/events");
14 // Declaracion de funciones
15 void ProcessRequest(AsyncWebSocketClient *client, String request);
16 void WsMessage(String icon, String texto);
17 // Variables generales WS
18 long lastWsSend = 0;
19 void onWsEvent(AsyncWebSocket *server, AsyncWebSocketClient *client, AwsEventType type, void *arg, uint8_t *data)
20 {
21   if (type == WS_EVT_CONNECT)
22   {
23     Serial.printf("ws[%s][%u] Conectado\n", server->url(), client->id());
24     client->printf("\Hola Cliente": %u", client->id());
25     client->ping();
26   }
27   else if (type == WS_EVT_DISCONNECT)
28   {
29     // Serial.printf("ws[%s][%u] disconnect: %u\n", server->url(), client->id());
30   }
31   else if (type == WS_EVT_ERROR)
32   {
33     // Serial.printf("ws[%s][%u] error(%u): %s\n", server->url(), client->id(), *((uint16_t*)arg), (char*)data);
34   }
35   else if (type == WS_EVT_PONG)
36   {
37     // Serial.printf("ws[%s][%u] pong[%u]: %s\n", server->url(), client->id(), len, (len)?(char*)data:"");

```

Figura 21: Codificación del WebSocket

## 2.4 Ejecución del prototipo

Para la ejecución del prototipo, se cargó la programación en el esp32, para que este empiece a tener su página activa, vamos a conectar a nuestra red Wifi a la que está conectada y podrá visualizar el sistema web. A continuación, se detallan los puntos sobre las diferentes funcionalidades.

### Pantalla principal del sistema web

En esta pantalla principal nos indica el nombre del servidor el nivel de señal del Wifi, su temperatura, el número de reinicios que ha tenido el servidor, así también, el tiempo activo, y a su lado derecho se encuentran los dispositivos. En este caso son dos leds listos para ser activados.

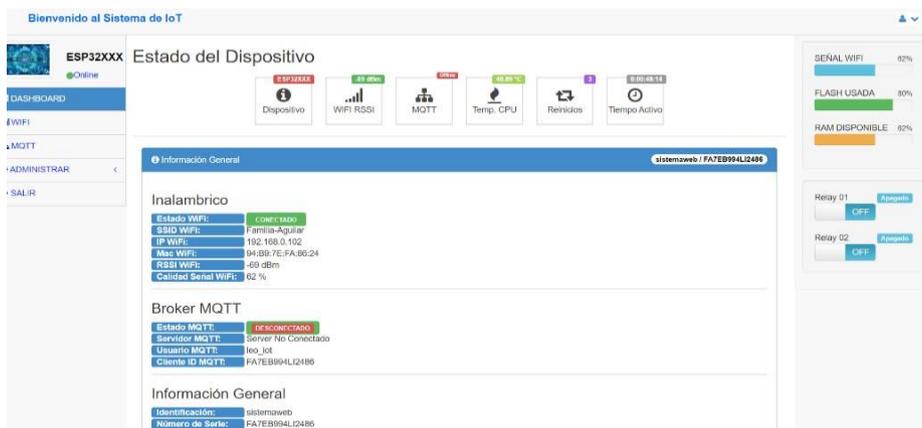
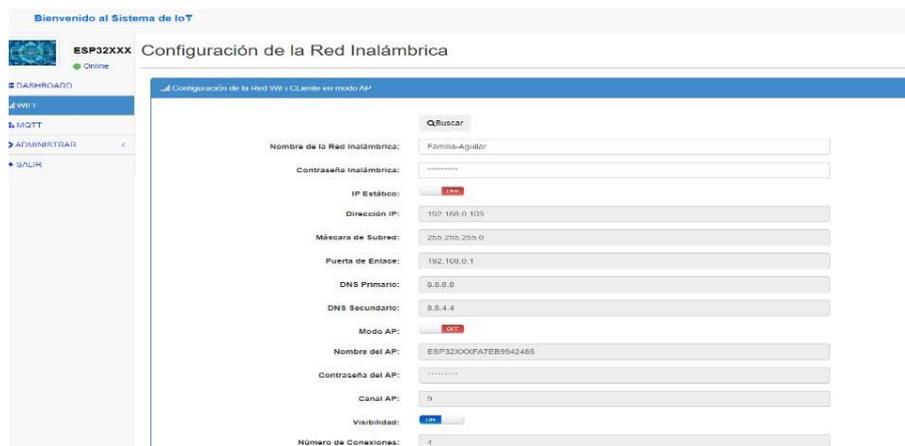


Figura 22: Pantalla principal del sistema web

En la **Figura 22**. Se puede apreciar la pantalla principal del sistema web que nos mostrará el estado actual del servidor.

### Sección Wifi

En esta sección se puede hacer la conexión a diferentes tipos de redes Wifi en modo clientes, así de igual manera se puede cambiar a la opción del modo punto de acceso o también llamado en inglés como “Access Point” la cual, si no existe ninguna red en nuestro entorno podemos utilizar el modulo Wifi del esp32.

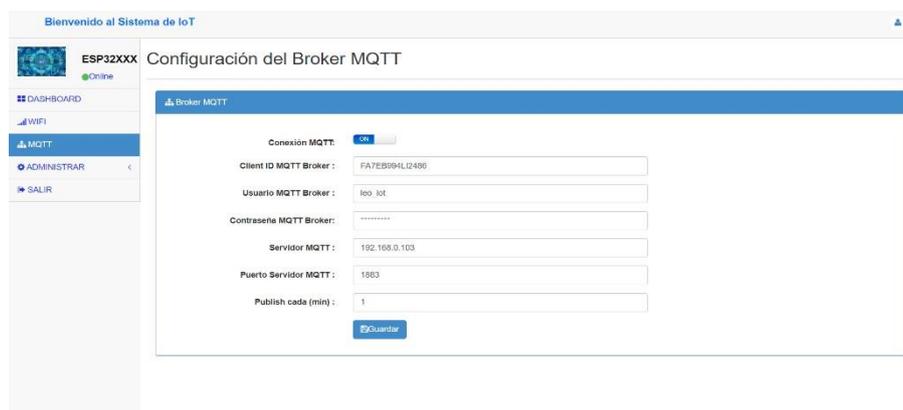


*Figura 23: Sección Wifi del sistema web*

En la **Figura 23**. Se puede apreciar la sección wifi del sistema web, ésta nos mostrará los datos del Wifi y su configuración.

## Sección de MQTT

En esta sección se puede habilitar y deshabilitar el bróker MQTT, en este caso está activo teniendo así un usuario y contraseña, de manera que esto lo genera el servidor ya que tiene una combinación dentro del usuario.



*Figura 24: Sección MQTT del sistema web*

En la **Figura 24**. Se puede apreciar la sección del MQTT quien mostrará sus datos y su configuración activada o desactivada, además de poder visualizar la conexión de manera correcta (ver Anexo 2).

## Sistema web en funcionamiento

Como se puede apreciar en la imagen se ve el sistema web ya puesto en marcha, conectada a un wifi y bróker MQTT de manera correcta y si vemos al lado derecho el relay 01 está activado, lo cual, lo podemos corroborar tanto por su botón que se pone en On y su pequeña etiqueta que dice activado con un color verde, mientras que el relay 02 no lo está. En el prototipo podemos ver que también se ha encendido el led 1 (ver Anexo 3), además de poder visualizar en el sistema web el Bróker MQTT y Wifi conectados, también se lo puede ver en el prototipo (ver Anexo 4) lo cual nos indica que cuando el led rojo está parpadeando el Wifi está conectado y, cuando el led azul está encendido es porque el Bróker MQTT está conectado y en correcto funcionamiento, cabe recalcar que esto pasará al principio de su conexión.

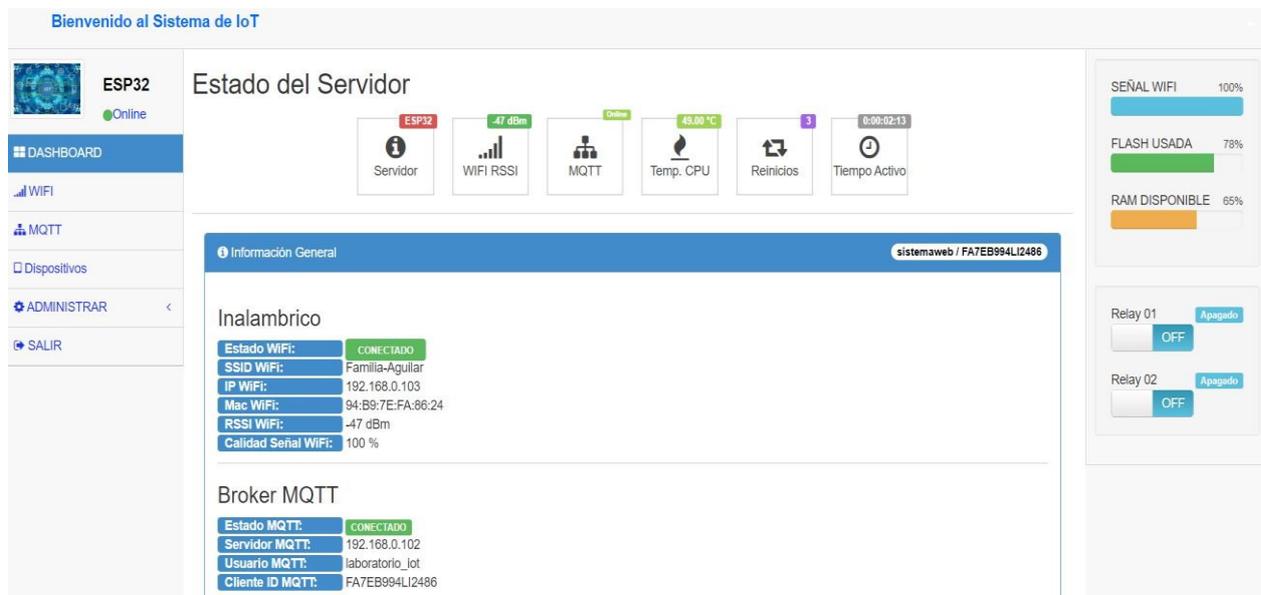


Figura 25: Pantalla principal del sistema Web en funcionamiento

En la **Figura 26**. Se puede apreciar la conexión de los dispositivos móviles dentro del sistema web, la cual ayudara a poder realizar los diferentes tipos de controles. En el cual el dispositivo móvil al momento de abrir la aplicación empezara a enviar datos al sistema web (ver anexo 5), dentro de esta sección podremos controlar el tiempo de los dispositivos, su ubicación y las respectivas alertas al momento si sale del área designada.

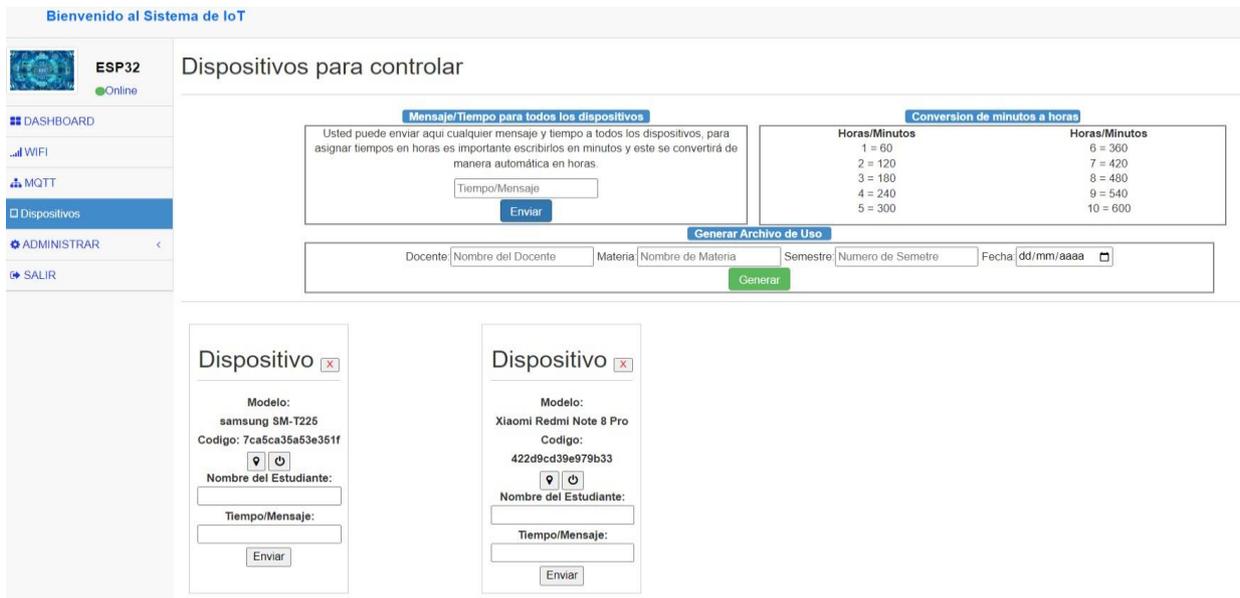


Figura 26: Pantalla de Dispositivos en funcionamiento

En la **Figura 27**. Podemos observar la asignación de tiempo a todos los dispositivos en general y también podemos hacerlo de manera individual (ver Anexo 6), en esta se le dio un tiempo de 5 minutos como ejemplo.



Figura 27: Asignación de Tiempo a los dispositivos

En la **Figura 28**. Observamos el diferente color de los estados al momento que el tiempo fue designado, el color verde indica la activación del tiempo en el dispositivo, cuando ya el tiempo está llegando a su fin es decir faltando un minuto el dispositivo pasara a cambiar de estado y por ende de color, el cual es amarillo dando así a conocer al administrador del sistema que dicho dispositivo pronto será bloqueado (ver Anexo 7) y una vez que se complete el tiempo el dispositivo se bloquea y mostrara un mensaje en la pantalla bloqueada (ver Anexo 8).



Figura 28: Estado de los dispositivos

En la Figura 29. Se puede observar la selección del botón que muestra la ubicación del dispositivo seleccionado.

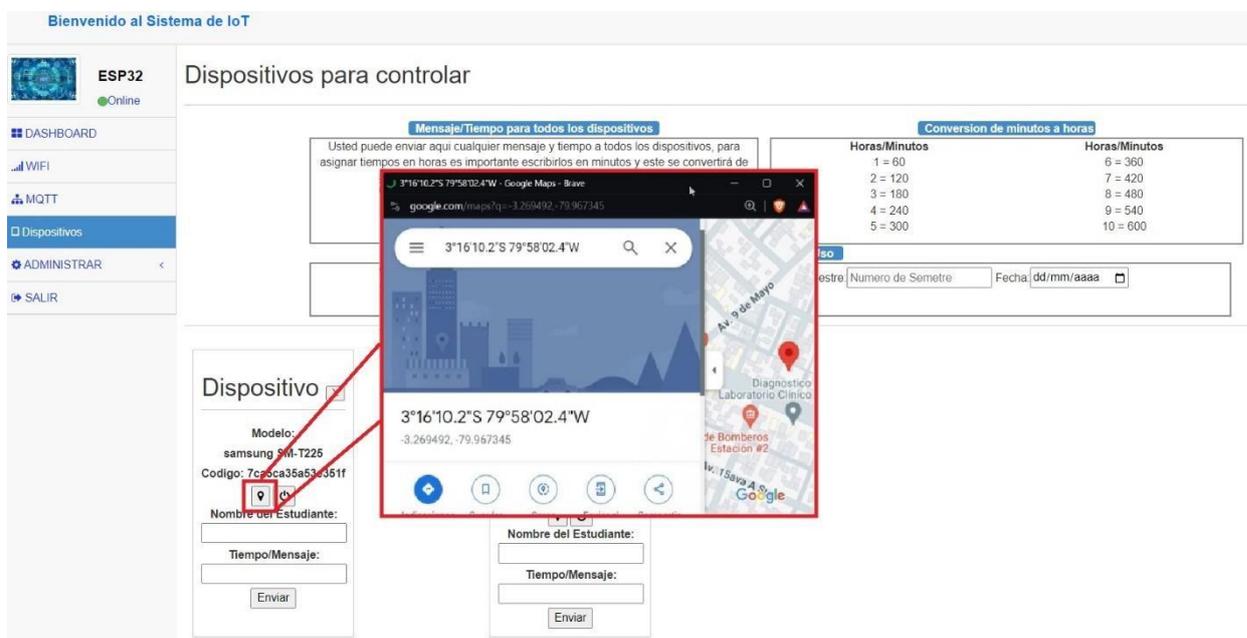


Figura 29: Ubicación del dispositivo

## CAPITULO III. EVALUACIÓN DEL PROTOTIPO

### 3.1 PLAN DE EVALUACIÓN

Se realizaron diferentes pruebas como proceso de evaluación siguiendo la norma ISO 25010 para medir la calidad del producto de software, las medidas que se empearán para que el sistema web pueda funcionar de manera adecuada y eficiente será la eficiencia de desempeño.

**Objetivo:** Evaluar la calidad del sistema web para la gestión de dispositivos IoT y móviles siguiendo la norma ISO 25010, enfocándose en la eficiencia de desempeño.

*Tabla 9: Cronograma del plan de evaluación*

Actividad	Semana 10	Semana 11	Semana 12	Semana13	Semana 14
Desarrollar el plan de evaluación del prototipo.					
Elegir la norma adecuada para evaluar el sistema web.					
Desarrollar los factores a ser evaluados.					
Empezar a evaluar la eficiencia de desempeño.					
Exponer los hallazgos que se realizaron en la evaluación del sistema.					

### 3.1.1 Planificación de las pruebas

Se empezará evaluando la eficiencia de desempeño en donde vamos a encontrar los siguientes tipos de pruebas:

**Tabla 10:** Planificación de pruebas

No.	Tipo de prueba	Objetivo de la prueba	Resultados Esperados
1	<b>Comportamiento temporal</b>	Evaluar el tiempo de respuesta al enviar y recibir información entre el sistema web y los dispositivos móviles.	Obtener mediciones precisas del tiempo de respuesta al enviar y recibir información entre el sistema web y dispositivos móviles, para garantizar una comunicación eficiente y rápida.
2	<b>Utilización de recursos</b>	Evaluar la temperatura del servidor cuando el sistema web tiene más de 40 dispositivos conectados.	Registrar el nivel de temperatura del servidor cuando el sistema web tiene más de 40 dispositivos conectados, asegurando que se mantenga dentro de los límites seguros de funcionamiento.
3	<b>Capacidad</b>	Exponer al sistema web a diferentes números de dispositivos verificando las variaciones de funcionamiento.	Registrar información para realizar una comparativa entre cuántos dispositivos permiten una comunicación eficiente y cuántos dispositivos afectan negativamente la comunicación.

### 3.1.2 Diagrama o estructura de los escenarios

#### Prueba 1 - Comportamiento temporal

En esta primera prueba cuando el sistema web ya esté en funcionamiento se va a proceder a tomar el tiempo de respuesta con el siguiente instrumento de recopilación de datos (**Ver Anexo 9**).

- **Encendido del dispositivo**

Empezando al momento de conectar un dispositivo móvil cuyo propósito es tomar el tiempo de cuanto se demora en conectarse al tópico para poderlo visualizar en el sistema web.

- **Envío de Mensajes y tiempo**

En este intervalo se mide el tiempo en el cual desde el sistema web se enviará mensajes o designa un tiempo a los dispositivos móviles de manera global e individual.

- **Alerta de Ubicación**

Aquí se podrá tomar el tiempo de respuesta cuando el dispositivo móvil salga del área o rango designados.

## **Prueba 2 – Utilización de recursos**

En esta ocasión se evaluará el nivel de temperatura el cual es muy importante dado que el sistema web está alojado en un esp32 que funciona como servidor, de esta manera se podrá realizar cuadros de comparación dependiendo los números de dispositivos el cual se podrá observar el número exacto de dispositivos que sería ideal para no sobrecalentar el servidor (**ver anexo 10**).

## **Prueba 3 – Capacidad**

En esta última prueba, se expondrá el sistema web a un número superior de dispositivos designados, que originalmente era 40. El objetivo es medir el tiempo de respuesta en la comunicación, superando los límites establecidos y evaluando cuántos dispositivos pueden mantener una comunicación eficiente mediante una comparación de tiempos (**ver anexo 11**).

## 3.2 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN

### Prueba 1 – Comportamiento temporal

Se llevaron a cabo pruebas exhaustivas con 45 dispositivos móviles, utilizando tres tipos de intervalos específicos para medir el desempeño en cada etapa.

**Apertura de la aplicación:** Cada dispositivo inició abriendo su aplicación correspondiente para garantizar que todos fueran visibles en el sistema web. Este paso fue crucial para comprobar la conectividad y visibilidad inicial en la plataforma.

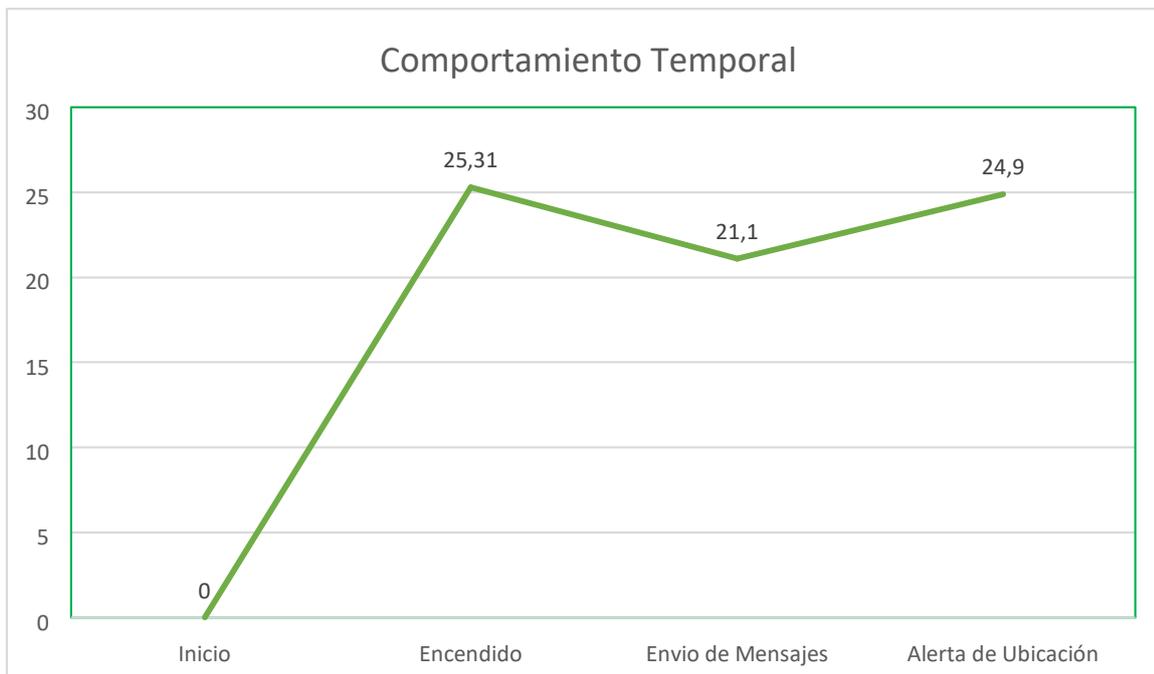
**Envío de mensajes:** Una vez que los dispositivos estuvieron conectados y visibles, se procedió a enviar mensajes a todos los dispositivos simultáneamente. Esta prueba permitió evaluar la capacidad del sistema para manejar múltiples conexiones y la eficacia en la distribución de mensajes.

**Envío de alertas de ubicación:** Finalmente, se enviaron alertas de ubicación a todos los dispositivos.

*Tabla 11: Pruebas de Comportamiento temporal*

Comportamiento temporal							
# Dispositivo	Encendido		Envío de Mensaje y Tiempo		Alerta de Ubicación		Tiempo total
	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final	Sumatoria
1	0	1	0	1	0	2	4
2	0	2	0	3	0	5	10
3	0	1	0	5	0	5	11
4	0	3	0	6	0	3	12
5	0	5	0	2	0	7	14
6	0	5	0	1	0	7	13
7	0	4	0	1	0	4	9
8	0	2	0	3	0	2	7
9	0	6	0	5	0	8	19
10	0	8	0	3	0	10	21
11	0	4	0	5	0	1	10
12	0	3	0	2	0	4	9
13	0	22	0	5	0	2	29
14	0	12	0	6	0	6	24
15	0	25	0	7	0	7	39
16	0	34	0	8	0	10	52

<b>Comportamiento temporal</b>							
# Dispositivo	<b>Encendido</b>		<b>Envió de Mensaje y Tiempo</b>		<b>Alerta de Ubicación</b>		<b>Tiempo total</b>
	<b>Inicio</b>	<b>Final</b>	<b>Inicio</b>	<b>Final</b>	<b>Inicio</b>	<b>Final</b>	<b>Sumatoria</b>
17	0	23	0	9	0	3	35
18	0	33	0	10	0	6	49
19	0	36	0	8	0	4	48
20	0	25	0	15	0	2	42
21	0	33	0	20	0	8	61
22	0	36	0	18	0	14	68
23	0	27	0	10	0	2	39
24	0	38	0	24	0	3	65
25	0	43	0	28	0	7	78
26	0	26	0	25	0	2	53
27	0	34	0	23	0	12	69
28	0	38	0	26	0	8	72
29	0	50	0	22	0	11	83
30	0	26	0	20	0	11	57
31	0	37	0	33	0	20	90
32	0	42	0	35	0	13	90
33	0	48	0	32	0	15	95
34	0	52	0	40	0	6	98
35	0	32	0	45	0	10	87
36	0	38	0	33	0	13	84
37	0	23	0	48	0	8	79
38	0	21	0	45	0	20	86
39	0	12	0	42	0	18	72
40	0	34	0	40	0	14	88
41	0	33	0	50	0	12	95
42	0	40	0	39	0	18	97
43	0	45	0	47	0	12	104
44	0	43	0	51	0	11	105
45	0	34	0	48	0	8	90



**Figura 30:** Análisis de los resultados del comportamiento temporal

Como se puede observar en la Figura 30 del análisis en los resultados obtenidos se puede considerar como eficientes, en el intervalo del encendido de los dispositivos el dispositivo mínimo fue de 1 segundo, el máximo fue 52 segundos y el promedio es de 25.31 segundos.

En el intervalo del envío de mensajes y tiempo el resultado mínimo fue de 1 segundo, el máximo fue de 51 segundos y el promedio es de 21,1 segundos. El ultimo intervalo el cual es la alerta de ubicación el resultado mínimo fue de 2 segundos, el máximo fue de 20 segundos y el promedio es de 24.9 segundos. Estos resultados finales o tiempo total de cada prueba el valor mínimo obtenido fue de 4 segundos, el máximo de 1 minuto con 5 segundos y el promedio de 54.71 segundos.

## Prueba 2 - Utilización de recursos

Se realizó una prueba para evaluar la utilización de recursos del servidor ESP32. Para ello, se conectaron 45 dispositivos móviles al servidor y se midió la temperatura del ESP32 para determinar si existía algún riesgo de sobrecalentamiento al conectar múltiples dispositivos.

**Tabla 12:** Prueba en la utilización de recursos

Utilización de recursos				
# Dispositivos	Temperatura Inicio (°C)	Temperatura Final (°C)	Estado	Riesgo
15	50.56	50.56	Cálido	Riesgo Bajo
30	53.52	53.52	Cálido	Riesgo Bajo
45	55.57	55.57	Cálido	Riesgo Bajo

Al momento de utilizar los 45 dispositivos podemos darnos cuenta que los 15 primeros dispositivos el inicio de temperatura es de 50.56 y termina con la misma temperatura teniendo así un estado cálido y un riesgo bajo (**ver anexo 12**). Los siguientes 30 dispositivos la temperatura inicial es de 53.52 y se mantuvo teniendo así un estado cálido y un nivel de riesgo bajo. Luego los 45 dispositivos la temperatura inicio teniendo una temperatura de 55.57 y finalizo con la misma teniendo así un estado cálido y un nivel de riesgo bajo.

## Prueba 3 – Capacidad

Una vez realizadas las pruebas 1 y 2, procedimos a obtener los tiempos de respuesta para verificar la eficiencia de la comunicación. Evaluamos la rapidez con la que los dispositivos móviles activan la aplicación y se visualizan en el sistema web.

**Tabla 13: Prueba de Capacidad**

<b>Capacidad</b>			
<b>Número de Dispositivos</b>	<b>Tiempo de Respuesta (s)</b>	<b>Estabilidad de Comunicación</b>	<b>Eficiencia de Comunicación (%)</b>
<b>15</b>	1	Alta	99
	2	Alta	99
	1	Alta	99
	3	Alta	99
	5	Alta	99
	5	Alta	99
	4	Alta	99
	2	Alta	99
	6	Alta	99
	8	Alta	99
	4	Alta	99
	3	Alta	99
	22	Alta	99
	12	Alta	99
	25	Alta	99
<b>30</b>	34	Media	90
	23	Alta	99
	33	Media	90
	36	Media	90
	25	Alta	99
	33	Media	90
	36	Media	90
	27	Alta	99
	38	Media	90
	43	Media	90
	26	Alta	99
	34	Media	90
	38	Media	90
	50	Baja	85
26	Alta	99	
<b>40</b>	37	Media	90
	42	Media	90
	48	Baja	85

<b>Capacidad</b>			
<b>Número de Dispositivos</b>	<b>Tiempo de Respuesta (s)</b>	<b>Estabilidad de Comunicación</b>	<b>Eficiencia de Comunicación (%)</b>
<b>40</b>	52	Baja	85
	38	Media	90
	23	Alta	99
	21	Alta	99
	12	Alta	99
	34	Media	90
	33	Media	90
	40	Media	90
	45	Media	90
	43	Media	90
	34	Media	90

En esta última prueba, se pudo corroborar que el sistema web es 99% eficiente para soportar 45 dispositivos. Sin embargo, la comunicación entre los dispositivos móviles y el sistema web puede verse afectada por el ancho de banda de internet. Los resultados muestran que el tiempo mínimo de respuesta es de 1 segundo, lo cual indica una alta estabilidad de comunicación con un 99% de eficiencia en el envío y recepción de datos. Por otro lado, el tiempo máximo de respuesta registrado fue de 50 segundos, lo que se traduce en una baja estabilidad de comunicación y una eficiencia del 85%. Esta prueba fue fundamental para comprobar la capacidad del sistema e identificar áreas de mejora, especialmente en lo relacionado con la conexión a internet.

#### 4. CONCLUSIONES

- Se realizó la creación del sistema administrativo de manera exitosa desarrollando así un servidor con un esp32 dentro de este se implementó el sistema web además de desarrollar una aplicación móvil el cual servirá para la conexión a MQTT, en la página web se podrá ver la conexión de los dispositivos móviles y mediante la aplicación móvil se podrá recibir mensajes enviados desde la web.
- La búsqueda de los temas relacionados fue muy efectiva, ya que se utilizaron múltiples motores de búsqueda, lo que permitió obtener información eficiente para la realización del marco teórico.
- Mediante la selección de la metodología IoT para el desarrollo del sistema administrativo, ha facilitado la estructuración del proyecto en fases secuenciales y permitió el avance en la implementación del proyecto.
- Para la interfaz del sistema web se desarrolló mediante html y css para su diseño, la cual va a mostrar los dispositivos IoT y móviles conectados, y también permitirá tener control sobre dichos dispositivos.
- La aplicación del cliente es móvil y fue diseñada para ser gestionada desde el sistema web esperando que pueda ser bloqueada en un tiempo específico, además incorpora la funcionalidad de enviar su ubicación actual.
- Se realizó la implementación del sistema web en el laboratorio de IoT de manera exitosa poniendo a prueba todos los dispositivos móviles y verificando su funcionamiento de manera efectiva.
- El sistema administrativo fue evaluado de manera satisfactoria el cual se pudo poner a prueba el tiempo de uso en los diferentes intervalos, en la utilización de recursos se pudo evidenciar dado que el servidor es un esp32 su nivel de temperatura no se ve afectado al momento de poder conectar todos los dispositivos y por ultimo tomado de la mano con las dos pruebas anteriores se pudo evidenciar la eficiencia de comunicación teniendo como mínimo una eficiencia de 85% la cual es buena mirando el número de dispositivos conectados. Y llegando a la conclusión de que el sistema web cuenta con buena eficiencia de desempeño debido a las pruebas anteriormente mencionadas.
- Con respecto a la hipótesis, se puede concluir que la creación e implementación del sistema cliente/servidor en el laboratorio de IoT ha sido exitosa, se puede llevar a cabo los controles de tiempo, ubicación y alertas han permitido un uso más eficiente de los dispositivos, confirmando así la validez de la hipótesis.

## 5. RECOMENDACIONES

- Para la creación del sistema cliente/servidor es importante primero saber cómo se van a comunicar debido a que el sistema web será en donde se visualizara todos los datos enviados desde el cliente el cual es el dispositivo móvil, una vez revisado este detalle es importante empezar a realizar la aplicación web siempre teniendo en cuenta que esta web va a ser alojada en el esp32 que funcionara como servidor, luego debemos crear la aplicación del cliente para proceder a realizar la conexión con un tópico dentro del cliente MQTT.
- Al momento de realizar el presente trabajo se procedió a examinar diversos estudios relacionados, los cuales han sido de gran utilidad tanto para la parte práctica como para la parte escrita del proyecto.
- Para la selección de la metodología IoT es importante siempre poder usar una metodología que vaya acorde a nuestro sistema de desarrollo.
- Para la creación del sistema web, se utilizaron diversas herramientas. Visual Studio Code fue el editor principal, y se empleó JavaScript para la funcionalidad, HTML para el marcado, y CSS para los estilos. Además, se utilizó Bootstrap para asegurar la consistencia en todos los componentes, como cuadros y botones.
- En la creación de una aplicación móvil para el control remoto se usó la herramienta principal Android Studio para la programación, para esto se tomó en cuenta que la aplicación también esté funcionando en segundo plano y pueda visualizarse los mensajes enviados desde el sistema web, esto se lo realizo una vez conectado a un tópico se creara un Keep Alive enviando un mensaje y de esta manera al momento en que la aplicación este en segundo plano el sistema web podrá seguir visualizándolo que está conectado al tópico.
- Es importante destacar que, para la implementación del sistema administrativo en el laboratorio de IoT, es esencial contar con una buena conexión a internet y una dirección IP fija. Una IP en constante cambio requeriría reprogramar la aplicación móvil cada vez que se utilice, además de dificultar la conexión al bróker seleccionado. Una IP fija garantiza estabilidad y continuidad en el funcionamiento de la aplicación móvil.
- Al momento de realizar las respectivas evaluaciones del sistema web es importante destacar que para poder evaluar todos los puntos acatados se los debe realizar con una buena conexión a internet.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] R. Chweya y O. Ibrahim, «Internet of Things (IoT) Implementation in Learning Institutions: A Systematic Literature Review», *Pertanika J. Sci. Technol.*, vol. 29, n.º 1, 2021, doi: 10.47836/pjst.29.1.26.
- [2] J. D. C. Silva, J. J. P. C. Rodrigues, K. Saleem, S. A. Kozlov, y R. A. L. Rabelo, «M4DN.IoT-A Networks and Devices Management Platform for Internet of Things», *IEEE Access*, vol. 7, pp. 5330553313, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2909436.
- [3] T. Kantathanawat, S. Chinchua, y S. Tuntiwongwanich, «Programming Self-Efficacy in Higher Education Research: A Systematic Literature Review», *J. High. Educ. Theory Pract.*, vol. 23, n.º 19, Art. n.º 19, dic. 2023, doi: 10.33423/jhetp.v23i19.6673.
- [4] S. Villamil, C. Hernández, y G. Tarazona, «An overview of internet of things», *Telkomnika Telecommun. Comput. Electron. Control*, vol. 18, n.º 5, Art. n.º 5, 2020, doi: 10.12928/TELKOMNIKA.v18i5.15911.
- [5] M. Humayun, N. Z. Jhanjhi, A. Alsayat, y V. Ponnusamy, «Internet of things and ransomware: Evolution, mitigation and prevention», *Egypt. Inform. J.*, vol. 22, n.º 1, Art. n.º 1, 2021, doi: 10.1016/j.eij.2020.05.003.
- [6] S. H. H. Al-Taai, H. A. Kanber, y W. A. M. Al-Dulaimi, «The Importance of Using the Internet of Things in Education», *Int. J. Emerg. Technol. Learn.*, vol. 18, n.º 1, Art. n.º 1, 2023, doi: 10.3991/ijet.v18i01.35999.
- [7] B. Mihai, «How to Use the DHT22 Sensor for Measuring Temperature and Humidity with the Arduino Board», *ACTA Univ. Cibiniensis*, vol. 68, dic. 2016, doi: 10.1515/aucts-2016-0005.
- [8] M. Babiuch, P. Foltýnek, y P. Smutný, «Using the ESP32 Microcontroller for Data Processing», en *2019 20th International Carpathian Control Conference (ICCC)*, may 2019, pp. 1-6. doi: 10.1109/CarpathianCC.2019.8765944.
- [9] Z. Kegenbekov y A. Saparova, «Using the MQTT Protocol to Transmit Vehicle Telemetry Data», *Transp. Res. Procedia*, vol. 61, pp. 410-417, ene. 2022, doi: 10.1016/j.trpro.2022.01.067.

- [10] A. Wirfs-Brock y B. Eich, «JavaScript: the first 20 years», *Proc ACM Program Lang*, vol. 4, n.º HOPL, p. 77:1-77:189, jun. 2020, doi: 10.1145/3386327
- [11] «Rajab et al. - 2023 - A Low-Cost Smart Office Design Framework Using Ard.pdf». Consultado: 17 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: [https://www.scirp.org/pdf/ait\\_2023072815015729.pdf](https://www.scirp.org/pdf/ait_2023072815015729.pdf)
- [12] N. Batalas, V.-J. Khan, y P. Markopoulos, «Executable HTML», *SoftwareX*, vol. 14, jun. 2021, doi: 10.1016/j.softx.2021.100691.
- [13] L. C. B. C. Ferreira, P. R. Chaves, R. M. Assumpção, O. C. Branquinho, F. Fruett, y P. Cardieri, «The Three-Phase Methodology for IoT Project Development», *Internet Things*, vol. 20, p. 100624, nov. 2022, doi: 10.1016/j.iot.2022.100624.
- [14] Y. S. Pascuas-Rengifo, J. A. García-Quintero, y M. A. Mercado-Varela, «Dispositivos móviles en la educación: tendencias e impacto para la innovación», *Rev. Politécnica*, vol. 16, n.º 31, Art. n.º 31, 2020, doi: 10.33571/rpolitec.v16n31a8.
- [15] D. Hayes, F. Cappa, y N. A. Le-Khac, «An effective approach to mobile device management: Security and privacy issues associated with mobile applications», *Digit. Bus.*, vol. 1, n.º 1, p. 100001, sep. 2020, doi: 10.1016/j.digbus.2020.100001.
- [16] L. Xu, D. Wu, y Z. Chen, «Research on Web Visual Development Platform Based on Microservice», *Math. Probl. Eng.*, vol. 2022, pp. 1-6, may 2022, doi: 10.1155/2022/9422601.
- [17] A. Akbar, Z. Zaenudin, Z. Mutaqin, y L. D. Samsumar, «IoT-Based Smart Room Using Web ServerBased Esp32 Microcontroller», *Formosa J. Comput. Inf. Sci.*, vol. 1, n.º 2, Art. n.º 2, dic. 2022, doi: 10.55927/fjcis.v1i2.1241.
- [18] L. Babun, K. Denney, Z. B. Celik, P. McDaniel, y A. S. Uluagac, «A survey on IoT platforms: Communication, security, and privacy perspectives», *Comput. Netw.*, vol. 192, p. 108040, jun. 2021, doi: 10.1016/j.comnet.2021.108040.
- [19] B. Ahamed, S. Sellamuthu, P. N. Karri, I. V. Srinivas, A. N. Mohammed Zabeeulla, y M. Ashok Kumar, «Design of an energy-efficient IOT device-assisted wearable sensor platform for healthcare data management», *Meas. Sens.*, vol. 30, p. 100928, dic. 2023, doi: 10.1016/j.measen.2023.100928.

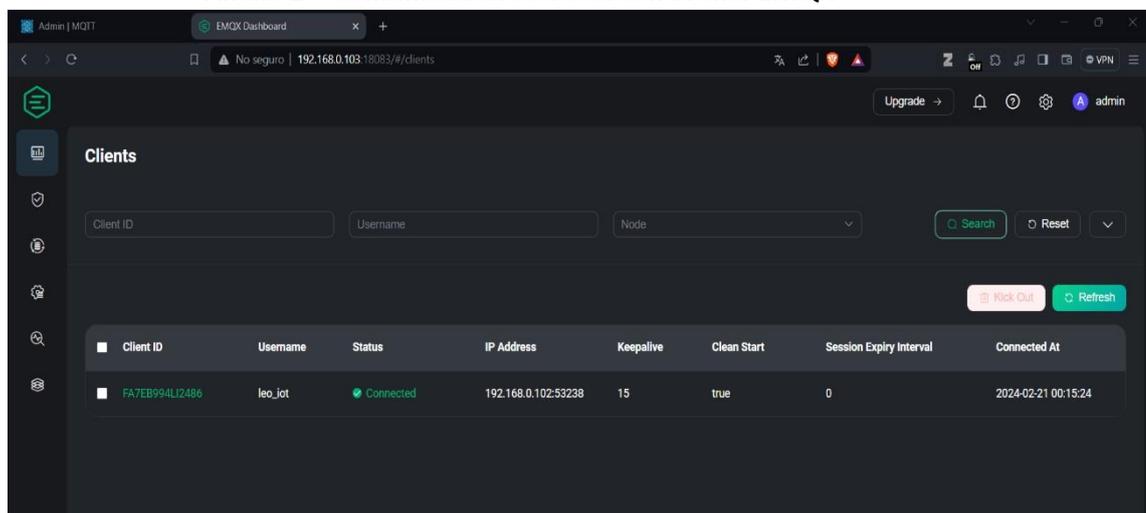
- [20] A. Gajek, A. Kot, y P. Strzpek, «Identification of the ESP sensors condition during the vehicle service life», *Eksploat. Niezawodn. – Maint. Reliab.*, vol. 23, n.º 3, pp. 405-412, sep. 2021, doi: 10.17531/ein.2021.3.1.
- [21] R. Payal y A. P. Singh, «A Study on Different hardware and Cloud based Internet of Things Platforms», *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1916, n.º 1, p. 012055, may 2021, doi: 10.1088/17426596/1916/1/012055.
- [22] «Xu et al. - 2022 - Research on Web Visual Development Platform Based .pdf». Accedido: 25 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://downloads.hindawi.com/journals/mpe/2022/9422601.pdf>
- [23] «Chandra Prabha et al. - 2021 - IoT Based Automatic Monitoring and Control System.pdf». Accedido: 25 de enero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1916/1/012087/pdf>
- [24] J. M. Palma Ruiz, S. E. González Moreno, y J. A. Cortés Montalvo, «Sistemas de gestión del aprendizaje en dispositivos móviles: evidencia de aceptación en una universidad pública de México», *Innov. Educ.*, vol. 19, n.º 79, pp. 35-56, 2019.
- [25] F. Montori, L. Gigli, L. Sciallo, y M. D. Felice, «LA-MQTT : Location-aware Publish-subscribe Communications for the Internet of Things», *ACM Trans. Internet Things*, vol. 3, n.º 3, pp. 1-28, ago. 2022, doi: 10.1145/3529978.
- [26] B. Mishra y A. Kertesz, «The Use of MQTT in M2M and IoT Systems: A Survey», *IEEE Access*, vol. 8, pp. 201071-201086, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3035849.
- [27] A. Quiroz-Estrada., G. Acosta-Amaya., J. Jiménez-Builes., A. Espinosa-Bedoya., C. Zapata-Jaramillo. “Modelo de medición de ecosistemas inteligentes desarrollados bajo el paradigma del internet de las cosas (IoT)”. *Investigación e Innovación en Ingenierías*, vol. 10, nº1, 42-56, 2022, doi: 10.17081/invinno.10.1.5173
- [28] J. Llamuca-Quinaloa, Y. Vera-Vincent, y V. Tapia-Cerda, «Análisis comparativo para medir la eficiencia de desempeño entre una aplicación web tradicional y una aplicación web progresiva», *TecnoL.*, vol. 24, n.º 51, p. e1892, jul. 2021, doi: 10.22430/22565337.1892

## 7. ANEXOS

### Anexo 1 – Reunión con el tutor de tesis

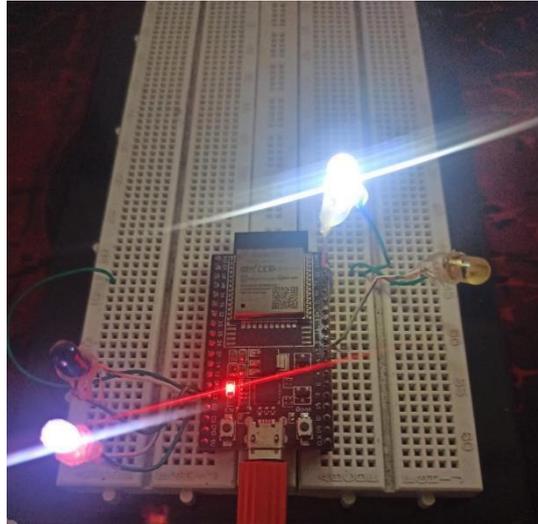


### Anexo 2 - Comunicación correcta con bróker EMQX

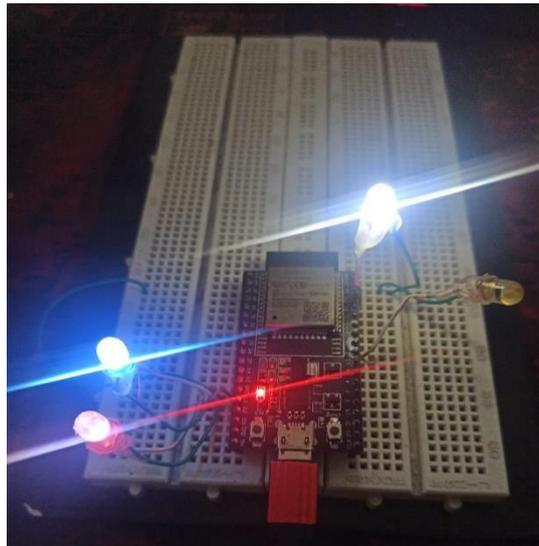
A screenshot of the EMQX Admin Dashboard. The browser address bar shows the URL "192.168.0.103:18083/#/clients". The dashboard has a dark theme and a sidebar on the left. The main content area is titled "Clients" and contains a search bar with fields for "Client ID", "Username", and "Node". Below the search bar is a table with the following data:

Client ID	Username	Status	IP Address	Keepalive	Clean Start	Session Expiry Interval	Connected At
FA7EB994LJ2486	leo_jot	Connected	192.168.0.102:53238	15	true	0	2024-02-21 00:15:24

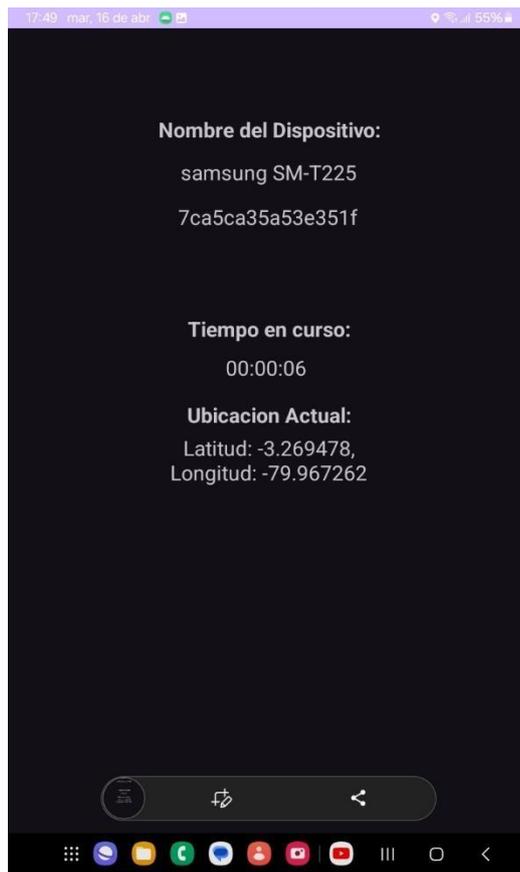
**Anexo 3 - Prototipo en funcionamiento Relay 01 On – Led 1**



**Anexo 4 - Prototipo en funcionamiento Wifi – led Rojo y MQTT – Led Azul Conectados**



## Anexo 5 – Envío de información del dispositivo móvil al sistema web



## Anexo 6 – Envío de tiempo de forma individual

Bienvenido al Sistema de IoT

ESP32 Online

DASHBOARD

WIFI

MQTT

Dispositivos

ADMINISTRAR

SALIR

### Dispositivos para controlar

**Mensaje/Tiempo para todos los dispositivos**

Usted puede enviar aquí cualquier mensaje y tiempo a todos los dispositivos, para asignar tiempos en horas es importante escribirlos en minutos y este se convertirá de manera automática en horas.

Tiempo/Mensaje:

Enviar

**Conversion de minutos a horas**

Horas/Minutos	Horas/Minutos
1 = 60	6 = 360
2 = 120	7 = 420
3 = 180	8 = 480
4 = 240	9 = 540
5 = 300	10 = 600

**Generar Archivo de Uso**

Docente:  Nombre del Docente:  Materia:  Nombre de Materia:  Semestre:  Numero de Semestre:  Fecha:  dd/mm/aaaa

Generar

**Dispositivo** ✕

Modelo:  
samsung SM-T225

Codigo: 7ca5ca35a53e351f

Nombre del Estudiante:  
5

Tiempo/Mensaje:

Enviar

**Dispositivo** ✕

Modelo:  
Xiaomi Redmi Note 8 Pro

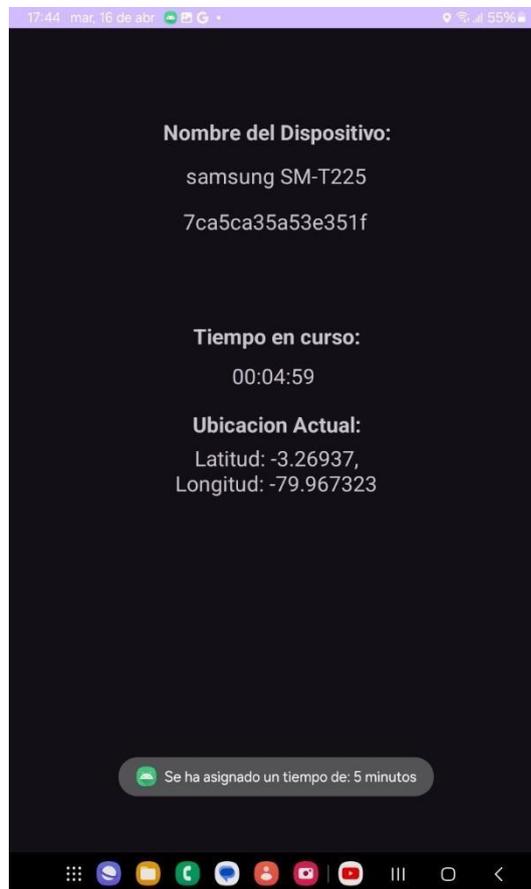
Codigo: 422d9cd39e979b33

Nombre del Estudiante:  
5

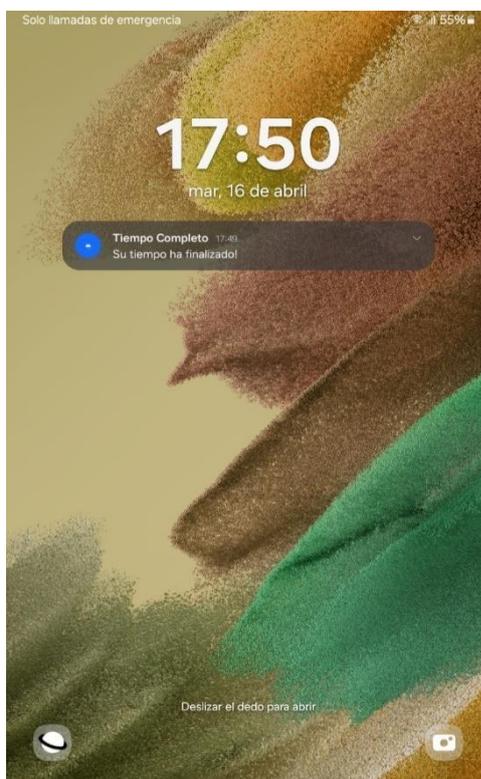
Tiempo/Mensaje:

Enviar

### Anexo 7 –Notificación de tiempo en dispositivos



### Anexo 8 - Mensaje de Bloqueo en el dispositivo luego del tiempo designado



### Anexo 9 – Instrumento de recopilación de datos

Comportamiento temporal							
Numero de Dispositivos	Encendido		Envío de Mensaje y Tiempo		Alerta de Ubicación		Tiempo total Sumatoria
	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							

16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							
36							
37							
38							
39							
40							

**Anexo 10 – Instrumento de recopilación de datos para la utilización de recursos**

<b>Utilización de recursos</b>					
<b>Número de Dispositivos</b>	<b>Número de Intentos</b>	<b>Tiempo de Conexión (segundos)</b>	<b>Temperatura Inicial (°C)</b>	<b>Temperatura Final (°C)</b>	<b>Estado</b>
<b>20</b>	<b>1</b>				
	<b>2</b>				
	<b>3</b>				
<b>40</b>	<b>1</b>				
	<b>2</b>				
	<b>3</b>				

50	1				
	2				
	3				

### Anexo 11 – Instrumento de recopilación de datos para la capacidad

Capacidad				
Número de Dispositivos	Número de Intentos	Tiempo de Respuesta (s)	Estabilidad de Comunicación	Eficiencia de Comunicación
20	1			
	2			
	3			
	1			
40	2			
	3			
50	1			
	2			

### Anexo 12 – Inicio de temperatura

### Anexo 13 – Evaluación del sistema en el laboratorio de IoT



**Anexo 14 – Revisión del informe con el tutor**

