



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE QUITO**

**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**SISTEMA IOT PARA EL MONITOREO, CONTROL DE PERSONAL Y  
ORDENES DE PEDIDO EN RESTAURANTE LOS TRES GUABOS.**

Trabajo de titulación previo a la obtención del  
Título de Ingeniero Electrónico

AUTORES: Jorge Esteban Coronel Quinga  
Angel Gustavo Suquillo Males

TUTOR: Danilo Sebastián Sigcha Tipán

Quito-Ecuador

2023

## **CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Nosotros, Jorge Esteban Coronel Quinga, con documento de identificación No. 1722076799 y Angel Gustavo Suquillo Males, con documento de identificación No. 1721024428 manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 04 de agosto del año 2023

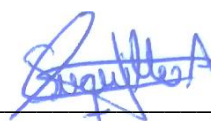
Atentamente,



---

Jorge Esteban Coronel Quinga

1722076799



---

Angel Gustavo Suquillo Males

1721024428

## **CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Jorge Esteban Coronel Quinga, con documento de identificación No. 1722076799 y, Angel Gustavo Suquillo Males con documento de identificación No. 1721024428 expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del proyecto técnico: “Sistema IoT para el monitoreo, control de personal y ordenes de pedido en restaurante Los Tres Guabos”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Electrónico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 04 de agosto del año 2023

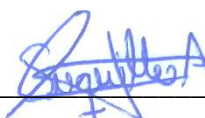
Atentamente,



---

Jorge Esteban Coronel Quinga

1722076799



---

Angel Gustavo Suquillo Males

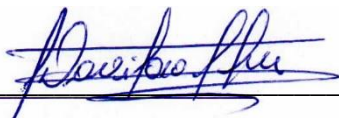
1721024428

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Danilo Sebastián Sigcha Tipán con documento de identificación No. 1721770343 docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: SISTEMA IOT PARA EL MONITOREO, CONTROL DE PERSONAL Y ORDENES DE PEDIDO EN RESTAURANTE LOS TRES GUABOS, realizado por Jorge Esteban Coronel Quinga con documento de identificación No. 1722076799 y por Angel Gustavo Suquillo Males con documento de identificación No. 1721024428, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 04 de agosto del año 2023

Atentamente,



Ing. Danilo Sebastián Sigcha Tipán, MSc

1721770343

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar este trabajo a toda mi familia. Principalmente, a mis padres que me apoyaron en cada etapa buena y mala de mi vida universitaria. Gracias por enseñarme a afrontar las dificultades a ser la persona que soy hoy, mis principios, mis valores, mi perseverancia y mi empeño. Todo esto con su amor infinito y sin pedir nada a cambio.

También quiero dedicarle este trabajo a Jennifer Sandoval. Por toda su paciencia, fuerza y amor, porque la quiero. Realmente por ayudarme en ese momento decisivo en donde me vi perdido y me ayudo a alcanzar el equilibrio. Nunca dejaré de estar agradecido por esto.

**Coronel Quinga Jorge Esteban**

Le dedico el resultado de este trabajo de titulación a toda mi familia. Especialmente, a mis padres quienes han sido un pilar fundamental en mi carrera universitaria, los cuales han estado junto a mí en todas las etapas de este proceso. Gracias por sus enseñanzas las cuales me han ayudado a afrontar las adversidades y ser la persona que soy hoy.

**Suquillo Males Angel Gustavo**

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres Fernando y Blanca por siempre apoyarme para conseguir mis metas personales y académicas. También son los que me han brindado el soporte material y económico para poder concentrarme en los estudios y nunca abandonarlos.

A mi amigo Juan Carlos Barberán. por su dedicación y paciencia, sin sus palabras y correcciones no hubiese podido lograr esta instancia.

A los docentes por repartir sus conocimientos de manera profesional, gracias por su paciencia, perseverancia y tolerancia.

**Coronel Quinga Jorge Esteban**

A mis padres Angel y Cristina por apoyarme hasta el final de este camino para conseguir mi meta académica quienes me han brindado el soporte económico para poder concentrarme en los estudios y nunca abandonarlos. De manera especial a Jacqueline quien fue el pilar fundamental en este proceso y que por cuestiones de la vida nuestros caminos tomaron rumbos distintos, pero sin sus ánimos y cuestionamientos no hubiese llegado hasta este momento y a todos los que creyeron desde un principio en mí.

**Suquillo Males Angel Gustavo**

Agradecemos en el presente trabajo a la Universidad Politécnica Salesiana y a todos los que la conforman, por ser una guía durante toda la carrera y abrirnos las puertas para estudiar Ingeniería Electrónica. A nuestro tutor el Ingeniero Danilo Sebastián Sigcha Tipán por su tiempo y conocimiento invertido para la realización de este proyecto de titulación.

**Los Autores**

## ÍNDICE

<b>CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....</b>	<b>II</b>
<b>CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.....</b>	<b>III</b>
<b>CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....</b>	<b>IV</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>V</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>VI</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>XI</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>XII</b>
<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>14</b>
<b>ANTECEDENTES .....</b>	<b>14</b>
1.1 Planteamiento del problema.....	14
1.2 Justificación .....	15
1.3 Objetivos.....	15
1.3.1 Objetivo General.....	15
1.3.2 Objetivos Específicos .....	15
1.4 Metodología .....	16
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>17</b>
2.1 Tecnología RFID .....	17
2.2 Tecnología IoT.....	19
2.3 Módulo ESP32 .....	22
2.4 Antena ANSON ASR2656 .....	26
2.5 Tecnologías Inalámbricas .....	28
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>29</b>
3.1 Análisis y descripción de la infraestructura física del restaurante.....	29
3.2 Diseño de la red inalámbrica .....	33

3.3	Instalación y construcción de la red inalámbrica.....	35
3.4	Configuración de Google Sheets y base de datos .....	37
3.5	Conexión del módulo ESP32 con ASR2656 .....	41
<b>CAPÍTULO IV.....</b>		<b>47</b>
4.1	Métricas mostradas por la interfaz gráfica.....	47
4.2	Análisis económico del proyecto .....	51
<b>CONCLUSIONES .....</b>		<b>53</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>		<b>54</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>57</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 2.1</b>	Tag UHF. ....	<b>19</b>
<b>Figura 2.2</b>	Módulo ESP32.....	<b>23</b>
<b>Figura 2.3</b>	Protocolo ESP-NOW .....	<b>24</b>
<b>Figura 2.4</b>	Esquema para conexión de ESP32 con RFID.....	<b>25</b>
<b>Figura 2.5</b>	Modulo RS232-TTL .....	<b>26</b>
<b>Figura 2.6</b>	Antena ANSON ASR2656 .....	<b>26</b>
<b>Figura 3.1</b>	Ubicación del Restaurante los tres Guabos.....	<b>29</b>
<b>Figura 3.2</b>	Planta Baja del restaurante los tres Guabos. ....	<b>30</b>
<b>Figura 3.3</b>	Planta Alta del restaurante los tres Guabos.....	<b>30</b>
<b>Figura 3.4</b>	Instalación de antena para zona 1. ....	<b>31</b>
<b>Figura 3.5</b>	Instalación de antena para zona 2. ....	<b>31</b>
<b>Figura 3.6</b>	Instalación de antena para zona 3. ....	<b>32</b>
<b>Figura 3.7</b>	Instalación de antena para zona 4 .....	<b>32</b>
<b>Figura 3.8</b>	Diagrama de Bloques para la conexión de red inalámbrica.....	<b>33</b>
<b>Figura 3.9</b>	Gestor de tarjetas en el IDE de Arduino. ....	<b>34</b>
<b>Figura 3.10</b>	Diagrama de flujo para conectividad ESP32. ....	<b>35</b>



<b>Figura 3.11</b> Inicio de interfaz gráfica. ....	<b>35</b>
<b>Figura 3.12</b> Tag colocado en el número de madera.....	<b>36</b>
<b>Figura 3.13</b> Instalación ESP32 y modulo RS232. ....	<b>36</b>
<b>Figura 3.14</b> Página de servicio Google Sheets. ....	<b>37</b>
<b>Figura 3.15</b> Conexión Google Sheets.....	<b>37</b>
<b>Figura 3.16</b> Base de datos vista desde Google Sheets (ejemplo). ....	<b>38</b>
<b>Figura 3.17</b> Base de datos vista desde Google Sheets (ejemplo2). ....	<b>38</b>
<b>Figura 3.18</b> Conexión Google Sheets.....	<b>39</b>
<b>Figura 3.19</b> Credenciales para autenticación de la API. ....	<b>39</b>
<b>Figura 3.20</b> Entorno de programación API. ....	<b>40</b>
<b>Figura 3.21</b> Credenciales para Web App.....	<b>40</b>
<b>Figura 3.22</b> Tabla de tareas generada en la aplicación web. ....	<b>41</b>
<b>Figura 3.23</b> Conexión física para la antena ASR2656. ....	<b>41</b>
<b>Figura 3.24</b> Conexión eléctrica de los puntos de lectura RFID.....	<b>42</b>
<b>Figura 3.25</b> Simbología. ....	<b>42</b>
<b>Figura 3.26</b> Diagrama de Flujo para monitoreo y envío de datos. ....	<b>43</b>
<b>Figura 3.27</b> Diagrama de flujo para adquisición de datos de ESP32. ....	<b>44</b>
<b>Figura 3.28</b> Diagrama de flujo para adquisición de datos de ESP32 maestro.....	<b>44</b>
<b>Figura 3.29</b> Diagrama de flujo para adquisición de datos de ESP32 esclavo. ....	<b>45</b>
<b>Figura 3.30</b> Diagrama de flujo para el envío de datos a la interfaz gráfica.....	<b>46</b>
<b>Figura 4.1</b> Ordenes de pedido según la zona y control de personal. ....	<b>47</b>
<b>Figura 4.2</b> Métrica del volumen de órdenes de pedido por día. ....	<b>48</b>
<b>Figura 4.3</b> Métrica mayor afluencia de clientes en fin de semana. ....	<b>49</b>
<b>Figura 4.4</b> Tiempo estimado del servicio por zonas.....	<b>49</b>
<b>Figura 4.5</b> Pedidos despachados por tiempo ....	<b>50</b>
<b>Figura 4.6</b> Tiempo promedio servicio del personal.....	<b>50</b>
<b>Anexo 1</b> Sensor RFID instalado.....	<b>57</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2.1</b> Características de funcionamiento del controlador ESP32 .....	<b>23</b>
<b>Tabla 2.2</b> Características de funcionamiento del módulo RS232-TTL .....	<b>26</b>
<b>Tabla 2.3</b> Tipos de antenas RFID .....	<b>27</b>
<b>Tabla 2.3</b> Tecnologías Inalámbricas .....	<b>28</b>
<b>Tabla 4.1</b> Materiales usados en el sistema inalámbrico.....	<b>51</b>
<b>Tabla 4.2</b> Materiales usados para la alimentación.....	<b>52</b>
<b>Tabla 4.3</b> Costos de mano de obra.....	<b>52</b>

## RESUMEN

El presente proyecto hace referencia al diseño e implementación de un sistema inalámbrico conformado por sensores y controladores asociados a una red que permite el intercambio de datos utilizando el protocolo de comunicación ESP NOW que identifica la ubicación de las ordenes de pedido hechos por los clientes de manera rápida y eficaz para una mejor atención, el proyecto usa una red RFID e IoT para la administración de la información creando una interfaz de usuario donde se visualiza información relevante del lugar que ocupan los clientes dentro del restaurante Los Tres Guabos ubicado en la parroquia de Amaguaña, el sistema inalámbrico estará compuesto de varios controladores ESP32 que administran datos con un controlador master y varios esclavos, mediante la comunicación ESP NOW recogen la información de la red de sensores RFID ubicados en distintas zonas del restaurante, el servicio y control del personal son registrados al momento de finalizar la orden por la misma persona, acercando la etiqueta pasiva adherida a la ficha al lector RFID mismo que muestra una tabla con los nombres del personal ayudado de una interfaz gráfica en el cual se selecciona el nombre, para la confirmación del registro se colocará un buzzer el cual únicamente suena si el proceso se realiza de forma correcta, además se enviara estos datos a la nube para el monitoreo del servicio al cliente mediante el hardware y software especializado.

## **ABSTRACT**

This project refers to the design and implementation of a wireless system consisting of sensors and controllers associated with a network that allows the exchange of data using the ESP NOW communication protocol that identifies the location of orders placed by customers quickly and efficiently for better care, the project uses an RFID and IoT network for information management creating a user interface where relevant information is displayed about the place occupied by customers within the restaurant Los Tres Guabos located in the parish of Amaguaña, the wireless system will be composed of several ESP32 controllers that manage data with a master controller and several slaves, through ESP NOW communication collect information from the network of RFID sensors located in different areas of the restaurant, the service and control of the staff are registered at the time of finalizing the order by the same person, bringing the passive tag attached to the file the RFID reader itself that shows a table with the names of the staff helped by a graphic interface in which the name is selected, for the confirmation of the registration a buzzer was placed which only sounds if the process is done correctly, also send this data to the cloud for monitoring customer service through specialized hardware and software.

## INTRODUCCIÓN

El presente proyecto muestra el desarrollo de una red inalámbrica que permiten la recolección de datos sobre las ordenes de pedidos por parte de los clientes y el registro del personal del restaurante mediante el uso de Tags. A continuación, se describe los puntos a tratar para el desarrollo del proyecto:

En el capítulo 1, se indica los aspectos generales del proyecto, su justificación, el planteamiento del problema, los objetivos y la metodología utilizada en el desarrollo del mismo.

En el capítulo 2, se describe la fundamentación teórica que es la base en la cual está basado el proyecto, conceptos y características de los elementos que componen el sistema inalámbrico.

En el capítulo 3, se indica el diseño tanto de la red inalámbrica, así como sus características y proceso de implementación.

En el capítulo 4, se describe las pruebas de funcionamiento realizadas para la comunicación de la red inalámbrica, así como el correcto envío y recepción de datos para la posterior verificación en la interfaz grafica

En el siguiente capítulo 5 se muestran las conclusiones y recomendaciones posterior al conocimiento adquirido durante todo el desarrollo del proyecto, teniendo en cuenta el uso de la red inalámbrica y sus componentes.

# CAPÍTULO I

## ANTECEDENTES

### 1.1 Planteamiento del problema

Debido a la popularidad y gran afluencia en el restaurante Los Tres Guabos, el servicio tradicional que se ha venido manejando a lo largo de los años ha quedado obsoleto evidenciándose la necesidad de apoyarse en nuevas tecnologías con la finalidad de acortar los tiempos de demora en la entrega de las ordenes de pedidos.

El sistema actual con el que se rige el restaurante es anotar el número de pedido conforme van llegando los clientes y su ubicación dentro del local de forma manual en una pizarra; sin embargo, en ocasiones el encargado de realizar esta actividad se ve abrumado por la cantidad de personas que llegan, lo que hace imposible escribir de forma ordenada conforme llegan las personas con su pedido, motivo por el cual en muchas ocasiones dicho encargado no anota el pedido ni la ubicación del cliente. En consecuencia el personal de servicio a la mesa se ve en la tarea de buscar mesa por mesa al cliente de dicha orden, lo cual retrasa aún más la entrega de las ordenes de pedido, la calidad del servicio, quedando en evidencia que este sistema tradicional no es fiable, sin tomar en cuenta los conflictos mucho mayores que se generan en las horas que hay una excesiva demanda; ya que la empresa no cuenta con los recursos suficientes para contratar más personal debido a la afectación en la estabilidad del mismo; la calidad y el tiempo del servicio con el transcurso de los años no va acorde con las nuevas tecnologías en el servicio al cliente, generándose molestias en los comensales por la excesiva demora que toma la entrega de su pedido, lo cual se refleja en la pérdida de su clientela a lo largo de los años. Por lo que el restaurante se ha visto en la imperiosa necesidad de apoyarse en la tecnología que cada vez tiene más auge en el mercado, con la finalidad de entregar un servicio oportuno y eficiente a los clientes.

## **1.2 Justificación**

Los sistemas IoT se han ido adaptando cada vez más, ya sea en la industria, procesos logísticos, debido a la simplificación del tiempo de espera, disponibilidad de productos y supervisión remota; respecto al servicio al cliente IoT es intuitivo por ende facilita el trabajo diario del personal de la empresa, dando una mejor experiencia al momento de la compra generando así satisfacción en los consumidores, especialmente durante los periodos de alta demanda. (CAMARA, 2019)

La empresa tiene la necesidad de optimizar el tiempo pues una atención de calidad y rápida da un valor agregado al restaurante, encontrar a sus clientes u objetos, los sistemas RFID se encuentran perfilados para dar solución a estos requerimientos con la finalidad de ayudar al personal de servicio en la ubicación de un espacio en el cual se encuentra el cliente a la espera de su pedido, mediante TAG's y una red de sensores. (Sepúlveda, 2018)

De lo dicho anteriormente, el restaurante L3G requiere un sistema tecnológico que satisfaga las necesidades para localización de sus clientes y llevar un registro de culminación de ordenes por parte de su personal, es así que este trabajo de titulación desarrolló un sistema RFID a nivel de planta y a través de un sistema IoT para dar cabida a las soluciones de los requerimientos respecto al personal (número de pedidos, fecha y cantidad de ordenes servidas).

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo General**

- Implementar un sistema inalámbrico que administre los pedidos de los clientes y el registro de atención de su personal en el restaurante L3G mediante una red RFID e IoT.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Investigar sobre sensores para comunicación inalámbrica y sistemas IoT aplicados en ciudades inteligentes mediante documentos indexados en base de datos.
- Implementar un sistema automático de fichas por bloques para la optimización del servicio al cliente, mediante una red de sensores RFID.
- Desarrollar un sistema IoT que permita el envío de información de una red de sensores

RFID hacia la nube para el monitoreo del servicio al cliente, mediante hardware y softwares especializados.

- Verificar el funcionamiento del sistema IoT y red RFID para su validación mediante pruebas experimentales de campo.

#### **1.4 Metodología**

Por medio del método de investigación documental, se buscará información sobre sensores para comunicación inalámbrica y sistemas IoT aplicados en ciudades inteligentes mediante documentos indexados en base de datos.

Mediante el método inductivo se podrá relacionar el presente proyecto con investigaciones previas, lo cual permitirá basarse en conocimientos ya establecidos, sirviendo de apoyo para el desarrollo de diseños de IoT con redes de sensores RFID.

Mediante la investigación aplicada se tratará de resolver un problema práctico que ha sido identificado en el restaurante Los Tres Guabos integrando varias tecnologías para una implementación efectiva en el lugar.

Finalmente, con el método analítico se verificará el funcionamiento del sistema IoT y red RFID para su validación.



## **CAPÍTULO II**

### **FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

En el presente capítulo se analiza la fundamentación teórica en la cual se va sentar las bases para el desarrollo del proyecto, se tienen en cuenta características de los dispositivos a usar, así como el marco referente a la implementación del sistema inalámbrico.

#### **2.1 Tecnología RFID**

La tecnología RFID o también referida a la identificación por radio frecuencia ofrece una forma eficiente y precisa de identificar y rastrear objetos sin contacto físico, lo que la convierte en una herramienta valiosa en una amplia gama de aplicaciones industriales y comerciales. El sistema consta de tres componentes principales: la etiqueta, el lector o interrogador y un sistema de software para administrar y procesar los datos recopilados. (Rasheed, 2018)

Las etiquetas RFID son pequeñas y pueden ser adheridas o incorporadas a objetos, productos o incluso personas. Estas etiquetas contienen información almacenada en el chip electrónico y se pueden leer o escribir mediante el uso de un lector. Las etiquetas pueden ser pasivas (no requieren batería propia), activas (tienen una batería incorporada) o semipasivas (tienen una batería para alimentar ciertas funciones). El lector RFID es un dispositivo que emite señales de radiofrecuencia y recibe las respuestas de las etiquetas cercanas. Puede ser un dispositivo portátil o fijo, y se utiliza para leer y escribir datos en las etiquetas. Los lectores pueden tener diferentes rangos de alcance dependiendo de su potencia y antena. (SriHarsha, 2018)

El sistema de software se encarga de gestionar y procesar los datos recolectados por los lectores. Puede realizar tareas como la identificación de productos, el seguimiento de inventario, el control de acceso, la autenticación de productos, entre otros.

El uso de la tecnología RFID tiene diversas aplicaciones en diferentes industrias. Algunos

ejemplos incluyen:

**Gestión de inventario y logística:** Las etiquetas RFID pueden utilizarse para rastrear y controlar el movimiento de productos en almacenes y cadenas de suministro, lo que mejora la eficiencia y reduce los errores en el inventario. **Pagos sin contacto:** Las tarjetas de crédito y débito con tecnología RFID permiten realizar pagos sin contacto, simplemente acercando la tarjeta al lector. **Control de acceso:** Las tarjetas o llaveros inteligentes pueden utilizarse para controlar el acceso a edificios, habitaciones o áreas restringidas. **Etiquetado de productos:** Las etiquetas pasivas pueden incorporarse en productos individuales para facilitar su identificación, autenticación y seguimiento a lo largo de la cadena de suministro. (Srisuchinwong, 2021)

**Gestión de activos:** Las etiquetas RFID se utilizan para realizar un seguimiento de activos físicos, como equipos médicos, vehículos, herramientas, etc., permitiendo su localización y gestión eficiente. **Seguridad y autenticación:** Las etiquetas RFID se pueden utilizar para autenticar productos y detectar productos falsificados o adulterados (Negishi, 2018).

Además, es posible que los fabricantes de lectores RFID y etiquetas personalicen las funciones según sus necesidades o agreguen parámetros adicionales para funciones específicas. Por lo tanto, es recomendable consultar la documentación y las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante del lector y la etiqueta pasiva que estén utilizando para obtener información precisa sobre las funciones y la comunicación RFID.

Un tag UHF (Ultra High Frequency) se refiere a una etiqueta RFID que opera en la banda de frecuencia ultra alta. Estas etiquetas utilizan tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID) para permitir la comunicación inalámbrica y el intercambio de información con lectores compatibles. Es importante tener en cuenta que, al utilizar tags UHF, se debe asegurar que los lectores y antenas utilizados sean compatibles con la banda de frecuencia UHF para garantizar una comunicación efectiva. Además, las regulaciones y normativas pueden variar según la región y el país, por lo que es necesario cumplir con los requisitos establecidos para el uso de etiquetas UHF en cada caso particular (Picking, 2017).

Entre las principales características el tag puede tener un intervalo de lectura extendido y operan a bajas frecuencias en comparación a las etiquetas RFID además tienen una lectura simultanea lo que permite trabajar con extensos volúmenes de datos.

**Figura 0.1** Tag UHF.



Fuente: (Valencia & Delgado, 2021)

## **2.2 Tecnología IoT**

La tecnología de Internet de las cosas (IoT, por sus siglas en inglés) se refiere a la interconexión de dispositivos físicos, vehículos, edificios y otros objetos mediante sensores, redes y tecnologías de comunicación, permitiendo que estos objetos recopilen y compartan datos. En pocas palabras, el IoT se basa en la idea de que cualquier objeto puede estar conectado a Internet y comunicarse con otros dispositivos para facilitar la automatización, el monitoreo y la toma de decisiones inteligentes (Zhao, 2018).

**Dispositivos:** Son objetos físicos que están equipados con sensores, actuadores y conectividad a Internet. Pueden ser desde electrodomésticos, como termostatos inteligentes y cámaras de seguridad, hasta dispositivos industriales, como medidores de energía y sensores de maquinaria.

**Sensores y actuadores:** Los sensores capturan datos del entorno, como temperatura, humedad, presión, luz, movimiento, etc. Los actuadores son componentes que pueden realizar acciones físicas, como encender o apagar dispositivos, controlar válvulas, abrir y

cerrar puertas, entre otros(Zhu, 2020).

**Redes:** Los dispositivos IoT se conectan a través de redes, ya sea a través de conexiones cableadas (Ethernet) o inalámbricas, como Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, LoRa, entre otras. Estas redes permiten la transmisión de datos entre los dispositivos y la infraestructura de la nube.

**Plataformas de IoT:** Estas plataformas son sistemas de software que permiten la administración, procesamiento y análisis de los datos recopilados por los dispositivos IoT. Proporcionan interfaces para la configuración, supervisión y control de los dispositivos, así como herramientas para desarrollar aplicaciones y servicios basados en IoT(Shing, 2017).

**Comunicación en la nube:** Se refiere al intercambio de datos y la transmisión de información entre dispositivos y sistemas a través de servicios basados en la nube. La nube actúa como un medio de almacenamiento, procesamiento y distribución de datos, permitiendo que los dispositivos se conecten y compartan información de manera eficiente y escalable (Kerem, 2018).

La comunicación en la nube implica varios componentes y tecnologías, entre ellos:

**Servicios en la nube:** Los proveedores de servicios en la nube ofrecen una variedad de servicios, como almacenamiento en la nube, plataformas de desarrollo, servicios de bases de datos, servicios de análisis de datos, entre otros. Estos servicios proporcionan la infraestructura necesaria para almacenar y procesar datos, y facilitan la comunicación y la colaboración entre los dispositivos (Vasileios, 2019).

**Protocolos y APIs:** Los protocolos y las interfaces de programación de aplicaciones (APIs) son utilizados para facilitar la comunicación entre los dispositivos y los servicios en la nube. Estos protocolos y APIs definen los formatos de datos, los métodos de autenticación y autorización, y las operaciones disponibles para el intercambio de información (Manara, 2019).

**Conectividad:** La comunicación en la nube se basa en la conectividad de los dispositivos a Internet. Pueden utilizar diferentes tecnologías de comunicación, como Wi-Fi, Ethernet, 3G/4G/5G, Bluetooth, Zigbee, LoRa, entre otras, para establecer la conexión con la nube.

**Aplicaciones y servicios:** Las aplicaciones y servicios basados en IoT aprovechan los datos generados por los dispositivos para brindar soluciones y mejoras en diversos ámbitos, como hogares inteligentes, ciudades inteligentes, salud, industria manufacturera, agricultura, transporte, entre otros.

El IoT tiene un amplio espectro de aplicaciones. Algunos ejemplos incluyen:

En los hogares inteligentes el control de dispositivos domésticos, como iluminación, termostatos, cerraduras y electrodomésticos, a través de dispositivos móviles y asistentes virtuales son muy comunes. Las ciudades inteligentes proporcionan una gestión eficiente de recursos, como alumbrado público, estacionamientos, sistemas de transporte, monitorización del medio ambiente, entre otros. En la salud: Monitoreo remoto de pacientes además de dispositivos médicos conectados, seguimiento de datos de salud, gestión de inventarios médicos, entre otros son de vital importancia para una óptima respuesta en este sector. Para la Industria manufacturera la optimización de procesos de producción, mantenimiento predictivo de maquinaria, gestión de la cadena de suministro, control de calidad, entre otros son áreas en las que IoT por lo general está presente.

Las ciudades inteligentes poseen como objetivo principal la planificación de modificación y reajuste de todos los procesos y actividades de la administración, permitiendo así una zona de innovación, investigación y desarrollo, a través del manejo de las TIC. Una ciudad inteligente se incorpora de nuevas tecnologías que provee herramientas y soportes de implementación de servicios inalámbricos a los usuarios, donde el ciudadano es el actor principal del desarrollo que mejora continuamente su sostenibilidad, aprovechando el conocimiento y los recursos disponibles, para optimizar la condición de vida. Por otro lado, también son actores en el desarrollo: el gobierno, las empresas e interesados que dan la eficiencia, innovación y competitividad de los servicios inalámbricos. Por eso, las ciudades inteligentes aprovechan los recursos de manera eficiente y con un mínimo impacto en el medio ambiente, siendo así la ciudad inteligente una herramienta

fundamental para garantizar un mejor nivel de vida. (MINA, 2021)

### **2.3 Módulo ESP32**

El ESP32 es un microcontrolador de bajo costo y bajo consumo de energía que combina un procesador de aplicaciones de alto rendimiento y conectividad Wi-Fi y Bluetooth en un solo chip. Es ampliamente utilizado en proyectos de desarrollo de hardware y software, especialmente en aplicaciones de Internet de las cosas (IoT). El ESP32 se utiliza en una amplia variedad de aplicaciones, como automatización del hogar, control de dispositivos, monitoreo remoto, seguridad, sistemas de medición y control, entre otros. Su combinación de conectividad, capacidad de procesamiento y bajo consumo de energía lo convierte en una opción popular para proyectos de IoT y aplicaciones embebidas (Kot, 2019). El ESP32 cuenta con un procesador de doble núcleo Xtensa LX6 con una velocidad de reloj de hasta 240 MHz. Además, tiene una unidad de punto flotante y un coprocesador de señal digital (DSP) que permite realizar operaciones matemáticas y de procesamiento de señales de manera eficiente como se indica en la tabla 2.1.

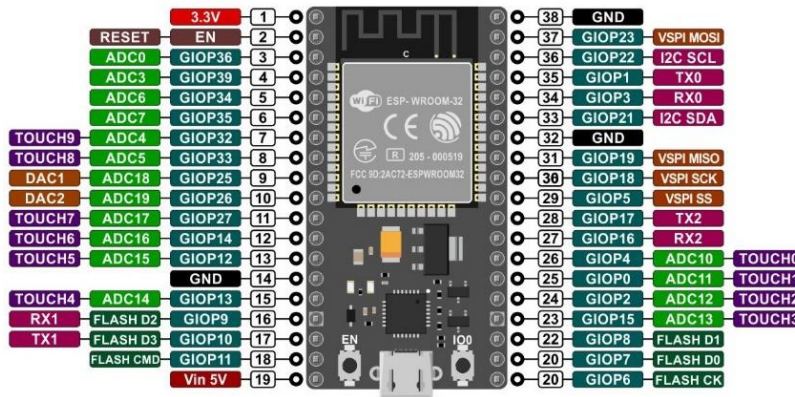
**Conectividad Wi-Fi y Bluetooth:** El ESP32 ofrece conectividad inalámbrica Wi-Fi 802.11 b/g/n, lo que permite la comunicación con redes Wi-Fi y la conexión a Internet. También incorpora soporte para Bluetooth Classic y Bluetooth Low Energy (BLE), lo que facilita la comunicación con otros dispositivos Bluetooth, como teléfonos móviles y sensores (Stavroula, 2019). Tiene una memoria flash integrada para almacenar programas y datos. La cantidad de memoria flash puede variar dependiendo de la versión del chip. Además, cuenta con una memoria RAM para almacenar datos en tiempo de ejecución.

**Periféricos:** El ESP32 ofrece una amplia gama de periféricos, incluyendo puertos GPIO (entrada/salida de propósito general), interfaces SPI, I2C, UART, PWM, ADC (convertor analógico-digital) y DAC (convertor digital-analógico) como se puede observar en la figura 2.2. Estos periféricos permiten la interacción con otros dispositivos y sensores externos (Keng, 2018).

**Desarrollo de software:** El ESP32 es compatible con diferentes entornos de desarrollo, como el Arduino IDE y el Espressif IoT Development Framework (ESP-IDF), lo que

facilita la programación y el desarrollo de aplicaciones para el microcontrolador. También hay una gran comunidad de desarrolladores que comparten proyectos y recursos en línea. (Valencia & Delgado, 2021).

**Figura 0.2** Módulo ESP32.



Fuente: (Valencia & Delgado, 2021)

**Tabla 0.1** Características de funcionamiento del controlador ESP32

Voltaje de funcionamiento	3,3[V]
consumo de corriente	10 [uA]-170 [uA]
Bluetooth	V4.2
velocidad del procesador	2412-2484[Mhz]
GPIOs	17
Analógico y Digital	1 entrada 10bit (1024 valores)
Soporte 802,11	b/g/n/d/e/i/k/r
tipo de conexión	Wifi

Fuente: (Valencia & Delgado, 2021)

Protocolo ESP-NOW: Es un protocolo de comunicación desarrollado por Espressif Systems que se utiliza en los dispositivos ESP8266 y ESP32. Proporciona una forma eficiente y de baja potencia para la comunicación de datos entre dos o más dispositivos ESP sin necesidad de un enrutador Wi-Fi o una infraestructura de red compleja(Ageyev, 2019).

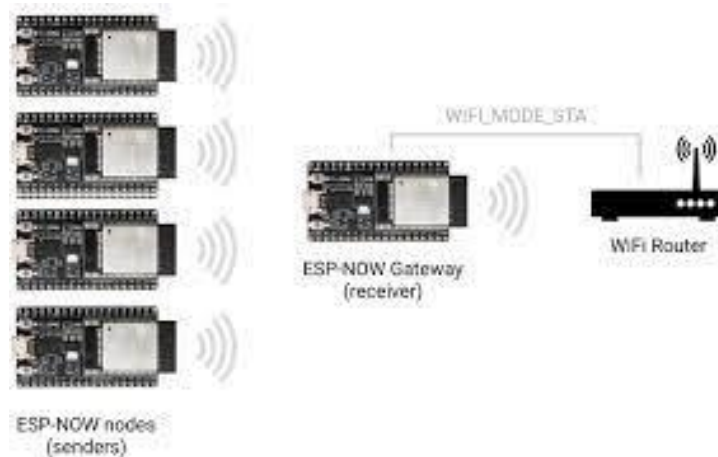
Permite establecer una comunicación directa entre dispositivos ESP a través de la capa física de radio de los chips ESP. Esto significa que los dispositivos pueden enviar y recibir

datos directamente entre sí, sin pasar por un punto de acceso o enrutador como se indica en la figura 2.3.

Para utilizar ESP-NOW, los dispositivos ESP deben estar configurados en un modo específico que admita esta funcionalidad. A través de la API proporcionada por el framework de desarrollo (como el ESP-IDF para ESP32), es posible establecer la comunicación entre dispositivos, enviar y recibir datos, y gestionar eventos relacionados con ESP-NOW (Zhiyuan, 2020).

Es importante tener en cuenta que ESP-NOW está diseñado para la comunicación directa entre dispositivos ESP y no es compatible con otros dispositivos o protocolos Wi-Fi estándar. Algunas de las características que posee es la baja latencia y consumo de energía lo que permite realizar aplicaciones en tiempo real, no requiere de mayor complejidad en su configuración, se puede transmitir datos de manera bidireccional (Barrientos, 2020).

**Figura 0.3** Protocolo ESP-NOW



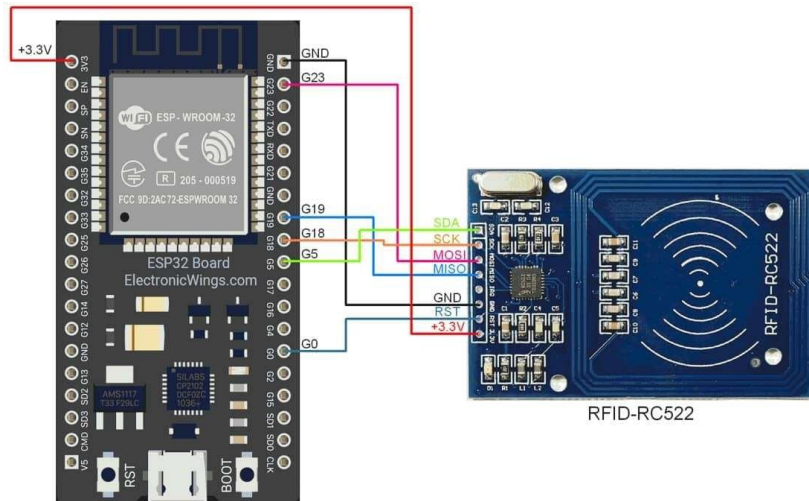
Fuente: (Barrientos, 2020)

**Conexión ESP32 con RFID:** El módulo RFID RC522 es un lector de tarjetas inteligentes que, permite activar un mecanismo cuando se presenta la tarjeta adecuada al lector. La gestión de un módulo RFID RC522 con una tarjeta Node MCU ESP32 se realiza mediante la comunicación directa entre sus pines. El módulo RC522 RFID utiliza el protocolo SPI para comunicarse con el ESP32. La comunicación SPI utiliza cajas específicas en este tipo de microcontroladores. (Macheso, 2021).



La comunicación entre el lector y la tarjeta ESP32 se realiza SPI utilizando las líneas MISO, MOSI, SCK, CS conectando según las descripciones de los pines que se indica en la figura 2.4.

**Figura 0.1** Esquema para conexión de ESP32 con RFID

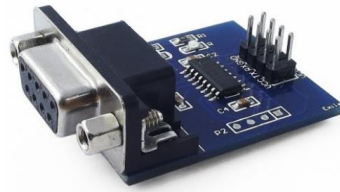


Fuente: Recuperado de: <https://naylampmechatronics.com>.

Módulo RS232 a TTL: El módulo MAX3232 Conversor RS232 a Serial TTL permite comunicar un microcontrolador con una computadora por el puerto Serial RS232(COM) y así realizar adquisición de datos, control de procesos, debugging. El módulo soluciona el problema de la diferencia de voltajes entre el puerto serial RS232 (+-12V) y el microcontrolador TTL (3.3V/5V), encargándose de convertir los niveles de voltaje bidireccionalmente y de forma "transparente" para el programador. Diseñado para trabajar en modo de comunicación Full-Duplex . (Macheso, 2021).

El módulo posee un conector para la PC de tipo DB9 hembra (tipo DCE o slave/esclavo) por lo que permite la conexión directa al puerto COM de la PC (D9 macho) o mediante un cable serial directo. La conexión al microcontrolador (Arduino/PIC/ESP8266/ESP32) es mediante headers macho, por lo que es necesario el uso de cable DuPont hembra-macho (Ageyev, 2019).

**Figura 0.2** Modulo RS232-TTL



Fuente: Recuperado de: <https://naylampmechatronics.com>.

**Tabla 0.2** Características de funcionamiento del módulo RS232-TTL

Chip	Max3232
Voltaje de alimentación	3V-5,5V DC
Voltaje Lógico serial TTL	0V- VCC
Comunicación	Serial
Conector PC-rs232	DB9 hembra
Velocidad de transmisión	120 Kbps máx.
Pines TTL	TX,RX,VCC,GND

#### 2.4 Antena ANSON ASR2656

Esta antena cuenta con un tipo de polarización circular, de pequeñas dimensiones, tiene una ganancia de 8dBi con capacidades de anti interferencia la cual esta encapsulada de manera hermética además es capaz de trabajar a una frecuencia de 902-928Mhz con una lectura de 1 a 6 metros.

**Figura 0.6** Antena ANSON ASR2656



Fuente: Recuperado de: [https:// ariane.com.mx](https://ariane.com.mx)

La tecnología de identificación se desarrolla rápidamente en los últimos años, que consisten en tecnología de código de barras, tecnología de banda magnética, tecnología RF, tecnología de identificación óptica de caracteres, y Lector RFID UHF, etc.

Por lo general, ASR-2656 tiene una alta sensibilidad. En algunos sistema, recepción y transmisión de UHF RFID lector es mutuamente independiente, especialmente cuando la frecuencia de la señal de enlace ascendente es diferente de la descendente. En general, la potencia de transmisión de 100 mW-500 mW es aplicable a varios lectores RFID UHF.

Existen muchos tipos de antes que realizan un trabajo similar, su uso depende en gran medida de la aplicación que se le vaya a dar sin embargo se observa las prestaciones de cada una para realizar un trabajo con dispositivos de calidad, en la tabla 2.3 se indica las diferencias entre las antenas más comunes del mercado (Delgado, 2021).

**Tabla 0.3** Tipos de antenas RFID

<b>Antenas RFID</b>				
	Módulo RC522	Antena Anson ASR 2656	Lector Zebra RFD 8500	Antena Zebra AN 480
Alcance (1 a 8 m)	×	✓	×	✓
Transmisión de información (860-960 MHz)	×	✓	✓	✓
Incluye Software Demo	×	✓	✓	✓
Interfaz de comunicación rs232/rs485	×	✓	×	×
Protección IP66	×	✓	✓	✓
Costo estimado (\$180 - \$230)		✓	×	×
Lectura de etiquetas pasivas (860-960 MHz)	×	✓	×	✓

## 2.5 Tecnologías Inalámbricas

Cada una de estas tecnologías inalámbricas tiene sus propias fortalezas y debilidades, y se utilizan en diferentes contextos según las necesidades específicas. La elección de la tecnología inalámbrica dependerá de factores como la velocidad requerida, el alcance deseado, la capacidad de conexión de dispositivos y el consumo de energía (Macheso, 2021).

**Tabla 0.4** Tecnologías Inalámbricas

Comparación entre tecnologías inalámbricas						
	Características	Precios	Rango de Cobertura	Mantenimiento	Ventajas	Desventajas
Wifi	Frecuencia de operación de 5GHz Capacidad de enlace de 54 Mbps Mayor inmunidad a las interferencias por solapamiento	\$5245.55	Interiores: 45 metros Exteriores: 90 metros	Dificultad: Alto	Fácil de configurar usando la guía de instalación del operador No se necesita hardware o concentrador adicional durante la configuración extensible	Propenso a la interferencia de las redes circundantes o dispositivos vecinos limitada de dispositivos a la vez debido a la capacidad del enrutador
RFID	Método de almacenamiento y recuperación remota de información Recibe información a través de radiofrecuencia	\$1460	6 - 8 metros	Dificultad: Baja	Es extremadamente conveniente Tamaño pequeño Es una tecnología robusta Proporciona soluciones sencillas de gestión de inventario Permite crear una base de datos Todo sucede en tiempo real	Propenso a nuevas tecnologías La distancia entre el tag pasivo y el lector es limitado El lector Rfid es necesario

## CAPÍTULO III

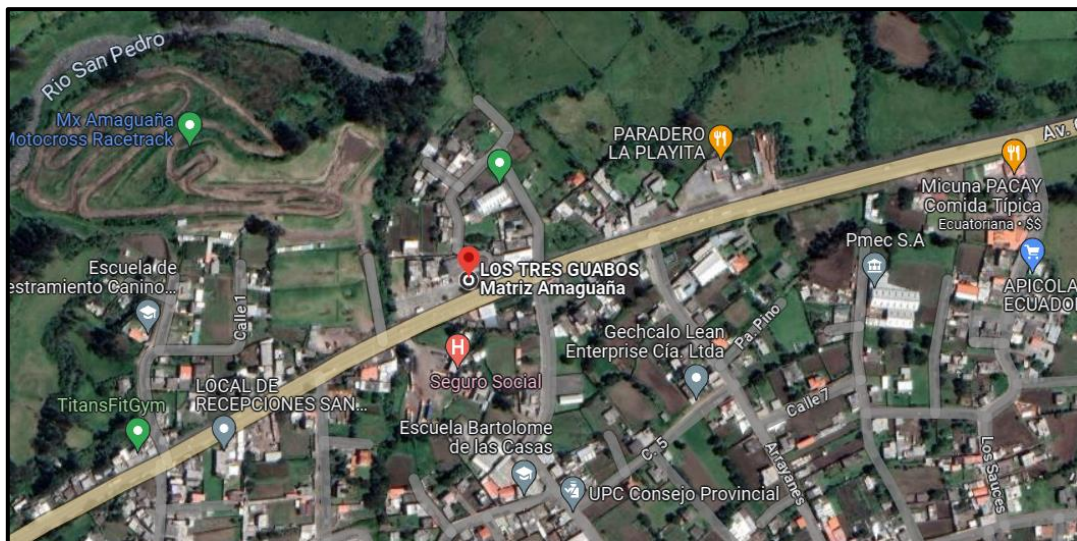
### DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA IOT

En este capítulo se describe la situación del lugar donde se va a instalar la red además del desarrollo y diseño de la red inalámbrica junto con las conexiones y protocolos que utiliza la red para su correcto funcionamiento.

#### 3.1 Análisis y descripción de la infraestructura física del restaurante

Se procede a analizar los escenarios en los que se van a instalar los dispositivos inalámbricos con el fin de cubrir la mayor parte del restaurante en puntos estratégicos, el lugar se encuentra ubicado en la parroquia de Amaguaña como se indica en la figura 3.1

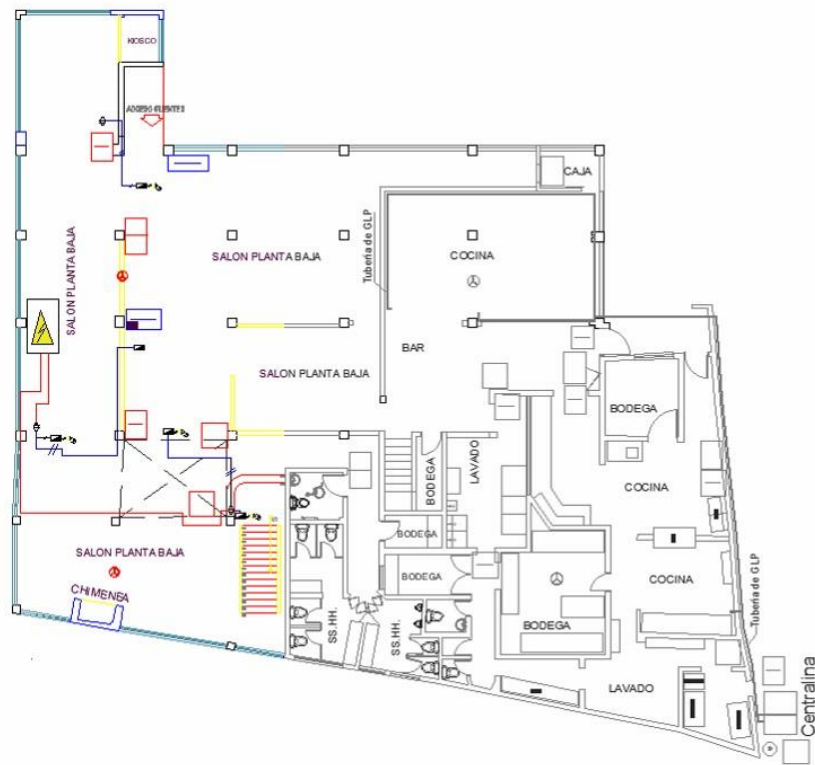
**Figura 0.1** Ubicación del Restaurante los tres Guabos.



Elaborado por: Jorge Coronel y Angel Suquillo Fuente: Google Maps

El restaurante Los Tres Guabos consta de dos plantas, la planta baja en la que se ubican distintos salones, cocina y bodega del lugar, donde se designan las 4 zonas en las que se va a instalar los dispositivos de sensado, se muestra exactamente los sitios donde van a ir ubicados los dispositivos electrónicos por ende donde va a actuar la red inalámbrica vista en la planta baja como se indica en la Figura 3.2.

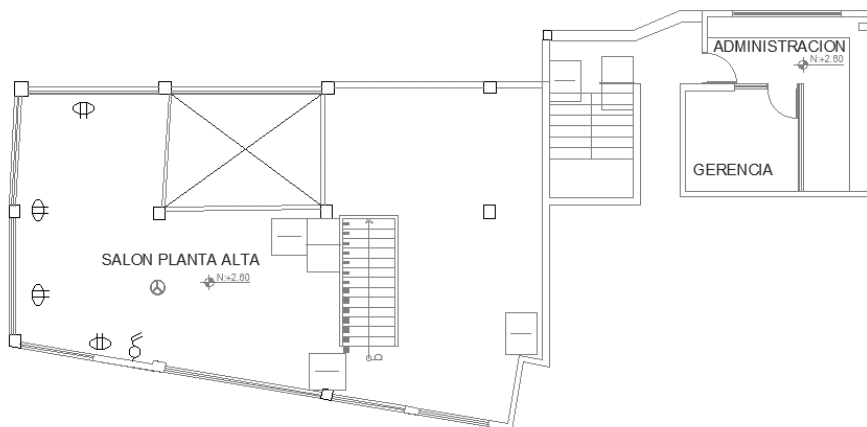
**Figura 0.2** Planta Baja del restaurante los tres Guabos.



Elaborado por: Jorge Coronel y Angel Suquillo

La planta alta consta de un salón y el área administrativa donde se ubica la gerencia del restaurante los tres Guabos como se indica en la Figura 3.3.

**Figura 0.3** Planta Alta del restaurante los tres Guabos.



Elaborado por: Jorge Coronel y Angel Suquillo

La zona 1 está ubicada en la planta baja cerca al salón principal, la antena cubre la entrada

del salón pues los clientes deben pasar obligatoriamente por el lugar para ingresar a esta zona como se indica en la figura 3.4.

**Figura 0.4** Instalación de antena para zona 1.



Elaborado por: Jorge Coronel y Angel Suquillo

En la figura 3.5 se muestra el lugar de la instalación designado para la zona 2 donde se va a colocar la antena receptora para los clientes que decidan ubicarse en el salón de la planta alta.

**Figura 0.5** Instalación de antena para zona 2.



Elaborado por: Jorge Coronel y Angel Suquillo

La antena para la zona 3 está ubicada en el ingreso del salón pues se necesita cubrir los



accesos al salón para que ningún cliente pueda pasar sin ser detectado como se muestra en la figura 3.6

**Figura 0.6** Instalación de antena para zona 3.



Elaborado por: Jorge Coronel y Angel Suquillo

La zona 4 tiene una antena con un ingreso a un salón más pequeño el cual está ubicado en la planta baja cubriendo así todos los escenarios para el censo de los clientes y los posibles ingresos al restaurante como se indica en la figura 3.7.

**Figura 0.7** Instalación de antena para zona 4



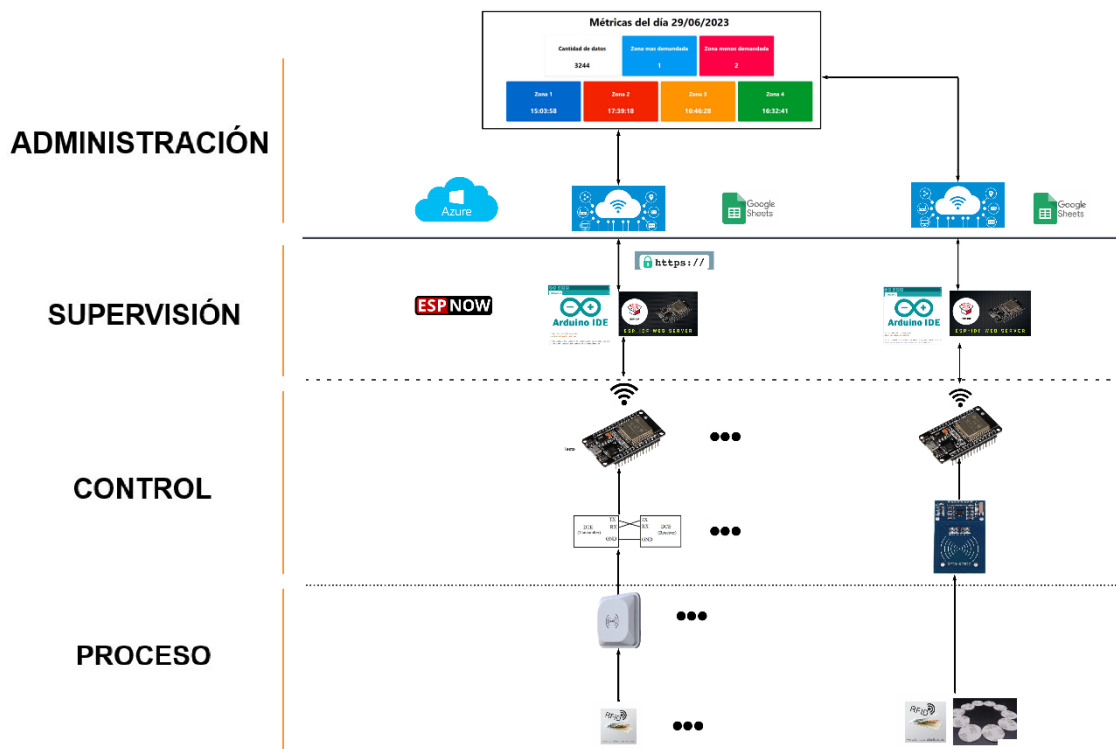
Elaborado por: Jorge Coronel y Angel Suquillo



### 3.2 Diseño de la red inalámbrica

Se propone incorporar una red inalámbrica con diferentes dispositivos y sensores que permiten leer la información y enviarla a una base de datos en la nube a través del protocolo ESP NOW mismo que enlaza los controladores desde los esclavos hacia el maestro como se muestra en la figura 3.8. La antena RFID detecta un código que tiene la tarjeta o TAG's teniendo en cuenta que la detección de lectura es de 1m a 6m dependiendo de la configuración de los baudios de la antena por esto las antenas están ubicadas en diferentes zonas cuidando que no interfieran unas con otras.

**Figura 0.8** Diagrama de Bloques para la conexión de red inalámbrica.

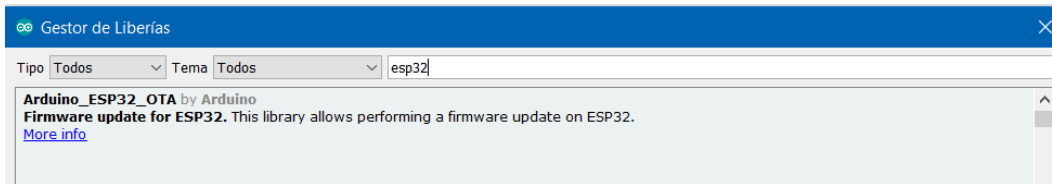


Elaborado por: Jorge Coronel y Angel Suquillo

La conectividad entre la tarjeta de desarrollo ESP32 depende de códigos previamente realizados y drivers instalados en el entorno de desarrollo o IDE del Arduino, las librerías, pluggins y drivers son necesarias en la instalación ya que sin estas el programa no sería capaz de reconocer los dispositivos enlazados, por lo tanto, es de importancia la instalación de la versión 1.6.4 o superior del IDE de Arduino, tal como se puede observar en la figura 3.9.

Para que el IDE pueda reconocer la tarjeta ESP32 y se pueda implementar otras librerías, se ingresa al apartado Gestor de URLs Adicionales de Tarjetas, el enlace permite descargar los pluggins necesarios para realizar la instalación de la librería RFID master.

**Figura 0.9** Gestor de tarjetas en el IDE de Arduino.

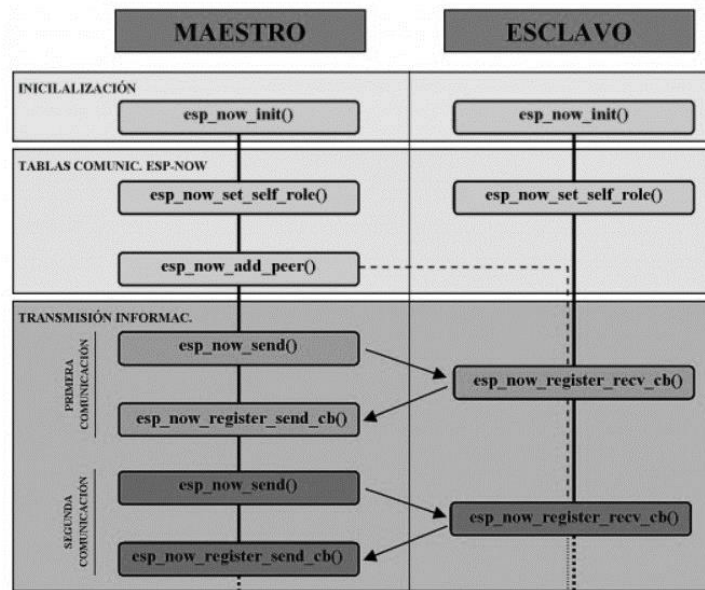


Elaborado por: Jorge Coronel y Angel Suquillo

Para la programación del ESP32, se revisa la importación de librerías prediseñadas para implementar el protocolo ESP-NOW, la librería “MFRC522.h” y la librería “SPI.h” está diseñada para identificar las conexiones de los pines del dispositivo RFID con el ESP32 dentro de la red IoT, mediante la búsqueda del dispositivo que sirve como administrador por medio de la IP. La librería cumple con la función de inicializar la tarjeta embebida, mediante una red WiFi se procede a ingresar la clave de acceso para posteriormente adquirir una IP que identifica este módulo dentro de la red WLAN, el código para ingresar a la red y buscar el enlace se muestra a continuación.

En el caso que exista interferencia o por algún motivo el administrador se encuentre fuera de servicio, se crea la subrutina “reconnect” que permite volver a enlazar cada 5 segundos al servidor buscando la IP para identificarse con un nombre único en toda la red, en este caso se utiliza “ESP32” que pertenece a este módulo, el diagrama de conexión se lo puede observar a continuación en la Figura 3.10

**Figura 0.10** Diagrama de flujo para conectividad ESP32.



Recuperado de: [https:// exploradores.com](https://esploradores.com)

### 3.3 Instalación y construcción de la red inalámbrica

La red inalámbrica consta de 4 zonas que están ubicadas en los salones de la planta baja. Estos permiten sensor las ordenes de pedido en tiempo real, mediante la GUI como se indica en la figura 3.11, se visualiza cada acción realizada ya que esta información es subida a una base de datos en la nube, por medio de ESP32 que recoge el dato y es compartido al usar el protocolo ESP-NOW.

**Figura 0.11** Inicio de interfaz gráfica.

**ZONAS RESTAURANT**

- Zona 1: 16 19 10 2 3 3
- Zona 2: 20 45 13 11 27 8 9 12
- Zona 3: 15 3 4 6 7
- Zona 4: 1 29 17

ORDEN DE PEDIDO	FECHA, HORA	PERSONAL DE RESTAURANTE
29	22/7/2023, 12:58:34	Stalyn Nacimba (Persona)
3	22/7/2023, 12:59:42	Dayana Chigano (Persona)
7	22/7/2023, 13:05:37	Ariel Quiga (Persona)
10	22/7/2023, 13:09:39	Dayana Chigano (Persona)
13	22/7/2023, 13:11:07	Ariel Quiga (Persona)
5	22/7/2023, 13:12:05	Cesar Montenegro (Persona)
3	22/7/2023, 13:12:39	Stalyn Nacimba (Persona)
6	22/7/2023, 13:21:03	Xavier Ipan (Persona)
19	22/7/2023, 13:21:17	Alison Llamiquinga (Persona)
45	22/7/2023, 13:22:46	Marcos Loya (Persona)
9	22/7/2023, 13:25:24	Stalyn Nacimba (Persona)
20	22/7/2023, 13:27:00	Dayana Chigano (Persona)
33	22/7/2023, 13:32:00	Alison Llamiquinga (Persona)
22	22/7/2023, 13:32:53	Stalyn Nacimba (Persona)
17	22/7/2023, 13:33:24	Ariel Quiga (Persona)
12	22/7/2023, 13:36:18	Ariel Quiga (Persona)
2	22/7/2023, 13:37:18	Dayana Chigano (Persona)

Elaborado por: Jorge Coronel y Angel Suquillo.

Una vez instalado el sistema inalámbrico se coloca los tags en los números de madera, de esta manera cuando el cliente pase por la antena sera sensado y ubicado con su respectivo número y hora de llegada como se indica en la figura 3.12.

**Figura 0.12** Tag colocado en el número de madera.



Elaborado por: Jorge Coronel y Angel Suquillo.

Los ESP32 están conectados a un módulo RS232 para la lectura serial, estos recogen los datos para posteriormente ser administrados, en la figura 3.13 se indica su conexión física misma que esta instalada en el lugar.

**Figura 0.13** Instalación ESP32 y modulo RS232.



Elaborado por: Jorge Coronel y Angel Suquillo.

### 3.4 Configuración de Google Sheets y base de datos

Se creó una base de datos para ingresar la información del personal y las ordenes de pedido por medio de un registro de la aplicación, se realiza la configuración en Google Sheets, dependiendo de la aplicación se puede brindar permisos de lectura o escritura. El servicio permite tener 3 hojas de cálculo con una conexión directa a Google y se puede modificar mediante programación en las API como se muestra en la figura 3.14 una de las ventajas de esta base de datos es su servicio de manera gratuita.

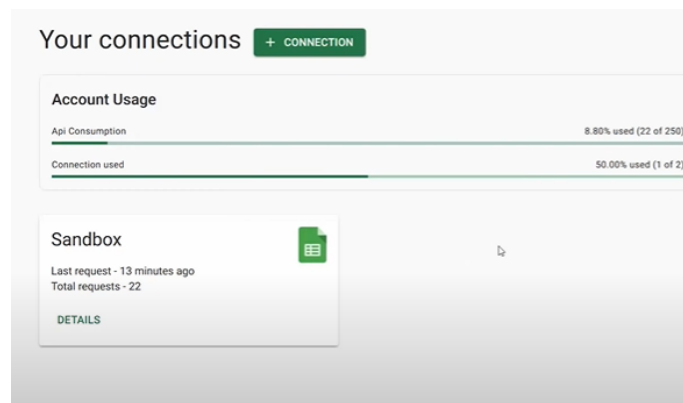
**Figura 0.14** Pagina de servicio Google Sheets.



Elaborado por: Jorge Coronel y Angel Suquillo

Es necesario relacionar una cuenta de Google para realizar la conexión con un nombre y el archivo que va ser ocupado ya sea con Google drive, Spreadsheets o cualquier documento que este en el ordenador como se indica en la figura 3.15.

**Figura 0.15** Conexión Google Sheets.



Elaborado por: Jorge Coronel y Angel Suquillo

Los datos son enviados a una pagina web por medio de la conexión con google Sheets, aquí se guardan datos como la fecha, hora y la zona de donde es enviada la señal del Tag como se indica en la figura 3.16 y 3.17.

**Figura 0.16** Base de datos vista desde Google Sheets (ejemplo).

	A	B	C	D	E	F
1	FECHA:	HORA:	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3	ZONA 4
113	17/07/2023	13:12:57	/16/19/10/2/33	/20/45/13/11/27/8/09/12	/15/3/4/6/7	/1/29/17
114	17/07/2023	13:14:00	/16/19/10/2/20	/30/45/13/11/27/8/09/12	/15/3/4/6/7	/1/29/17
115	17/07/2023	13:15:03	/16/19/10/2/20	/30/45/13/11/27/8/09/12	/15/3/4/6/7	/1/29/17
116	17/07/2023	13:16:06	/16/19/10/2/20	/30/45/13/11/27/8/09/12	/15/3/4/6/7	/1/29/17/7
117	17/07/2023	13:17:09	/16/19/10/1/	/30/45/13/11/27/8/09/12/2/20	/15/3/4/6/7	/1/29/17
118	17/07/2023	13:18:12	/16/19/1/	/30/45/13/11/27/8/09/12/10/2/20	/15/3/4/6/7	/1/29/17
119	17/07/2023	13:19:15	/16/19/10/2/20	/30/45/13/11/27/8/09/12	/15/3/4/6/7	/1/29/17
120	17/07/2023	13:20:18	/16/19/1/	/30/45/13/11/27/8/09/12	/15/3/4/6/7	/1/29/17

Elaborado por: Jorge Coronel y Angel Suquillo.

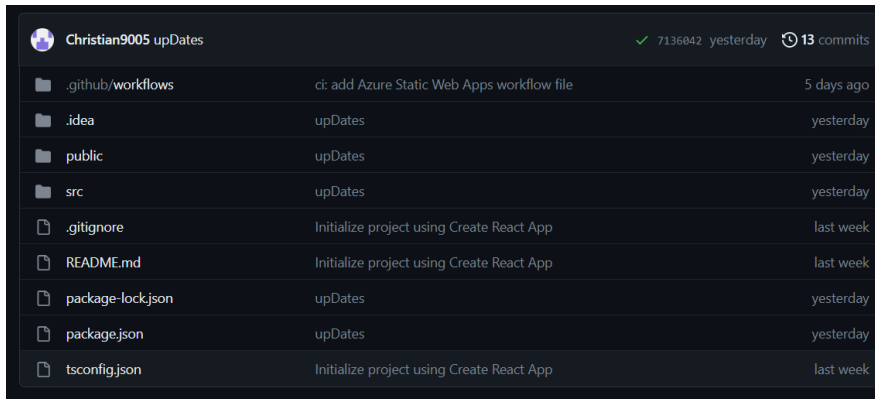
**Figura 0.17** Base de datos vista desde Google Sheets (ejemplo2).

	A	B	C	D	E	F
1	FECHA:	HORA:	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3	ZONA 4
2	1/07/2023	11:28:00	/12/15/17/18/19/9/21/	/	/11/12/	/12/
3	1/07/2023	11:28:02	/12/15/17/18/19/9/22/	/	/11/12/	/
4	1/07/2023	11:28:41	/12/15/17/18/19/9/24/	/	/11/12/	/
5	1/07/2023	11:43:02	/12/15/17/18/19/9/19/	/11/	/11/12/	/
6	1/07/2023	11:43:03	/12/15/17/18/19/9/5/	/11/	/12/	/
7	3/07/2023	11:24:22	/12/15/17/18/19/9/1/	/	/11/	/
8	3/07/2023	12:24:22	/12/15/17/18/19/9/3/	/	/11/	/
9	3/07/2023	13:24:22	/12/15/17/18/19/9/5/	/	/11/	/12/
10	3/07/2023	14:24:22	/12/15/17/18/19/9/21/	/	/11/12/	/12/
11	3/07/2023	15:24:22	/12/15/17/18/19/9/22/	/	/11/12/	/
12	3/07/2023	16:24:22	/12/15/17/18/19/9/24/	/	/11/12/	/
13	3/07/2023	17:24:22	/12/15/17/18/19/9/19/	/11/	/11/12/	/
14	3/07/2023	18:24:22	/12/15/17/18/19/9/5/	/11/	/12/	/
15	5/07/2023	17:12:22	/10/4/2/6/11/3/5/1/	/5/6/	/	/

Elaborado por: Jorge Coronel y Angel Suquillo.

Se muestran los consumos del API y la conexión que se está usando, de esta manera se puede generar el código fuente para modificar la adquisición de datos, el servidor está instalado mediante el uso de GitHub en la nube con un nombre de usuario como se indica en la figura 3.18.

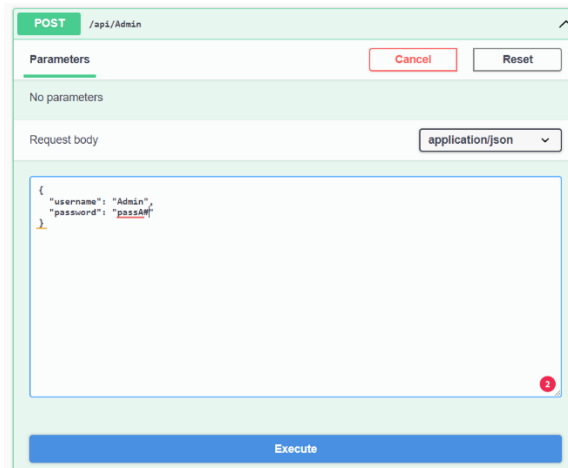
**Figura 0.18** Conexión Google Sheets.



Elaborado por: Jorge Coronel y Angel Suquillo

Para crear un administrador de la base de datos usando las API es necesario tener un usuario y contraseña como se indica en la figura 3.19, al obtener las credenciales se genera un token para la autenticación de datos y posteriormente configurar el entorno de desarrollo en la nube para lo cual es necesario instalar las librerías.

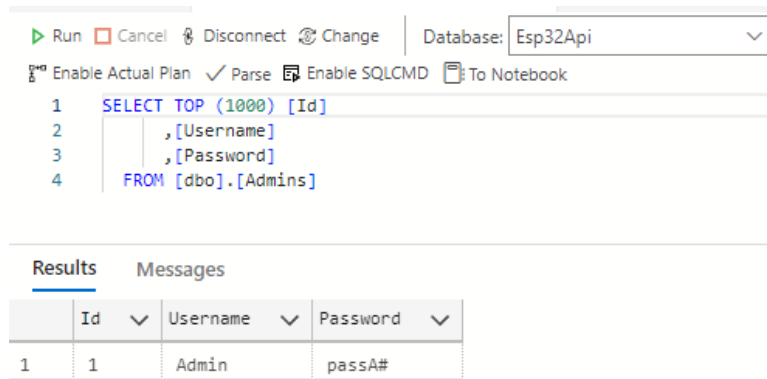
**Figura 0.19** Credenciales para autenticación de la API.



Elaborado por: Jorge Coronel y Angel Suquillo

El entorno de desarrollo puede ser realizado ya sea de forma local o en la nube, una vez conectado la API puede ser creada la base de datos según los requerimientos del establecimiento, se utilizan funciones o métodos para consulta o recuperación de datos como se muestra en la figura 3.20.

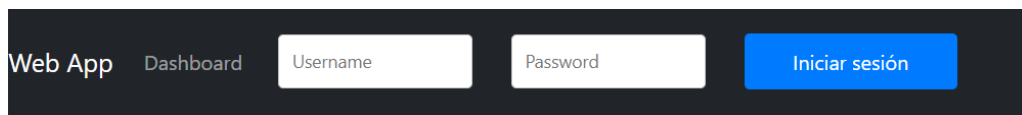
**Figura 0.20** Entorno de programación API.



Elaborado por: Jorge Coronel y Angel Suquillo

La base de datos debe estar conectada a la Dashboard para lo cual se selecciona aquella que se adapte a las necesidades y el presupuesto, posterior a esto se obtienen las credenciales que se han creado anteriormente en este caso se trabaja sobre la plataforma Web App la cual permite administrar y gestionar los datos adquiridos para ser mostrados en la interfaz gráfica, de esta manera es posible visualizar la Dashboard generada en una dirección IP en este caso es 192.168.43.181.

**Figura 0.21** Credenciales para Web App.



Elaborado por: Jorge Coronel y Angel Suquillo

Al completar con éxito este paso se accede al panel administrador donde se puede editar las tablas según las tareas que se necesiten, tags y grupos. Esta aplicación web varía según las herramientas que se utilice para esto se debe definir cuáles son los objetivos a visualizar en la interfaz, así como los requisitos necesarios, se configura la estructura básica de la Dashboard según la disposición de los elementos que se desee ingresar como se indica en la Figura 3.22.



**Figura 0.22** Tabla de tareas generada en la aplicación web.

Tabla de Tareas

Número de Tag	Hora de Inicio	Fecha y Hora de Finalización	Grupo o Persona	Tareas realizadas al momento	Acciones
-	-	-	Grupo 1 (Grupo)	-	
-	-	-	Grupo 2 (Grupo)	-	
-	-	-	Gustavo Suquillo (Persona)	-	
-	-	-	Jorge Coronel (Persona)	-	
-	-	-	Christian Albaracín (Persona)	-	
-	-	-	Elizabeth Vivanco (Persona)	-	
-	-	-	Mishell Pachacama (Persona)	-	
-	-	-	Jhon Loya (Persona)	-	
-	-	-	Manolo' Loya (Persona)	-	
-	-	-	Angel Ouzga (Persona)	-	
38	-	6/28/2023, 12:06:13 PM	Jorge Coronel (Persona)	-	Eliminar
28	-	6/29/2023, 12:20:24 PM	Jorge Coronel (Persona)	-	Eliminar
39	-	6/28/2023, 12:20:49 PM	Gustavo Suquillo (Persona)	-	Eliminar
11	-	7/1/2023, 10:09:10 AM	Jorge Coronel (Persona)	-	Eliminar
12	-	7/1/2023, 10:11:02 AM	Grupo 1 (Grupo)	-	Eliminar
12	-	7/1/2023, 10:19:13 AM	Christian Albaracín (Persona)	-	Eliminar
12	-	7/1/2023, 10:22:06 AM	Christian Albaracín (Persona)	-	Eliminar
11	-	7/1/2023, 10:32:32 AM	Gustavo Suquillo (Persona)	-	Eliminar
-	-	11/11, 12:00:00 AM	Manolo' Loya (Persona)	-	Eliminar
-	-	11/11, 12:00:00 AM	Manolo' Loya (Persona)	-	Eliminar
12	-	7/1/2023, 11:10:58 AM	Gustavo Suquillo (Persona)	-	Eliminar
11	-	7/1/2023, 11:13:42 AM	Jorge Coronel (Persona)	-	Eliminar
11	-	7/1/2023, 11:19:02 AM	Jhon Loya (Persona)	-	Eliminar
12	-	7/1/2023, 11:35:44 AM	Manolo' Loya (Persona)	-	Eliminar

Crear Tema

Elaborado por: Jorge Coronel y Angel Suquillo

### 3.5 Conexión del módulo ESP32 con ASR2656

La conexión física de la antena realiza con la tarjeta ESP32 debe estar adecuada según los pines establecidos con el código de colores como se indica en la los pines la figura 3.23

**Figura 0.23** Conexión física para la antena ASR2656.

Wire No.	Color	Function
4	Yellow	TXD
5	Brown	RXD
6	Blue	GND
7	White	DATA1 (CLK/R-)

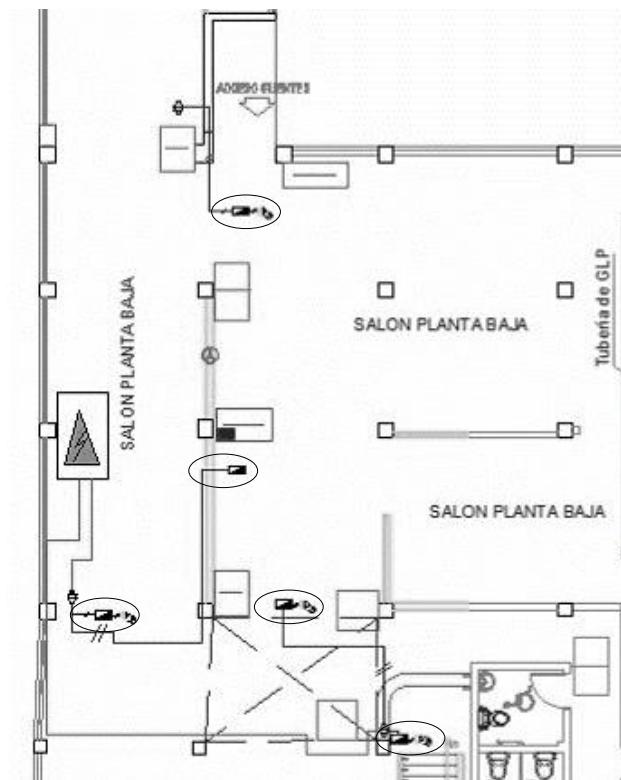
Elaborado por: Jorge Coronel y Angel Suquillo.

Las antenas colocadas tienen un rango de 15 dB que sugiere una longitud de 3 metros aproximadamente para que no interfieran entre ellas de este modo se coloca en los sitios estratégicos, la antena fue seleccionada ya que tiene una amplitud para sensar de hasta 6

metros con un amplio rango de frecuencias.

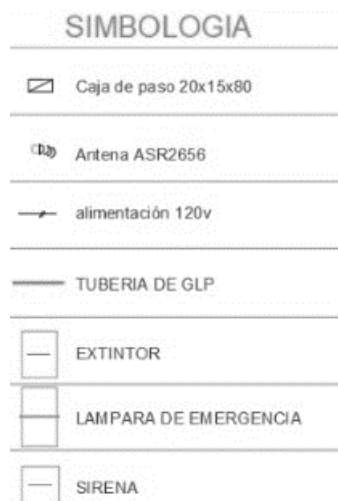
El punto de lectura está ubicado los salones de la planta baja con sus respectivas conexiones como se muestran en la figura 3.24, cada ESP32 esta alimentado con una fuente independiente con una distribución no mayor a los 10 metros para no generar perdida de datos o latencia en la red.

**Figura 0.24** Conexión eléctrica de los puntos de lectura RFID.



Elaborado por: Jorge Coronel y Angel Suquillo.

**Figura 0.25** Simbología.



Elaborado por: Jorge Coronel y Angel Suquillo.

Una vez instalado los dispositivos físicos y con la configuración del software lista se procede a la programación de los elementos para lo cual es importante conocer el flujo de información que van a enviar y recibir mediante el uso de diagramas de flujo, A continuación, en la Figura 3.26 se indica el diagrama de flujo para la adquisición de datos de los dispositivos RFID hasta la Dashboard para el monitoreo de los puntos de lectura, posteriormente se realiza la adquisición e intercambio de datos de forma inalámbrica con el protocolo ESP NOW esto se da en cada uno de los ESP conectados a la red inalámbrica.

**Figura 0.26** Diagrama de Flujo para monitoreo y envío de datos.



Elaborado por: Jorge Coronel y Angel Suquillo.

Para la lectura de los dispositivos RFID se procede a instalar las librerías en el controlador por medio del IDE de Arduino tales como SPI.h y Wifi.h que permiten la conexión a la red y la conexión del dispositivo con la tarjeta ESP32, estas librerías son instaladas en el IDE de Arduino para posteriormente ser compiladas y cargadas al ESP32.

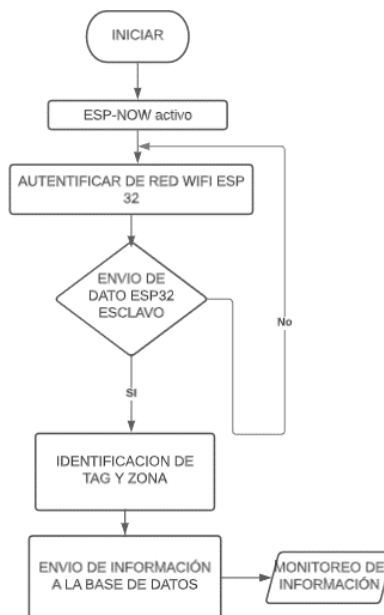
**Figura 0.27** Diagrama de flujo para adquisición de datos de ESP32.



Elaborado por: Jorge Coronel y Angel Suquillo.

La red inalámbrica posee un controlador ESP32 maestro que administra los datos recogidos por los ESP32 esclavos, al autenticar la red esta funciona si el esclavo envía una señal para guardar los datos de la zona, el Tag utilizado entre otras características, lo que hace el maestro es identificar los patrones designados en la programación para enviarlos al servidor como se indica en la figura 3.28.

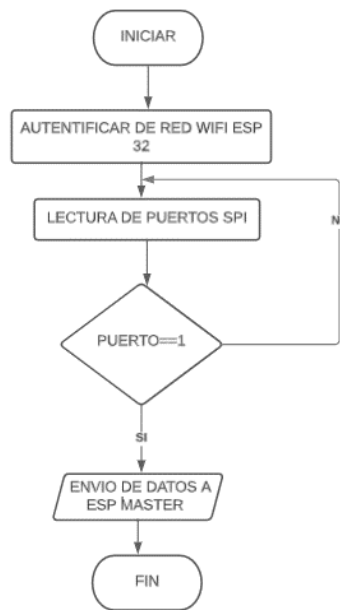
**Figura 0.28** Diagrama de flujo para adquisición de datos de ESP32 maestro.



Elaborado por: Jorge Coronel y Angel Suquillo.

Los controladores ESP32 que están designados como esclavos, son conectados directamente con los sensores de manera física estos reciben la información y la envían hasta el ESP maestro para que sean identificados según la ID correspondiente de este modo se puede saber a que zona pertenece el controlador.

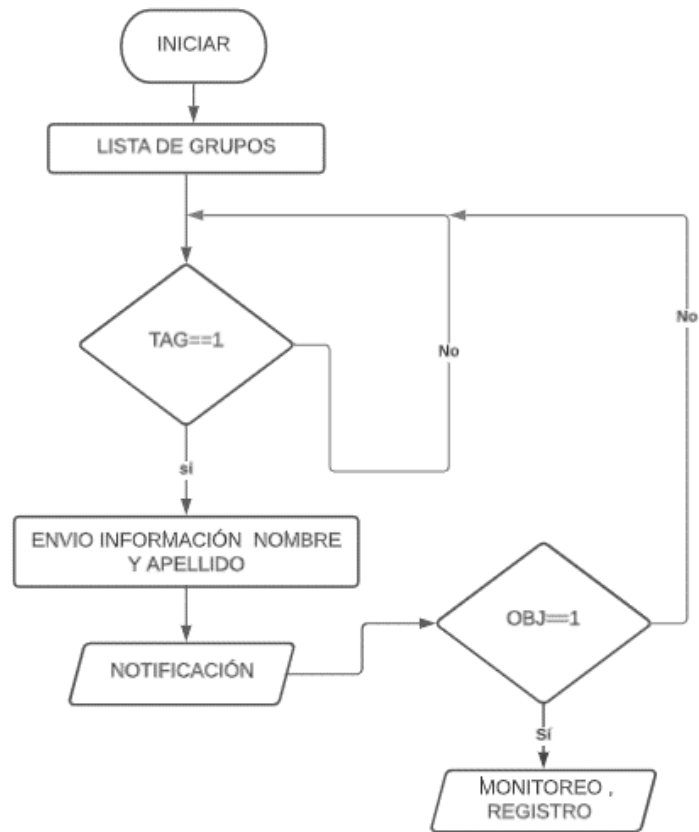
**Figura 0.29** Diagrama de flujo para adquisición de datos de ESP32 esclavo.



Elaborado por: Jorge Coronel y Angel Suquillo.

La programación de las API está enfocada en la creación de las tablas o grupos además de la identificación de los tags según la zona a la que pertenecen, una vez creada la lista de grupos es necesario saber a quién pertenece con la ID y los nombres del personal que está en el restaurante, todos estos datos están en la base de datos y son importados hacia la interfaz gráfica, al sensar el tag este envía la información concerniente previa la notificación de mensaje éxitos para ser visualizado en las pantallas.

**Figura 0.30** Diagrama de flujo para el envío de datos a la interfaz gráfica.



Elaborado por: Jorge Coronel y Angel Suquillo.

## CAPÍTULO IV

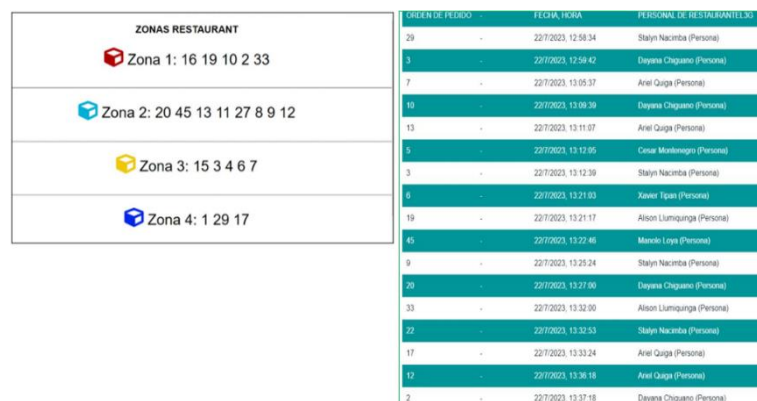
### ANÁLISIS DE RESULTADOS

Este capítulo detalla las pruebas realizadas, así como los resultados obtenidos posterior a la implementación del sistema inalámbrico para el control y automatización enfocados en el servicio al cliente y control de personal mediante el uso de Tags.

#### 4.1 Métricas mostradas por la interfaz gráfica

Se puede mostrar las cuatro zonas del restaurante, el número de ficha en la zona según su posición final mediante la interfaz gráfica mediante web server local cuya dirección IP se la escribió en el navegador de una Smart tv como se indica en la figura 4.1 (izquierda). Cada zona puede albergar un máximo de quince ordenes de pedido y su posición entre zonas cambia según se mueva el cliente. En la figura 4.1 (derecha) se puede observar el número de pedido, la fecha, hora de finalización y la persona a cargo de dicha orden, el supervisor a cargo es el único que puede modificar los nombres del personal antes de cada jornada.

**Figura 0.1** Ordenes de pedido según la zona y control de personal.

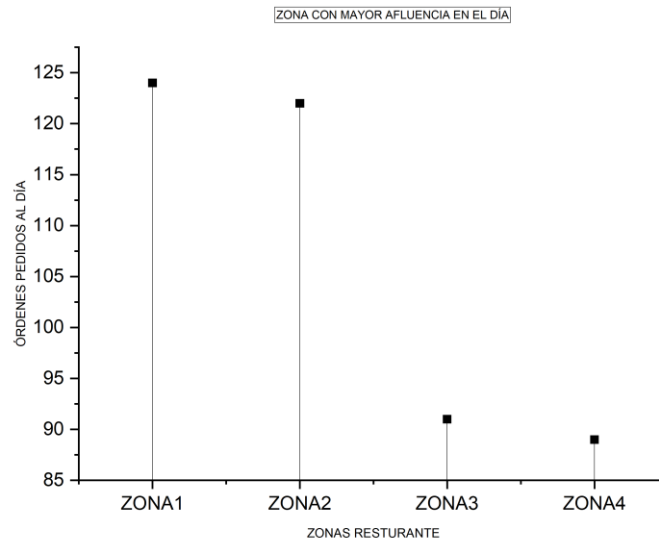


Elaborado por: Jorge Coronel y Angel Suquillo.

Las métricas que hacen referencia al volumen de órdenes de pedidos ingresados al servidor, se muestran en la figura 4.2, mismas que se actualizan diariamente, la cantidad

de datos mostrados es el número de pedidos al día que circulan por las diferentes zonas, los cuales son recolectados por la red inalámbrica RFID, con estos datos al finalizar el día se puede apreciar la zona con más demanda de clientes y la menos concurrida.

**Figura 0.1** Métrica del volumen de órdenes de pedido por día.

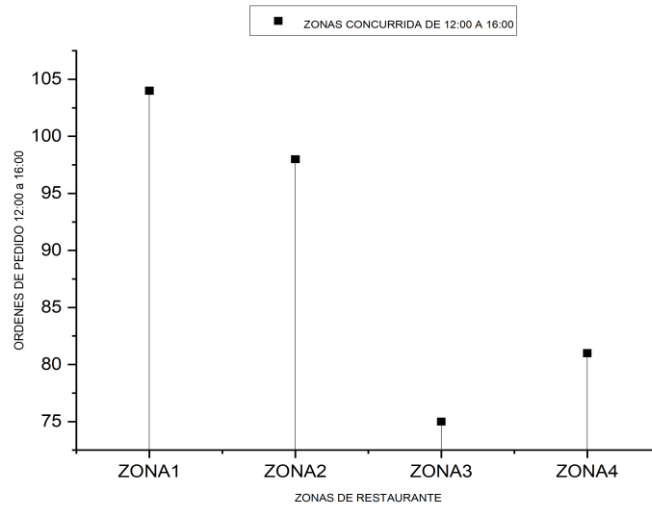


Elaborado por: Jorge Coronel y Angel Suquillo.

La figura 4.3 representa la métrica de los datos ingresados al servidor, del cual se desprende un filtro de las horas con más afluencia de clientes entre las 12h00 y 16h00 en un fin de semana, mostrándose que la zona 1 fue las más demandada con 104 órdenes de pedido.



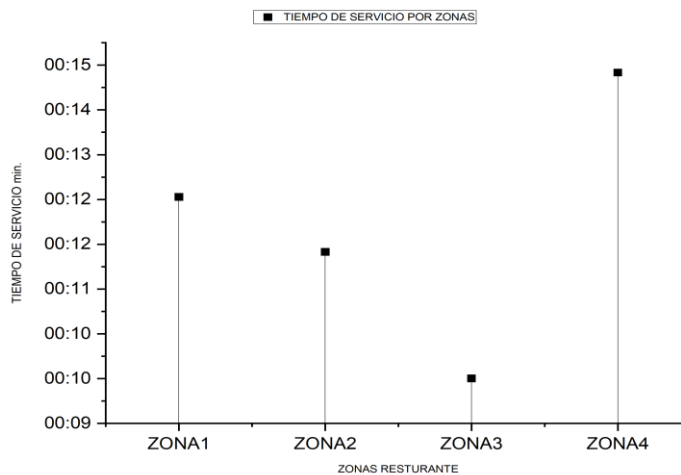
**Figura 0.3** Métrica mayor afluencia de clientes en fin de semana.



Elaborado por: Jorge Coronel y Angel Suquillo.

La figura 4.4 indica el tiempo estimado en completar el servicio por zonas, desde que entran al restaurante hasta que el mesero retira su orden de pedido, con el fin de enfocarse en las zonas con más demora en ser atendidas, los resultados muestran que la Zona 4 es la que más tiempo requiere en ser atendida, principalmente por el factor de distancia y dificultad de llegar a ella ya que se encuentre en la plata alta del local.

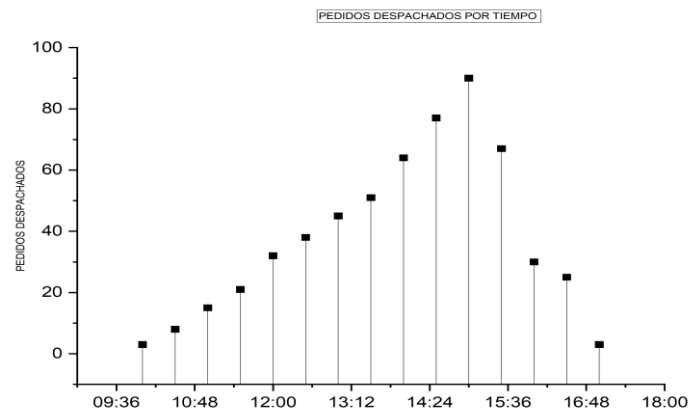
**Figura 0.4** Tiempo estimado del servicio por zonas.



Elaborado por: Jorge Coronel y Angel Suquillo.

También de la Dashboard se desprende una gráfica del análisis de órdenes de pedido despachados por día, como se observa la figura 4.5, donde la curva exponencial indica que la hora de mayor afluencia para despachar pedidos va desde las 13h30 hasta 15h30, con la cual el supervisor puede tomar correctivos para mejorar la eficiencia de su personal a cargo.

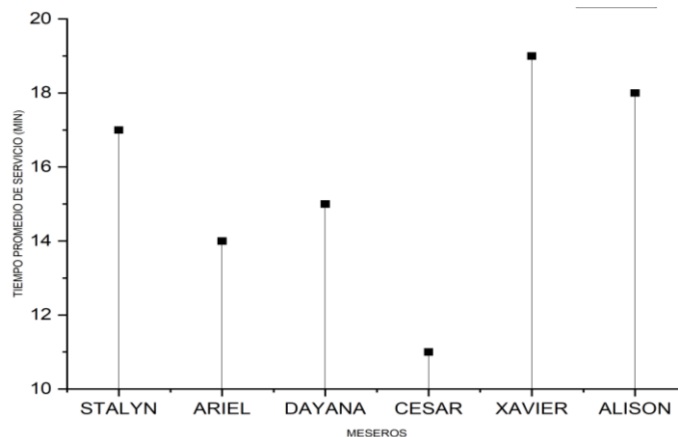
**Figura 0.2** Pedidos despachados por tiempo



Elaborado por: Jorge Coronel y Angel Suquillo.

Finalmente, en la figura 4.6 se aprecia en promedio el tiempo que tardan cada uno de los miembros del personal de servicio, en entregar cada orden de pedido en una jornada de fin de semana con gran afluencia de clientes.

**Figura 0.6** Tiempo promedio servicio del personal.



Elaborado por: Jorge Coronel y Angel Suquillo.

## 4.2 Análisis económico del proyecto

Para la implementación del sistema inalámbrico se debe tomar en cuenta los costos de los sensores y controladores que van a ser distribuidos por 4 zonas en la planta baja del restaurante los tres Guabos, una de las ventajas en la red inalámbrica es el ahorro en el cableado por lo que se determinaran los costos del proyecto según los materiales y el tiempo de ejecución como se observa en la tabla 4.1.

**Tabla 0.1** Materiales usados en el sistema inalámbrico.

<b>LISTA DE MATERIALES PARA EL SISTEMA INALAMBRICO</b>			
CANT	DESCRIPCIÓN	COSTO U	COSTO TOTAL
	LECTORAS DE PROXIMIDAD UHF		
4	ENCRIPTADA (C/U)	\$ 201,60	\$ 806,40
6	ESP32 30P CP2102 (C/U)	\$ 8,73	\$ 52,38
6	SHIELD EXPANSIVA	\$ 3,50	\$ 21,00
5	MODULOS RS-232 A TTL	\$ 4,50	\$ 22,50
6	CABLES USB TO MICRO USB	\$ 1,50	\$ 79,00
1	ROUTER (YA SE TENIA)		
	CABLE SERIAL MACHO A SERIAL MACHO		
1	RS232 DB9	\$ 7,00	\$ 7,00
8	PARES DE CONECTORES 12V	\$ 0,60	\$ 4,80
100	Tag adhesivo programable 3M	\$ 1,30	\$ 130,00
	RC522 RFID RF IC CARD SENSOR MODULE		
	WRITER READER IC CARD WIRELESS		
1	MODULE	\$ 8,00	\$ 8,00
1	MINI POWER BANK	\$ 9,00	\$ 9,00
	SMART TV HYUNDAI 32 PULGADAS FULL		
1	HD	\$ 165,00	\$ 165,00
	TABLET HYUNDAI KORAL 1GB 8GB 3G-GSM		
1	LPS 7 INC 1024*600 2-CAM	\$ 89,00	\$ 89,00
	JUEGOS CONECTORES JUMPER BORNERA		
2	PARA ESP	\$ 0,75	\$ 1,50

Elaborado por: Jorge Coronel y Angel Suquillo.

En cuanto a los costos de los materiales para las fuentes de energía de los controladores se utiliza tomas derivados de otras conexiones por lo que es necesario tomar en cuenta estos costos como se indica en la tabla 4.2.

**Tabla 0.2** Materiales usados para la alimentación.

<b>LISTA DE MATERIALES PARA FUENTES DE ENERGIA</b>			
5	TOMAS 2P-T + 2USB 5V	\$ 6,02	\$ 30,10
1	CINTA DOBLE FAZ QSB 18MMX5M	\$ 3,95	\$ 3,95
5	ENCHUFES 2PT NEGRO SENCILLO	\$ 0,22	\$ 1,10
4	CAJAS DE PASO CUADRADA PROW 25X20X80	\$ 5,71	\$ 22,84
1	CAJA DE PASO CUADRADA PROW 20X15.5X80	\$ 5,54	\$ 5,54
1	MATERIALES VARIOS	\$ 30,00	\$ 30,00
1	COSTOS MANO DE OBRA	\$ 2266,66	\$ 2265,60
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 3.754,71</b>

Elaborado por: Jorge Coronel y Angel Suquillo.

Una vez analizado los costos por concepto de insumos tecnológicos se debe tener en cuenta los costos de mano de obra dados por las personas que trabajaron en la implementación siendo este de 2265.60 dólares en los meses que se tomó en el desarrollo practico del proyecto por lo tanto el costo de todo el proyecto es de 3754,71 dólares. Para el cálculo de la mano de obra nos basamos en las horas invertidas en el desarrollo del proyecto, siendo estas de cuatro horas diarias por semana laborable dando 20 horas, a este valor se lo multiplica por cuatro semanas dando 80 horas/mes y multiplicado por los cuatro meses que fueron invertidos, tomando en cuenta a los dos estudiantes, dando un total de 320 horas, con ello se tomó como referencia el S.B.U de \$425 al cual se lo dividió para 30 días para obtener el costo de hora por jornada completa de trabajo, el cual fue de \$14,16, ha este valor se lo dividió para dos ya que el proyecto se le desarrollo en jornadas de medio tiempo, siendo así \$7,08 y con dicho valor se multiplicó las horas invertidas en el desarrollo del proyecto, las cuales fueron de 320 horas, el valor total de mano de obra se muestra en la tabla 4.3.

**Tabla 4.3** Costos de mano de obra.

<b>COSTO MANO DE OBRA</b>			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD (HORA)	COSTO UNIDAD	VALOR TOTAL
Esteban Coronel y Gustavo Suquillo	4	\$7,08	<b>\$2265,60</b>

Elaborado por: Jorge Coronel y Angel Suquillo.

## CONCLUSIONES

- Con la investigación previa se optó por la utilización de las antenas Anson RFID UHF ya que las mismas cumplen con las necesidades del proyecto como es la distancia de censado 3m, compatibilidad con los tags pasivos de 960 MHz y puerto de comunicación RS232, debido a que la instalación del lugar cuenta con características especiales, tales como: zonas no definidas, mobiliario no empotrado, diferentes alturas para la instalación de los equipos y la forma tradicional de atención al cliente por parte del personal de servicio; sabiendo esto las otras tecnologías inalámbricas en el mercado como bluetooth, wifi y ZigBee no se acoplaron a las necesidades del lugar.
- La interfaz gráfica permite observar la ubicación de las órdenes de pedido por zonas de forma factible en la cual se observó que las zonas con más afluencia por los clientes es la Zona 1, debido a factores que influyen sobre el cliente como: fácil acceso, cerca de caja, es un lugar amplio y bien iluminado, por el otro lado el lugar menos demandado es la Zona 4 que de la misma forma influye sobre el cliente por la mayor distancia a ella, zona elevada que tiene como acceso escaleras y sobre todo no está cerca a caja en caso de solicitar más pedidos extras.
- El administrador del Restaurante puede llevar un control más adecuado de las horas y tareas de los meseros, debido a que se puede evaluar o medir: cantidad de órdenes de pedidos, el tiempo de entrega de cada pedido y horas con más afluencia de clientes, de esta manera el pedido llega al cliente de forma rápida y principalmente caliente.
- Este proyecto tiene un costo económico de \$2265,60 por la programación de las tarjetas y equipos, sin embargo, es un aporte al restaurante y debido al mantenimiento casi nulo del sistema, y además siendo una red que se puede expandir sin necesidad de programar desde cero, la inversión se puede recuperar en diez meses. Otra forma de recuperar la inversión es con las optimizaciones que pueda realizar gerencia basándose en los resultados recolectados de la Dashboard.

## RECOMENDACIONES

- Es necesario conocer el rango que tienen las antenas para censar los Tags pues si están demasiado cercanas pueden generar interferencias una con otra por lo cual es recomendable elegir bien el lugar donde van a ser instaladas.
- La programación es una parte importante en el proyecto pues dependiendo del uso que se le vaya a dar esta puede ir variando por esto el uso de las API realizadas pueden ser modificadas en un futuro para realizar alguna otra aplicación más específica con el uso del mismo sistema inalámbrico.
- El uso de herramientas IoT junto con los sistemas inalámbricos permiten realizar procesos de automatización con mucha facilidad y en tiempo real ocupando un ancho de banda mínimo por lo que es recomendable su uso en proyectos de control eliminando el cableado y siendo manipulables de forma remota.
- El análisis económico indica que la implementación del sistema inalámbrico es costosa sin embargo genera muchas ventajas por lo cual fue solicitado y aceptado en el restaurante los tres Guabos ubicado en la parroquia de Amaguaña, una ventaja es el fácil acoplamiento de nuevas zonas a la red inalámbrica pues solo dependería de los materiales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Ageyev, D., Kharkivs'kyi natsional'nyi universytet radioelektroniky, Kyivs'kyi universytet imeni Borysa Hrinchenka, Institute of Electrical and Electronics Engineers. Ukraine Section. SP/AP/C/EMC Joint Chapter, & Institute of Electrical and Electronics Engineers. (2019). *2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology: (PIC S & T '2019): conference proceedings : October 8-11, 2019, Kyiv, Ukraine.*
- [2] Barrientos, E., Rico, D., Coronel, L., & Cuesta, F. (2020). Análisis y control de humedad del suelo a través de un sistema soportado por sensores en el jardín botánico “Jorge Quintero Arenas.” *Respuestas*, 25(3), 14. <https://doi.org/10.22463/0122820x.1796>
- [3] Batchelor. (2019). *Low Profile Planar Platform Tolerant UHF RFID Tags.*
- [4] El-Hadidy, M., Sayed, Y. El, & Yasser, B. (n.d.). *Realistic Chipless RFID Tag Modeling, Mathematical Framework and 3D EM Simulation.*
- [5] Keng-Weng Lao. (2018). *978-1-5386-5057-8/18/\$31.00 ©2018 IEEE A Flooding Warning System based on RFID Tag Array for Energy Facility.*
- [6] Kerem Kapucu. (2018). *A Passive UHF RFID System with a Low-Power Capacitive Sensor Interface.*
- [7] Kot, A., Nawrocka, A., IEEE Industry Applications Society, Institute of Electrical and Electronics Engineers, & Akademia Górniczo-Hutnicza im. S. Staszica w Krakowie. Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki. Department of Process Control. (2019). *Proceedings of the 2019 20th International Carpathian Control Conference (ICCC) : Kraków - Wieliczka, Hotel Turówka, Poland, May 26-29, 2019.*
- [8] MacHeso, P., Manda, T. D., Chisale, S., Dzupire, N., Mlatho, J., & Mukanyiligira, D. (2021). Design of ESP8266 Smart Home Using MQTT and Node-RED. *Proceedings - International Conference on Artificial Intelligence and Smart Systems, ICAIS 2021*, 502–505. <https://doi.org/10.1109/ICAIS50930.2021.9396027>
- [9] Manara, G., Ieee, F., Costa Member IEEE, F., Genovesi, S., Ieee, M., Terranova, S., Alessio Dicandia, F., Borgese, M., Monti, L., Boggioni, L., Member IEEE, S., Girbau, D., Escala, A., Tedjini, S., Perret, E., El Matbouly, H., Mercier, C., & Pierron, P. (2019). *EMERGENT Project: ChiplEss MultisEnsor Rfid for GrEen NeTworks.*
- [10] Negishi, Y., & Kawaguchi, N. (n.d.). *Instant Learning Sound Sensor: Flexible Environmental Sound Recognition System.* [http://www.xbow.com/Products/Wireless\\_Sensor\\_Networks.htm](http://www.xbow.com/Products/Wireless_Sensor_Networks.htm)

- [11] Picking, R., Glyndŵr University. ARCLab, Institute of Electrical and Electronics Engineers. United Kingdom and Republic of Ireland Section, & Institute of Electrical and Electronics Engineers. (2017). *2017 Internet Technologies and Applications (ITA) : proceedings of the Seventh International Conference : Tuesday 12th - Friday 15th September 2017, Wrexham Glyndŵr University, Wales, UK.*
- [12] Rasheed, A., Iranmanesh, E., Andrenko, A. S., & Wang, K. (2018). *Sensor Integrated RFID Tags Driven By Energy Scavenger for Sustainable Wearable Electronics Applications.* RFID-TA.
- [13] Shing-Chi. (2017). *Investigation of Radio Link Budget for UHF RFID Systems.*
- [14] SriHarsha. (2018). *QR-Code based Chipless RFID System for Unique Identification.*
- [15] Srisuchinwong, D., Sukhachewanon, B., & Chanwimalueang, T. (2021). Acquiring unobtrusive sleep-related signals through an ESP32-based data logger. *KST 2021 - 2021 13th International Conference Knowledge and Smart Technology*, 38–42. <https://doi.org/10.1109/KST51265.2021.9415820>
- [16] Stavroula Siachalou. (2019). *Robotic Inventorying and Localization of RFID Tags, Exploiting Phase-Fingerprinting.*
- [17] Valencia, W. G., & Delgado, C. E. (2021). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE PROTOTIPO IOT PARA EL MONITOREO REMOTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA LA CRIANZA DE TILAPIAS EN ESTANQUES.* UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.
- [18] Vasileios Lakafosis. (2019). *Performance Analysis of Fast-Moving RFID Tags in State-of-the-Art High-speed Railway Systems.*
- [19] Zhao. (2018). *Dynamic RFID Performance Test System.*
- [20] Zhiyuan ZHUW. (2020). *Monitor and Control System with RFID Technology in Discrete Manufacturing Line.*
- [21] Zhu Zhi-yuan. (2020). *A Method for Optimizing the Position of Passive UHF RFID Tags.*



## ANEXOS

**Anexo 1** Sensor RFID instalado.



**Anexo 2** Antenas Rfid en cada zona.

