



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y REDES DE COMUNICACIÓN**

**DISEÑO DE UN SISTEMA TARIFADO DE ESTACIONAMIENTO VEHICULAR  
BASADO EN LA METODOLOGÍA TOP DOWN PARA OPTIMIZAR EL PAGO DE  
HORA FRACCIÓN DE PARQUEADEROS EN EL CENTRO DE LA CIUDAD DE  
IBARRA**

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO  
EN ELECTRONICA Y REDES DE COMUNICACIÓN**

**AUTOR: MONICA JESSENIA RODRIGUEZ VIVAS**

**DIRECTOR: MSC. CARLOS ALBERTO VÁSQUEZ AYALA**

**IBARRA-ECUADOR**

**2023**



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información

DATOS DE CONTACTO			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	0401940606		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Rodríguez Vivas Mónica Jessenia		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Av. 13 de Abril, Manabí – Huertos Familiares		
<b>EMAIL:</b>	<a href="mailto:mjrodriguezv@utn.edu.ec">mjrodriguezv@utn.edu.ec</a>		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	2967048	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0997693924

DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	DISEÑO DE UN SISTEMA TARIFADO DE ESTACIONAMIENTO VEHICULAR BASADO EN LA METODOLOGÍA TOP DOWN PARA OPTIMIZAR EL PAGO DE HORA FRACCIÓN DE PARQUEADEROS EN EL CENTRO DE LA CIUDAD DE IBARRA
<b>AUTOR (ES):</b>	Rodríguez Vivas Mónica Jessenia
<b>FECHA DE APROBACIÓN: DD/MM/AAAA</b>	15/11/2023
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>PREGRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniero en Electrónica y Redes de Comunicación
<b>ASESOR /DIRECTOR:</b>	MSc. Carlos Vásquez

#### 2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 15 días del mes de noviembre de 2023

**EL AUTOR:**

(Firma).....  


Nombre: Mónica Jessenia Rodríguez Vivas  
0401940606



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CERTIFICACIÓN:**

MAGISTER CARLOS VÁSQUEZ, DIRECTOR DEL PRESENTE TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA:

Que el presente trabajo de titulación “DISEÑO DE UN SISTEMA TARIFADO DE ESTACIONAMIENTO VEHICULAR BASADO EN LA METODOLOGÍA TOP DOWN PARA OPTIMIZAR EL PAGO DE HORA FRACCIÓN DE PARQUEADEROS EN EL CENTRO DE LA CIUDAD DE IBARRA”. Ha sido desarrollado por la señorita Rodríguez Vivas Mónica Jessenia bajo mi supervisión.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

---

Ing. Carlos Alberto Vásquez, MSc.

CC:1002424982

**DIRECTOR**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**DEDICATORIA**

*A mis papás, hermanos y abuelita Digna, los confidentes y testigos de mi incesable sueño de convertirme en un profesional, que a pesar de muchas veces querer abandonar a medio camino siempre volvieron a motivarme, los amo.*

*A Estiven y primos, que a pesar de que no me lo pidieron pero siempre sentí la responsabilidad de promulgar a través de mi ejemplo el alcanzar las metas propuestas y sobre todo siempre ser una buena persona, que la vida te devuelve lo dado.*

*A mis tíos, las personas que más admiro y que jamás me negaron su tiempo para escucharme que sin juzgar me dieron su punto de vista y juntos analizamos el mejor escenario antes de proceder.*

*A ese ángel en el cielo que algún día llegaré a conocer, esta va por ti pequeña gran estrellita azul.*

*Rodríguez Vivas Mónica Jessenia*



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**AGRADECIMIENTO**

*A Dios y en memoria de quienes desde el cielo me guían, a toda mi familia en especial a mi núcleo de 5, quienes son mi pilar y refugio durante toda mi vida, gracias por su amor incondicional y las lecciones aprendidas.*

*A dos personas extraordinarias para toda la vida, Carlos V. y Victoria P. quienes que más que docentes se convirtieron en mis consejeros y serán mi motivación e inspiración gracias por llegar a mi vida y compartir todos los momentos sin distinción y ahora siendo los mejores papás.*

*A los profesores de toda la carrera, en especial a mi director, asesor y a los profesores que siempre me confiaron un consejo o una mano de apoyo, ingenieros Anita, Luis, Fabián y Fernando O; a nuestras autoridades de facultad y de universidad gracias a su gestión en pro de la educación, ahora y durante toda mi etapa estudiantil.*

*A la persona que nunca dejo de confiar en mi capacidad y estuvo en mis diferentes etapas, donde su apoyo y buenos sentimientos alimentaron la esperanza de alcanzar esta meta, Michael.*

*A todos mis amigos y en especial a Sebas, Ale, Mau, Roberth, Sonia junto a todas las personas que conocí en mi vida universitaria que fueron mi mejor impulso y a toda mi familia IEEE UTN*

*A mis compañeros trabajo y amigos de la coordinación zonal de educación Zona 1 y Akros S.A.*

*Rodríguez Vivas Mónica Jessenia*

## INDICE DE CONTENIDOS

Capítulo I .....	1
1.1. Tema.....	1
1.2. Problema.....	1
1.3. Objetivos .....	3
1.3.1. Objetivo General .....	3
1.3.2. Objetivos Específicos.....	3
1.4. Alcance.....	3
1.4.1. Fase I: Analizar Requerimientos .....	4
Fase II: Desarrollo del Diseño Lógico .....	5
1.4.2. Fase III: Desarrollar Diseño Físico y Fase IV: Probar, optimizar y documentar diseño .....	6
1.4.3. Fase V: Implementar y probar la red y Fase VI: Monitorear y Optimizar la Red .....	8
1.5. Justificación.....	9
Capitulo II.....	11
2.1. Internet de las cosas – IoT.....	11
2.1.1. Sensores.....	12
2.1.2. Conectividad.....	12
2.1.3. Procesamiento de datos .....	12

2.1.4.	Interfaz de usuario .....	13
2.2.	Arquitectura de referencia de IoT .....	13
2.2.1.	Capa de dispositivo .....	14
2.2.1.1.	Capacidades de dispositivo .....	14
2.2.1.2.	Capacidades de pasarela.....	15
2.2.1.3.	Red de Sensores Inalámbricos.....	16
2.2.2.	Capa de red.....	19
2.2.2.1.	Capacidades de red.....	19
2.2.2.2.	Capacidades de transporte.....	27
2.2.3.	Capa de soporte de servicios y aplicaciones .....	27
2.2.3.1.	Genéricas.....	27
2.2.3.2.	Específicas.....	28
2.2.4.	Capa Aplicación .....	29
2.2.4.1.	Ciudades inteligentes.....	29
2.3.	Metodología Top Down .....	37
2.3.1.	Fases de la metodología Top Down .....	38
2.3.1.1.	Fase I: Analizar Requerimientos .....	38
2.3.1.2.	Fase II: Desarrollo del Diseño Lógico .....	38
2.3.1.3.	Fase III: Desarrollar Diseño Físico .....	39
2.3.1.4.	Fase IV: Probar, optimizar y documentar diseño .....	39

2.3.1.5. Fase V: Implementar y probar la red.....	39
2.3.1.6. Fase VI: Monitorear y Optimizar la Red.....	40
Capitulo III.....	41
3.1. Fase I: Analizar Requerimientos .....	41
3.1.1. Técnicas de Recolección y Levantamiento de Información.....	41
3.1.1.1. Encuestas.....	41
3.1.1.2. Entrevista.....	42
3.1.2. Gobierno Autónomo Descentralizado de San Miguel de Ibarra – GAD-Ibarra	
43	
3.1.3. Sistema de Estacionamiento Rotativo Tarifado – SISMERT .....	44
3.1.4. Análisis de los resultados de encuestas y entrevistas .....	45
3.1.5. Establecimiento del proyecto .....	47
3.1.6. Alcance del proyecto.....	51
3.1.6.1. Área de Cobertura .....	51
3.1.6.2. Restricciones .....	56
3.1.7. Análisis de requerimientos del sistema .....	57
3.1.7.1. Requerimientos de stakeholders.....	58
3.1.7.2. Requerimientos del sistema.....	60
3.1.7.3. Requerimientos de arquitectura.....	64
3.1.7.4. Establecimiento de los elementos del sistema.....	69



3.1.8.	Elección de Hardware y Software .....	72
3.1.8.1.	Elección de Hardware .....	72
3.1.8.2.	Elección de Software.....	83
3.2.	Fase II: Desarrollo del Diseño Lógico del Sistema.....	95
3.2.1.	Diagrama de bloques .....	95
3.2.2.	Arquitectura del sistema.....	96
3.3.	Fase III: Desarrollar Diseño Físico .....	97
3.3.1.	Diagramas de flujo del sistema .....	97
3.3.1.1.	Diagrama de flujo (Compra del servicio SISMERT – Clientes Frecuentes)	98
3.3.1.2.	Diagrama de flujo (Detección de Tags) .....	99
3.3.1.3.	Diagrama de flujo (Compra de Tickets).....	101
3.3.1.4.	Diagrama de flujo (Notificaciones).....	102
3.3.1.5.	Diagrama de flujo (Visualización de información).....	105
3.3.1.6.	Diagrama de flujo (Cobro del sistema y manejo de valores) .....	106
3.4.	Fase IV: Probar, optimizar y documentar diseño .....	107
3.4.1.	Implementación de Hardware .....	108
3.4.1.1.	Lector RFID y los Tags.....	108
3.4.1.2.	Conexión entre el lector y el servidor .....	109
3.4.1.3.	Montaje físico del hardware.....	111

3.4.2. Implementación de Software.....	115
3.4.2.1. Diseño de la base de datos.....	115
Diagrama de entidad – relación .....	115
Diagrama de tablas.....	116
XAMPP.....	118
3.4.2.2. Diseño de la página web usando FLASK.....	119
Instalación de FLASK.....	120
Rutas de app.py.....	123
Página de autenticación de usuarios .....	124
Administrador .....	125
Vendedores .....	128
Operarios.....	130
Clientes frecuentes .....	130
Clientes temporales.....	130
3.4.2.3. Sistema de Mensajes y automatización del cobro.....	130
Sistema de alertas a través de mensajes .....	131
3.4.2.4. Migrar al servidor en la nube .....	132
Servicio de Alojamiento .....	133
Dominio y redireccionamiento .....	134
Capitulo IV.....	138

4.1. Fase V: Implementar y probar la red y Fase VI: Monitorear y Optimizar la Red	138
4.1.1. Prueba 1: Funcionamiento del prototipo .....	138
4.1.1.1. Pruebas de funcionamiento lector y tags RFID.....	138
4.1.1.2. Prueba de conectividad al servidor web.....	140
4.1.1.3. Prueba de funcionamiento de recepción y visualización de datos en página Web	143
4.1.1.4. Prueba de ingreso de empleados, nuevos clientes frecuentes y temporales a la base de datos .....	144
4.1.1.5. Prueba de recarga de saldo y compra de tickets en el sistema .....	148
4.1.1.6. Prueba del generado de códigos QR .....	151
4.1.1.7. Prueba de seguimiento vehicular (Operarios).....	153
4.1.1.8. Prueba de notificaciones SMS por intervalo de tiempo .....	153
4.1.1.9. Resumen de la prueba 1 .....	165
4.1.2. Prueba 2: Alcance de cobertura del sistema en ambiente controlado .....	168
4.1.2.1. Prueba de alcance del lector RFID – calle periférica .....	169
4.1.2.2. Prueba de alcance del lector RFID – calle zona centro.....	172
4.1.2.3. Prueba de alcance del lector RFID sobre la calle Antonio José de Sucre	175
4.1.2.4. Resumen de la prueba 2 .....	177
4.2. Fase VI: Monitorear y Optimizar el Sistema .....	178

4.2.1. Prueba 3: Rendimiento del sistema en tiempo de compra y adquisición de tickets	178
4.2.1.1. Prueba de tiempo del proceso de uso completo del sistema Sismertech	178
4.2.1.2. Prueba de generación de datos estadísticos para el análisis del sistema	185
4.2.1.3. Resumen de la prueba 3 .....	189
Conclusiones .....	190
Recomendaciones .....	193
REFENRENCIAS.....	195
ANEXOS .....	200
Anexo 1 ESTRUCTURA DE ENCUESTAS A USUARIOS SISMERT .....	200
Anexo 2: MODELO DE ENTREVISTAS ANALISTA SISMERT.....	208
Anexo 3: SCRIPT CREACIÓN DE BASE DE DATOS.....	215

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Arquitectura de red .....	5
Figura 2 Diagrama general de bloques del sistema de tarifado .....	6
Figura 3 Escenario del autenticado de TAGs por el lector RFID UHF .....	7
Figura 4 Áreas del IoT .....	13
Figura 5 Arquitectura referencial del IoT .....	14
Figura 6 Arquitectura SDWAN .....	18
Figura 7 Clasificación de las redes dependiendo la distancia de cobertura. ....	20
Figura 8 Tecnologías de la Transmisión. ....	21
Figura 9 Clasificación de las tecnologías inalámbricas. ....	26
Figura 10 Arquitectura general de un middleware .....	29
Figura 11 Pasos para una gestión de datos en IoT .....	32
Figura 12 Componentes Básicos de una red IoT .....	32
Figura 13 Integración de un vehículo a un sistema IoT de una ciudad inteligente< .....	35
Figura 14 Sistema de Arquitectura de un Parqueadero Inteligente.....	36
Figura 15 Metodología Top-Down .....	40
Figura16 Croquis del área de cobertura SISMERT .....	52
Figura 17 Calles adicionales al sur que cubre el sistema.....	53
Figura 18 Calles adicionales al oeste que cubre el sistema .....	53
Figura 19 Calles adicionales al norte que cubre el sistema .....	54
Figura 20 Calles adicionales al oeste que cubre el sistema .....	55
Figura 21 Calles del área total de cobertura del sistema.....	55
Figura 22 Diagrama de bloques partes involucradas en el funcionamiento del sistema ..	70

Figura 23 Diagrama de bloques del Sistema.....	96
Figura 24 Arquitectura del sistema SISMERTECH .....	97
Figura 25 Diagrama de flujo para la Compra del servicio SISMERT .....	98
Figura 26 Diagrama de flujo para la detección de Tags .....	100
Figura 27 Diagrama de flujo para la compra de tickets del Usuario .....	101
Figura 28 Diagrama de flujo para la automatización de notificaciones SMS en el sistema .....	103
Figura 29 Diagrama de flujo para la visualización de la información de la aplicación WEB.....	105
Figura 30 Diagrama de flujo (Cobro del sistema y manejo de valores) .....	107
Figura 31 Hoja de datos del Lector de tarjetas RFID Ci-F286.....	108
Figura 32 Aplicación que utiliza el Lector para escanear las tarjetas RFID.....	109
Figura 33 Información de los Tags recibida por el Lector RFID .....	110
Figura 34 Información de los Tags recibida por el Lector RFID .....	110
Figura 35 Foto del tag en el vehículo.....	112
Figura 36 Foto del lector en el poste.....	113
Figura 37 Foto de las conexiones eléctricas y de red.....	113
Figura 38 Pruebas de funcionamiento del lector.....	114
Figura 39 Diagrama de Tablas del modelo relacional .....	117
Figura 40 Panel de control de Xampp.....	118
Figura 41 Inicio de sesión para phpMyAdmin .....	119
Figura 42 Nuevo proyecto en Pycharm .....	120
Figura 43 Creación de directorios y archivos para la aplicación web .....	121

Figura 44 Comando para instalación de Flask en Python “pip install flask”.....	121
Figura 45 Comando para librería de MySQL .....	122
Figura 46 Importación de librerías Flask al proyecto .....	122
Figura 47 Modelo inicial para el funcionamiento de Flask .....	122
Figura 48 Ejecución del programa con Flask hecho en Pycharm.....	123
Figura 49 Redireccionamiento a la página web.....	123
Figura 50 Creación de un @app.route .....	124
Figura 51 Página de inicio y autenticación de usuarios de la aplicación web .....	124
Figura 52 Página principal del Administrador del sistema.....	125
Figura 53 Página de administración de Empleados .....	126
Figura 54 Página de administración de clientes.....	127
Figura 55 Página de control de autos.....	127
Figura 56 Página de registro de Tags.....	128
Figura 57 Página inicial del Vendedor.....	128
Figura 58 Agregar saldo a un cliente .....	129
Figura 59 Comprar tiempo de ticket .....	129
Figura 60 Servicio de Twilio .....	131
Figura 61 Implementación de los mensajes .....	131
Figura 62 Creación del hosting.....	133
Figura 63 Selección del plan.....	134
Figura 64 Asignación de la dirección IP.....	134
Figura 65 Selección de un dominio .....	135
Figura 66 Creación de un dominio.....	135

Figura 67 Verificación del DNS .....	136
Figura 68 Cargar los archivos al sistema .....	136
Figura 69 Interfaz de la página web con nuevo dominio configurado. ....	137
Figura 70 Tags identificados con serial único .....	139
Figura 71 APK del lector detectando los 4 tags que se encuentran dentro el área de cobertura .....	139
Figura 72 Datos de los tags recibidos en el servidor .....	140
Figura 73 Conexión a la base de datos y lectura de las tablas .....	140
Figura 74 Consulta de los tags registrados .....	141
Figura 75 Consulta de las personas registradas .....	141
Figura 76 Consulta de los tipos de perfiles creados.....	141
Figura 77 Consulta de los tipos de clientes.....	142
Figura 78 Montaje del tag vehicular en los autos parqueados .....	143
Figura 79 Visualización en la interfaz web los vehículos asignados un tag .....	144
Figura 80 Perfil administrador, ingreso de empleados .....	144
Figura 81 Eliminar empleados registrados .....	145
Figura 82 Editar datos de un empleado registrado.....	146
Figura 83 Perfil vendedor, ingreso de clientes.....	147
Figura 84 Perfil operario, ingreso de cliente temporales .....	148
Figura 85 Interfaz web del cliente .....	148
Figura 86 Perfil vendedor, recarga de dinero.....	149
Figura 87 Saldo agregado al cliente.....	150
Figura 88 Compra de Ticket .....	150



Figura 89 Ticket comprado.....	151
Figura 90 Generado del código QR .....	151
Figura 91 Previsualización del código QR .....	152
Figura 92 Interfaz del operario para seguimiento vehicular obtenida a través del QR. 153	
Figura 93 Mensaje de registro del cliente .....	154
Figura 94 Mensaje de bienvenida al cliente.....	155
Figura 95 Mensaje de inicio del conteo del tiempo .....	157
Figura 96 Mensaje de alerta de tiempo restante.....	158
Figura 97 Mensaje de alerta de tiempo finalizado .....	159
Figura 98 Mensaje de multa.....	160
Figura 99 Mensaje enviado tras retiro de un vehículo con una multa pendiente.....	161
Figura 100 Mensaje de reincidencia .....	163
Figura 101 Ultimátum.....	164
Figura 102 Mensaje final .....	165
Figura 103 Calle periférica, Liborio Madera .....	169
Figura 104 Montaje lector RFID calle periferica.....	170
Figura 105 Tags físicos en cada vehiculo, calle periferica .....	170
Figura 106 Lectura tags físicos desde la apk del lector, calle periferica. ....	171
Figura 107 Página web autos detectados en el sistema, calle periférica.....	171
Figura 108 Calle concurrida, A. José de Sucre .....	172
Figura 109 Montaje lector RFID calle concurrida .....	173
Figura 110 Tags físicos por vehiculo, calle concurrida .....	173
Figura 111 Lectura tags físicos desde la apk del lector, calle concurrida.....	173

Figura 112	Página web autos detectados en el sistema, calle concurrida.....	174
Figura 113	Dos cuadras de calle concurrida, A. José de Sucre .....	175
Figura 114	Lectura tags físicos desde la apk del lector, calles concurridas .....	176
Figura 115	Página web autos detectados en el sistema, calles concurridas.....	176
Figura 116	Primera interacción detectada por el server.....	179
Figura 117	Visualización del automóvil detectado dentro el área de cobertura del lector	
RFID .....		180
Figura 118	Interacción con el server de ingreso a la página web del sistema conectada a	
la BBDD.....		181
Figura 119	Registro del cliente para abono de saldo para compra de ticket.....	181
Figura 120	Interacción con el server, registro del cliente y abono de dinero .....	182
Figura 121	Interacción con el server, registro del cliente .....	182
Figura 122	Interacción con el server, registro .....	183
Figura 123	Saldo abonado y tiempo de ticket adquirido .....	184
Figura 124	Información de parking del vehículo actualizada.....	185
Figura 125	Características del servidor hosting (VPS).....	186
Figura 126	Uso del CPU .....	186
Figura 127	Uso del disco .....	187
Figura 128	Uso de la memoria.....	187
Figura 129	Uso del ancho de banda.....	188
Figura 130	Ping al VPS.....	188
Figura 131	Diagrama de respuestas pregunta uno .....	203
Figura 132	Diagrama de respuestas pregunta dos.....	203

Figura 133 Diagrama de respuestas pregunta tres .....	204
Figura 134 Diagrama de respuestas pregunta cuatro .....	204
Figura 135 Diagrama de respuestas pregunta cinco .....	204
Figura 136 Diagrama de respuestas pregunta seis .....	205
Figura 137 Diagrama de respuestas pregunta siete.....	205
Figura 138 Diagrama de respuestas pregunta ocho .....	205
Figura 139 Diagrama de respuestas pregunta nueve.....	206
Figura 140 Diagrama de respuestas pregunta diez .....	206
Figura 141 Diagrama de respuestas pregunta once.....	206
Figura 142 Diagrama de respuestas pregunta doce.....	207
Figura 143 Diagrama de respuestas pregunta trece .....	207

### **INDICE DE TABLAS**

Tabla 1 Tabla resumen de tecnologías de una red WPAN .....	22
Tabla 2 Ventajas vs limitaciones y requerimientos que presenta una red WLAN .....	24
Figura 3 El estándar 802.11 como una familia de especificaciones .....	26
Tabla 4 Infracciones y costo de la multa luego de una primera notificación al usuario..	50
Tabla 5 Infracciones y costo de la multa para un usuario infractor reincidente .....	51
Tabla 6 Abreviación de términos y acrónimos .....	57
Tabla 7 Lista de integrantes correlacionados al proyecto de titulación .....	58
Tabla 8 Requerimientos de Stakeholders.....	59
Tabla 9 Requerimientos del sistema .....	60
Tabla 10 Requerimientos de Arquitectura .....	65
Tabla 11 Elección de Tags vehiculares.....	73

Tabla 12 Especificaciones del tag Ci-RT201 2.4Ghz Active RFID Card .....	74
Tabla 13 Elección de lector de tags vehiculares .....	76
Tabla 14 Especificaciones del lector de tags Ci-F286.....	77
Tabla 15 Especificaciones AP TL-WR850N.....	79
Tabla 16 Elección de lenguaje de programación .....	83
Tabla 17 Especificaciones del lenguaje de programación Python.....	83
Tabla 18 Especificaciones del IDE PyCharm.....	85
Tabla 19 Especificaciones del Framework .....	86
Tabla 20 Elección de lenguaje de marcado.....	87
Tabla 21 Especificaciones del lenguaje de marcado HTML .....	88
Tabla 22 Elección de la base de datos .....	89
Tabla 23 Especificaciones la base de datos .....	89
Tabla 24 Elección de paquete de servicio web local .....	90
Tabla 25 Características de XAMPP .....	91
Tabla 26 Elección de plataforma para notificaciones.....	92
Tabla 27 Características de Twilio .....	92
Tabla 28 Servidor Web .....	94
Tabla 29 Especificaciones puntuales del hosting contratado.....	94
Tabla 30 Modelo Entidad - Relación.....	116
Tabla 31 Mensaje de registro del cliente .....	154
Tabla 32 Mensaje de Bienvenida.....	155
Tabla 33 Mensaje de inicio del conteo del tiempo .....	156
Tabla 34 Alerta de tiempo restante. ....	157

Tabla 35 Alerta de tiempo finalizado.....	158
Tabla 36 Multa por permanencia del vehículo tras finalización del tiempo del ticket adquirido .....	160
Tabla 37 Mensaje deuda pendiente.....	161
Tabla 38 Multa incidencia de permanencia del vehículo finalizado el tiempo del ticket	162
Tabla 39 Mensaje de infracción más grabe.....	164
Tabla 40 Ultimo mensaje de uso del sistema.....	164
Tabla 41 Resumen de la prueba 1 .....	166
Tabla 42 Resumen de la prueba 2 .....	177
Tabla 43 Resumen de la prueba 3 .....	189
Tabla 44 Anexo modelo de entrevista .....	208
Tabla 45 Anexo script base de datos.....	215

## Resumen

El presente proyecto de grado se centra en la optimización de los métodos de pago tradicional de los sistemas de parqueo, abordando los desafíos que conllevan los métodos tradicionales, específicamente en el parqueadero público de la zona centro de la ciudad de Ibarra que cuentan con un método de pago con dinero físico por adquisición de fracción de hora, esto con el objetivo de brindar una mejor experiencia a los usuarios, operadores y administradores del sistema. Se empleó el enfoque Top Down como metodología de desarrollo general, dividiendo el proyecto en fases clave.

Se hace una adaptación de las 6 fases en contraste con cada objetivo planteados para cumplir con el alcance del proyecto; en la primera fase de Análisis de Requerimientos se recopilaron varias fuentes bibliográficas, levantamiento de encuestas y entrevistas para conocer de primera mano las necesidades de los usuarios del sector, se recabó información de actuales soluciones de tecnologías para optimación de parqueaderos con el hardware y software necesario para cada solución viable. Englobando una solución para el actual proyecto en conjunto con RFID (Identificación por Radiofrecuencia) que es una de las tecnologías más empleadas por su eficacia en aplicaciones de control de acceso.

En las siguientes fases de Diseño Lógico y Físico se estructuró la arquitectura y se diseñó los diagramas secuenciales del tratamiento de datos en bloques de funcionamiento, para probar la funcionalidad correcta de cada elemento dentro del sistema de forma individual para obtener una base compacta lógica y física para llegar a una implementación real de SISMERTECH en un entorno ideal con el objetivo de lograr un sistema cohesivo y eficiente.

La Implementación de Hardware y Software previamente seleccionado marcó la transición del diseño a la realidad, finalmente el sistema fue sometido a pruebas planteadas para garantizar el cumplimiento de los requisitos y confiabilidad. El resultado final es un sistema de gestión de parqueaderos innovador, SISMERTECH, que cumple con superar las limitaciones de los sistemas de pago tradicionales en cuanto a optimización en tiempo y mejora significativa en eficiencia operativa.

El sistema está integrado y alojado en un entorno virtual a través de un VPS, con el fin de proporcionar un acceso a través de una página web con diferentes niveles de gestión para administradores y el monitoreo global del sistema, vendedores que hacen registro de nuevos clientes, operarios que hacen seguimiento de cada vehículo y usuarios finales quienes son los clientes regulares y temporales.

## Abstract

This pregrade project is based on optimization of traditional payment method of parking systems and addressing the challenges that come with traditional methods, in specific when are public parking like in center area of Ibarra city, these parking have traditional payment methods, mean physic money payment by time fraction acquisition. This with reason of give a best experience to users, operators, and the system administrators. Also, this project has used TOP DOWN methodology for overall development so it was divided by key phases.

The project has an adaptation of six-phases in contrast to each objective to meet the proposed project scope. First phase is Requirements Analysis, and it has collected any bibliography sources, surveys and interviews to know directly users need from sector. Also, this project has compiled actual solutions information about technologies to parking optimization with hardware and software required by each solution and reduce them in just one to use in this project with a RFID technology (Radiofrequency identification) like a solution, its technology is used for its efficacies by acceso control applications.

The following phases are Logic and Physic Design and these structured the architecture and sequential diagrams project to processing the data but in performance block, any block and part had a correct operation and they worked in the best way. That with objective to get a logic and physic base to real implementation of SISMERTECH in an ideal area to going have a cohesive and efficient system.



Hardware and software implementation previously selected was the transition about design to reality. Finally, system was subject to any planned tests and guarantee that all requirements are complying and it provides reliability. The final result is an innovative parking management system SISMERTECH that complies with surpassing traditional payment limits, talk about optimization time and improvement operational efficiency.

The system is integrated and hosting in a virtual server private (VPS) for provide an access through web page with different levels of gestion to administrators and global monitoring system, sellers that register new customers, operators who follows each parked vehicle and end users who are regular and temporal clients.

## **Capítulo I**

### **Antecedentes**

Este capítulo describe rápidamente una introducción de las razones del desarrollo del proyecto, presenta el problema, objetivos planteados de forma general y específica, el alcance y justificación para el desarrollo del proyecto.

#### **1.1. Tema**

DISEÑO DE UN SISTEMA TARIFADO DE ESTACIONAMIENTO VEHICULAR BASADO EN LA METODOLOGÍA TOP DOWN PARA OPTIMIZAR EL PAGO DE HORA FRACCIÓN DE PARQUEOS EN EL CENTRO DE LA CIUDAD DE IBARRA.

#### **1.2. Problema**

El aumento notable de vehículos dentro de las ciudades, en especial las zonas centro comerciales han producido una contaminación visual y acústica afectando el paisaje urbano con una invasión de automóviles. Una de las propuestas de los municipios es el conocido “Hoy no circula” o el “Pico y placa”, plan que tiene por objetivo la restricción y disminución vehicular en estas zonas (el Universo, 2019). Aunque el uso diario de los medios de transporte es parte de las necesidades básicas de los seres humanos trae consigo el principal problema el incremento de tráfico. Se ha comprobado diferentes causas que provocan el congestionamiento, principalmente es la distribución de los tiempos de partición de los semáforos o atascos que son producidos por otros medios de transporte masivos como el Metrovía y los buses alimentadores (Tarek et al., 2022).

En la provincia de Imbabura, “la empresa Sismert es la encargada del ordenamiento territorial y movilidad en el área urbana de la ciudad de Ibarra” y con base a documentación estatal establecido en el artículo 256 numeral 6 de la constitución de la República instituye que es una competencia enfocada exclusivamente de los gobiernos autónomos descentralizados la reforma de planificar, regular y controlar el tránsito y el transporte público referente a su territorio como cantón (GAD Ibarra, 2015).

Proponiendo diseñar sistema que cumpla con las funciones del pago de la fracción de hora requerida de una manera ágil e intuitiva a través de una interfaz amigable para el usuario, permitiendo implementar en un servidor de red una aplicación web que administre el tarifado municipal establecido para zonas azules de aparcamiento, ayudando a optimizando el tiempo del usuario y administrador del sistema a acceder al servicio de manera remota y digitalmente. En base a la información de los altos índices de tráfico, la falta de espacios de aparcamiento conlleva que cada usuario después de buscar un espacio libre localice el punto de venta de las tarjetas del tarifado o a su vez al operario de la zona azul (Erazo, 2019). Y para un análisis secuencial del diseño el sistema se basa en la metodología Top Down que permite hacer un seguimiento del desarrollo de cada fase desde recopilación de información hasta implementación y pruebas de optimización del sistema, además de plantear un sistema digital tarifado escalable para innovación del sistema tradicional de pago por fracción de hora.

### **1.3. Objetivos**

#### ***1.3.1. Objetivo General***

Diseñar un sistema tarifado de estacionamiento vehicular basado en la metodología Top Down para optimizar el pago de hora fracción de parqueos en el centro de la ciudad de Ibarra.

#### ***1.3.2. Objetivos Específicos***

- Realizar una investigación bibliográfica acerca de los sistemas de parqueo tradicionales y automatizados, además de revisiones de fuentes bibliográficas sobre las redes de sensores para obtención de la base sólida en cuanto a conocimiento teórico
- Definir los requerimientos de hardware y software del sistema de tarifado en base a la metodología TOP DOWN
- Generar el diseño de la arquitectura de la red para un análisis secuencial del tratamiento de los datos desde una estación terminal del usuario hasta el nodo central de red.
- Probar el sistema completo con pruebas de funcionamiento para verificación de la operabilidad completa del sistema

### **1.4. Alcance**

Para el desarrollo de este trabajo de grado y la evidencia de los avances del proyecto se usará la metodología del diseño Top Down, el cual permite de acuerdo con (Saavedra, 2017) tener una secuencia de seguimiento por cada una de las fases de la metodología contrastando con los objetivos específicos planteados permitiendo visualizar el cumplimiento de cada uno de ellos, esta metodología consta de las siguientes 6 etapas a desarrollar:

### **1.4.1. Fase I: Analizar Requerimientos**

Durante la primera fase se desarrollará un análisis de los objetivos que se quieren alcanzar para iniciar con la recopilación de información fundamentada teóricamente a cerca de los sistemas de parqueaderos tradicionales automatizados, redes de sensores, equipamientos necesarios a nivel de software y hardware e identificación de las personas involucradas además de hacer un mapeo general con los límites de la zona que va a cubrir el sistema; esto con el fin de obtener el conocimiento necesario y plasmarlo en la producción del sistema de tarifado final.

Esta fase I también contendrá las limitaciones del producto final, estructurando los objetivos específicos en beneficio del usuario y el desarrollador del sistema cumpliendo con las necesidades requeridas de los equipos y especificaciones técnicas que se propone; mediante esta información recopilada se organiza la información en base a tres requerimientos del proyecto: stakeholders, sistema y arquitectura.

Los Stakeholders permitirán definir los equipamientos del sistema una vez analizado las necesidades del usuario en su entorno de aparcamiento y satisfacerlas en base a los requerimientos operacionales, los requerimientos de usuario.

Los requerimientos del sistema se plantean en base a las funciones y limitaciones que presente y contrasten con los stakeholders.

Los requerimientos de hardware se basarán en metodología de benchmark en el cual se recopilará información de varias marcas o empresas fabricantes de los equipamientos físicos del sistema.

La estructura de software se basará en el estándar IEEE 29148, esta norma internacional proporciona un tratamiento general de las especificaciones de los elementos que intervienen en

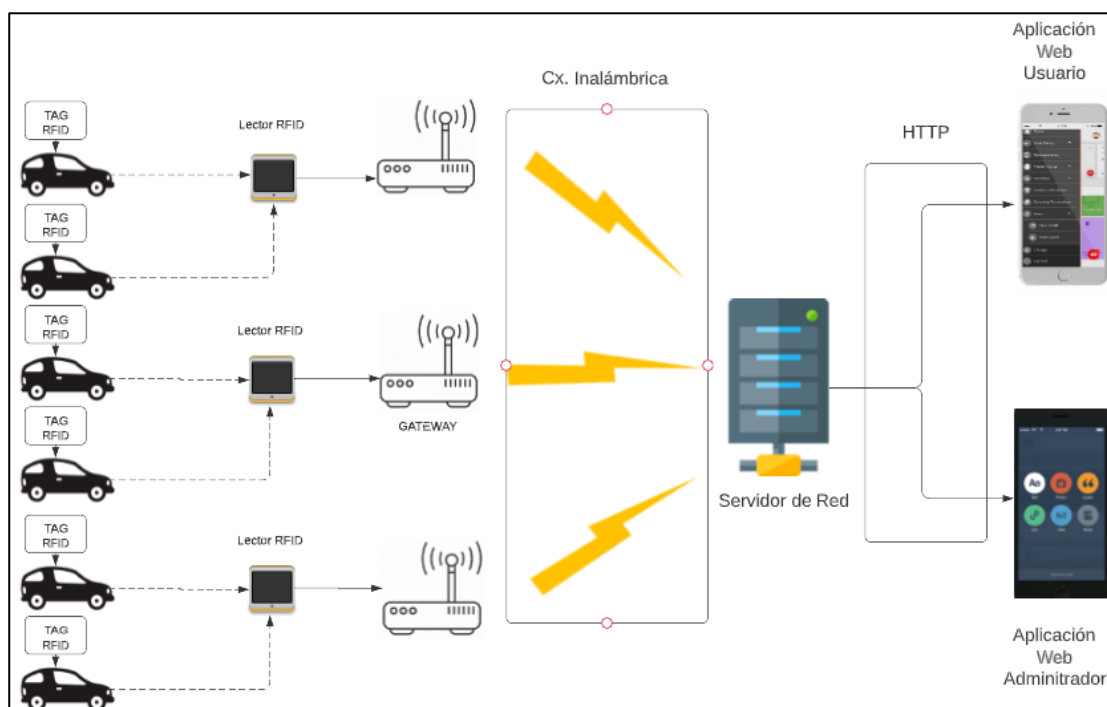
sistemas de ingeniería en todo el ciclo del software del sistema en base a los requerimientos analizados en el inicio de esta fase.

## Fase II: Desarrollo del Diseño Lógico

En el diseño de una topología de red lógica en la fase 2 es donde se define la arquitectura de la red que se usará para la transferencia de datos iniciando la producción de estos en los dispositivos activos del usuario como el teléfono celular al ingresar en la aplicación web para el cliente o administrador y hacer un login al sistema o también en los dispositivos pasivos del sistema como el tag; pasando por nodos de la red ubicados en los sitios estratégicos de la zona central comercial de la ciudad de Ibarra y alcanzando los gateways que direccionaran el tráfico de datos hacia el nodo central de administración para la gestión y monitoreo de los datos del usuario, así como se indica en la Figura 1.

Figura 1

### Arquitectura de red



*Nota.* Se indica la arquitectura lógica a implementar en el sistema.

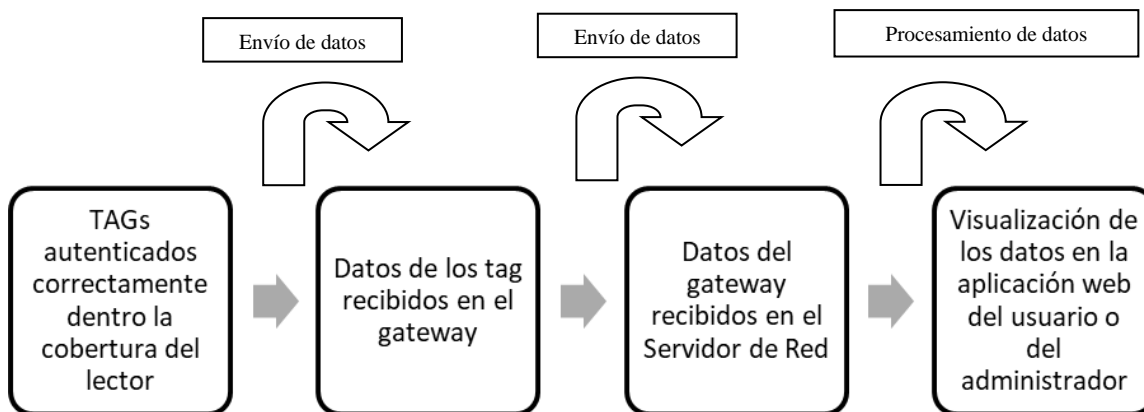
En la Figura1, los equipos que se desempeñan como gateways se ubican en lugares específicos de la zona de parking y se intercomunican con el servidor de red a través de una conexión inalámbrica. En el escenario práctico se empleará 4 Tags RFID y un lector RFID UHF que idealmente cubre 150m con una radiación direccional.

#### 1.4.2. Fase III: Desarrollar Diseño Físico y Fase IV: Probar, optimizar y documentar diseño

Las etapas del sistema que se implementarán con los recursos seleccionados se indican de manera general en la Figura 2

Figura 2

*Diagrama general de bloques del sistema de tarifado*

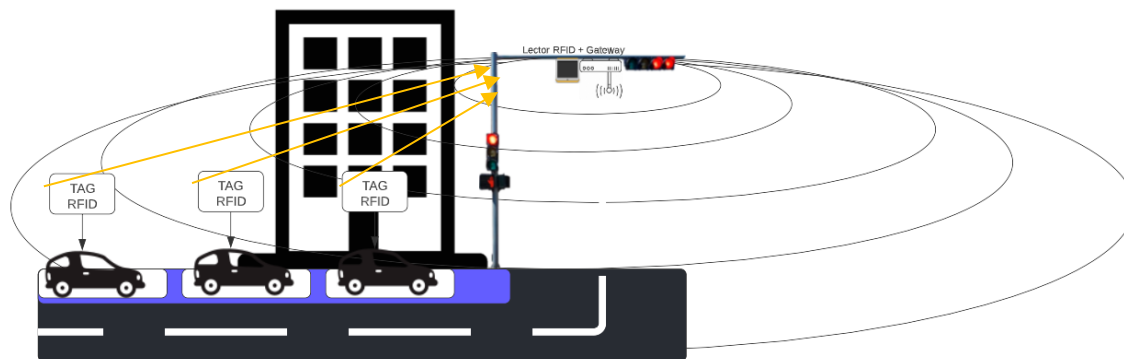


*Nota.* Se indica el diagrama de bloques que trabajará el sistema

Cada bloque del sistema será diseñado en todos los ámbitos; los requerimientos de la arquitectura refieren a los componentes y necesidades de hardware y software con junto a sus características para fundamentar el sistema en base a los requerimientos de diseño.

Iniciando en el primer bloque con un escenario donde el usuario perteneciente al registro de clientes se estaciona y mediante el tag de su vehículo es autenticado por el lector RFID dentro de su área de cobertura, como en la Figura 3

Figura 3

*Escenario del autenticado de TAGs por el lector RFID UHF*

*Nota.* Se muestra la primera etapa del diagrama de bloques.

El Gateway recibe los datos de todos los usuarios que se hayan autenticado por el lector RFID y los envía al servidor de la red, en este los datos son procesados para permitir la visualización de los mismos en una aplicación web enfocada al administrador del sistema y que el usuario o el administrador del sistema evalúe el estado de estancia del vehículo en cuanto a cobro por fracción de tiempo, si está vigente o ya excedió del tiempo adquirido, para proceder a enviar una alerta SMS al usuario solicitando la compra de un nuevo ticket o generar la multa respectiva.

El proceso secuencial más específico ahora analizado desde el inicio de sesión del usuario se lo detalla de la siguiente manera:

- Desde un sitio remoto o desde el lugar de estacionamiento en la zona azul el cliente accede a la aplicación web a través de un usuario y contraseña, credenciales que constarán con un ID único perteneciente a cada TAG
- Si el conductor se acerca a la zona de parqueo el lector RFID detectará la presencia del TAG y si el acceso fue iniciado correctamente la aplicación indicará una autenticación del TAG con el lector RFID exitosa y provee información de ubicación del vehículo, la



calle en la que se encuentra estacionado a través del despliegue estratégico de los lectores RFID; además la aplicación web indica el estado del saldo digital o dinero electrónico disponible del usuario con el respectivo catálogo con las tarifas que se puede adquirir dependiendo al tiempo requerido por el cliente.

- Todos estos datos generados de posicionamiento y tarifado son enviados desde el Gateway hacia el servidor de red donde son debidamente procesados para presentar una interfaz de usuario y administrador intuitivas.

Observaciones: Si un usuario registrado en la base de datos del sistema transita por la zona de cobertura del lector RFID y el tag es detectado el Gateway es el encargado de procesar los datos referentes al tiempo de estancia de un automotor en la zona y el sistema sepa discriminar cuando un usuario conduce su vehículo atravesando la ciudad de un escenario donde si requiera el servicio y se parque en un sitio de la zona azul.

Por otra parte si el usuario llega a un sitio de estacionamiento y ha transcurrido el tiempo mínimo de parqueo y adquiere un ticket su uso es inmediato en cuanto se pague.

Cabe recalcar que los TAG RFID proveerán la dirección exacta de la calle en la que se encuentra estacionado el vehículo así entonces si un automóvil se traslada por el área de cobertura del sistema se conocerá el posicionamiento cada vez que se desplace dentro de esta.

#### **1.4.3. Fase V: Implementar y probar la red y Fase VI: Monitorear y Optimizar la Red**

Al finalizar la implementación de la infraestructura de la red, el sistema se encontrará sujeto a diversas pruebas de funcionamiento que garanticen que no existe interferencia en la transmisión de datos por parte de los elementos de red y mejorar el rendimiento de un sistema de parking en una zona urbana esto permitirá evaluar el sistema cumpliendo con los requerimientos del cliente.

Las pruebas por bloque en la primera etapa se identifica posibles problemas y desarrollar soluciones desde la adquisición de datos en los lectores de TAGs que son los elementos más pequeños del sistema ayudando a identificar las causas raíz de los posibles problemas para solventarlos.

Las pruebas de integración se revisan si las unidades del sistema pueden comunicarse entre sí según sea necesario

Las pruebas del sistema se concentran en asegurarse que el proyecto terminado cumple con todos los requerimientos del cliente, probando no solo unidades sino el sistema por completo.

Los requerimientos del sistema se irán validando al cumplir con las necesidades el usuario y satisface las mismas, operando con los elementos que fueron analizados en la primera fase y probando el funcionamiento óptimo de estos en diferentes escenarios donde se tenga el rol de administrador del sistema, vendedor, operario y cliente.

## **1.5. Justificación**

La tecnología se ha convertido en una parte integral de la vida cotidiana, las necesidades se satisfacen con mayor facilidad. Las áreas enriquecidas con tecnología han cambiado todos los sectores; ya sea medicina, turismo, educación, entretenimiento o cualquier otro. La tecnología ha tocado todos los aspectos de la vida, haciéndola más fácil, mejor y diferente. IoT o conocido también como el internet de las cosas es una tecnología en auge que permite a los dispositivos crear una red de comunicación global mediante el intercambio de datos a través de Internet y actuar sobre esos datos; esta tecnología enriqueciendo un área específica de estudio como los parqueaderos inteligentes teniendo a usuarios interactuando con los dispositivos configurándolos o accediendo a los datos recopilados, pero en general, el dispositivo inteligente hará todo el trabajo en segundo plano. Los parqueaderos inteligentes forman parte de las Smart City debido a

la naturaleza flexible, escalable y fácil de instalar, Smart Parking es una solución de baja barrera para las ciudades que desean aprovechar el poder de IoT para brindar grandes beneficios a sus ciudadanos. Uno de los objetivos de Smart Parking es reducir el tiempo necesario y el factor de molestia de localizar un espacio de estacionamiento disponible.

El presente trabajo tiene como finalidad facilitar creación de un sistema que permita disminuir el tiempo del usuario invertido en la compra de las tarjetas físicas del tarifado de parking en las zonas azules de la ciudad de Ibarra e invertir ese tiempo en ocupaciones prioritarias del conductor; un sistema de estacionamiento inteligente tarifado ayuda también a los usuarios conductores a controlar su dinero digital invertido en la compra con antelación de las fracciones de tiempo que se usarán en las zonas azules que pueden ser adquiridos con método pospago evitando que el usuario tenga que estar buscando al operario de la zona azul para la adquisición de una tarjeta de tarifado y poder adquirirla de manera rápida.

## **Capítulo II**

### **Fundamento Teórico**

En este capítulo se plasma toda la información necesaria que permita crear bases teóricas fundamentadas para el desarrollo del proyecto, abordando temas como sistemas de parqueaderos tradicionales automatizados, redes de sensores, equipamientos necesarios a nivel de software y hardware enfocado en los niveles y capas de la arquitectura referencial que se emplea en el Internet de las Cosas – IoT.

#### **2.1. Internet de las cosas – IoT**

Se puede hablar de la cuarta revolución industrial a manera de una fusión de los métodos tradicionales de sistemas digitales y físicos industriales con las herramientas tecnológicas en auge como la inteligencia artificial, grandes conjuntos de datos, computación en la nube, realidad aumentada, impresión 3D, vehículos autónomos, robots avanzados, nanomateriales y el IoT que es uno de los aspectos determinantes de esta era ayudando a mejorar la calidad de vida del ser humano; que ha resultado a simple vista en el aumento notable de dispositivos inteligentes en la existencia cotidiana cubriendo áreas como Salud, agricultura, smart cities, domótica, monitoreo de suelos, por mencionar algunos campos. (Rymarczyk, 2020a).

Corroborando la información presentada la ITU en la recomendación ITU-T Y.2060 establece que el IoT es una infraestructura mundial para la sociedad de la información que brinda servicios avanzados gracias a la interconexión de objetos físicos como virtuales bajo la interoperabilidad de las tecnologías de la información y la comunicación presentes y futuras (ITU-T, 2012).

El objetivo principal de IoT es la interconexión digital de varios dispositivos tradicionales y de uso diario en la vida cotidiana, equipos como lavadoras, televisores, lámparas, actuadores,

sensores, de forma que se organice todo como una red de comunicación que permita realizar y ejecutar órdenes y acciones de manera automática bajo el control de una conexión a internet y los servicios que presta la nube.

Según Williams (2022), el IoT se fundamenta por cuatro áreas:

### **2.1.1. Sensores**

Son los equipos que cumplen con la función de recopilar datos en el entorno que se encuentren operando, dependiendo a la aplicación asignada estos dispositivos pueden trabajar entre uno y varios equipos a la vez.

### **2.1.2. Conectividad**

Los datos que han sido recolectados por los sensores son enviados hacia la nube es decir se comunican los datos a través de Internet hacia y desde su aplicación de IOT, para esto utiliza ciertas tecnologías como Ethernet o redes inalámbricas como redes móviles o satelitales, WiFi, Zigbee entre otras.

“Una aplicación de IoT es un conjunto de servicios y software que integra los datos recibidos de varios dispositivos de IoT. Utiliza tecnología de machine learning o inteligencia artificial (IA) para analizar estos datos y tomar decisiones informadas. Estas decisiones se comunican al dispositivo de IoT y este responde de forma inteligente a las entradas”

(Amazon Web Services - AWS, 2022).

### **2.1.3. Procesamiento de datos**

Una vez que los datos llegan a la nube, el software los procesa, verifica y realiza las acciones que tomaría o a su vez emite correcciones necesarias.

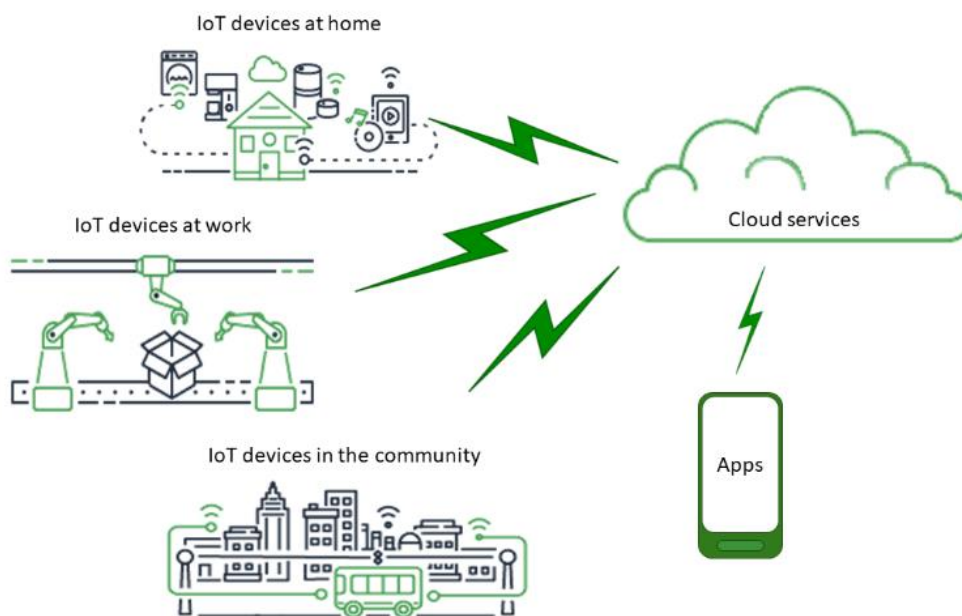
### 2.1.4. Interfaz de usuario

Después del procesamiento de la información, esta se muestra a los usuarios y administradores a través de aplicaciones, mensajes de texto, video, entre otros. Algunos ejemplos comunes son una aplicación móvil o un sitio web que pueden utilizarse para registrar y controlar dispositivos inteligentes.

Se puede evidenciar estas áreas en una representación gráfica en la siguiente Figura 4:

Figura 4

*Áreas del IoT*



*Nota.* Se detalla las áreas de operabilidad en conjunto del IoT. Tomado de (Amazon Web Services - AWS, 2022).

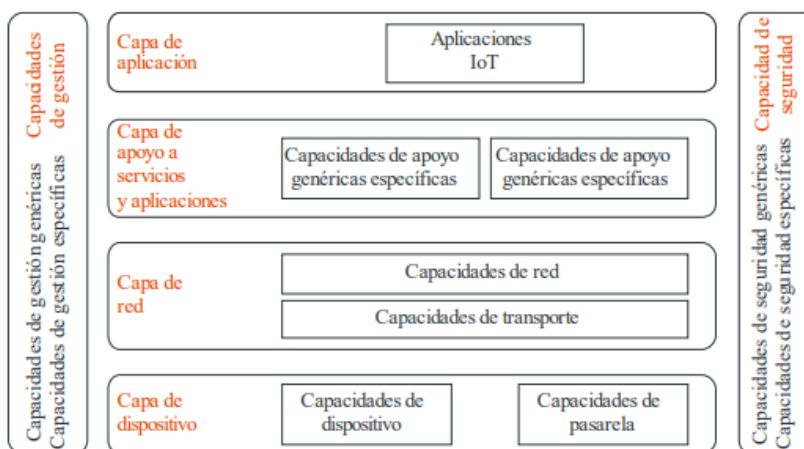
## 2.2. Arquitectura de referencia de IoT

Según ITU-T (2012), Unión Internacional de las telecomunicaciones ha definido una arquitectura referencial de IoT, esta consta de cuatro capas y de capacidades por cada nivel de

gestión además de ejes transversales relacionados con la gestión y seguridad. Como se puede observar en la siguiente Figura 5:

Figura 5

*Arquitectura referencial del IoT*



*Nota.* Modelo referencial del IoT basado en cuatro capas. Tomado de (ITU-T, 2012).

### 2.2.1. Capa de dispositivo

En esta capa se encuentran los nodos sensores, y se gestiona la identificación de los mismos, las capacidades de hardware que estos tienen y el recurso de energía. Según ITU-T (2012), se constituye sobre dos tipos lógicas de capacidades:

#### 2.2.1.1. Capacidades de dispositivo

##### a. Interacción directa con la red de comunicaciones.

Los dispositivos pueden recabar y cargar información directamente sin establecer uso de una pasarela. Interacción indirecta con la red de comunicación: Los dispositivos pueden recabar y cargar información indirectamente en la red de comunicación mediante capacidades de pasarela. Además, los dispositivos pueden recibir información.

## **b. Redes ad-hoc**

Los dispositivos pueden construir redes de manera ad-hoc en algunas circunstancias cuando la situación lo requiera, de esta forma aumenta la capacidad evolutiva y la velocidad de despliegue.

Modo reposo y activo: Las capacidades de dispositivo deben disponer de mecanismos para pasar a los modos "reposo" y "activo" a fin de ahorrar energía.

### ***2.2.1.2.Capacidades de pasarela***

Las capacidades de pasarela son, entre otras:

Soporte de interfaces múltiples: En la capa de dispositivo, las capacidades de pasarela soportan dispositivos conectados mediante diferentes tipos de tecnologías alámbricas e inalámbricas, tales como, ZigBee, Bluetooth o WiFi. En la capa de red, las capacidades de pasarela pueden comunicarse a través de diversas tecnologías, tales como la red telefónica pública conmutada (PSTN), las redes de segunda o tercera generación (2G o 3G), las redes LTE (evolución a largo plazo), Ethernet o las líneas digitales de abonado (DSL).

Conversión de protocolo: Hay dos tipos de situaciones en las que se necesitan capacidades de pasarela. Una es cuando las comunicaciones en la capa de dispositivo utilizan protocolos diferentes, por ejemplo, protocolos de tecnología ZigBee y Bluetooth, y la otra es cuando en la comunicación intervienen la capa de dispositivo y la de red y se utilizan protocolos diferentes en cada una, por ejemplo, el protocolo de tecnología ZigBee en la capa de dispositivo y el protocolo de tecnología 3G en la capa de red.

La tecnología inalámbrica es el medio por el cual los dispositivos IoT encaminan los datos superando la comunicación cableada llegando a interconectar lugares remotos



hacia una central de procesamiento. Todos esos nodos recolectores de información son parte del IoT que gozan de la comunicación inalámbrica, y al conjunto de nodos se los denomina “Redes de Sensores Inalámbricos” (RSI o WSN proveniente del inglés Wireless Sensor Network).

### ***2.2.1.3.Red de Sensores Inalámbricos***

Las Redes Inalámbricas de Sensores o RIS (también llamadas WSN por sus siglas en inglés) se conforma por nodos de sensores que estos a su vez son dispositivos electrónicos con calibración de susceptibilidad, que son distribuidos y aplicados en un ambiente de interés particular. En una red ad-hoc cada sensor recolecta datos de su ambiente por ejemplo cantidad de oxígeno, nivel de iluminación, temperatura u otros factores ambientales, de igual forma pueden ser utilizados para aplicaciones específicas como medición de nitrógeno, potasio en suelos todos estos datos recopilados serán luego procesados y analizados para obtener información y resolver una necesidad en común (Andrés Saavedra Arancibia et al., 2015).

Cada nodo ubicado en coordenadas específicas recolecta los datos y enruta a sus vecinos, hasta que la información alcanza un destino específico denominado nodo central, parte fundamental de la red porque es aquí donde será procesado cada masa de datos para luego ser gestionada y asignar acciones desde un gestor de tareas, para poder disponer de los resultados del ambiente circundante en tiempo real dependiendo del tipo de escenario que se requiera analizar (Otis & Rabaey, 2007).

Las redes inalámbricas de sensores (WSN - Wireless Sensor Network) según Tiwari et al (2015), presentan las siguientes ventajas y desventajas; se detalla las siguientes ventajas:

- Las configuraciones de Network se pueden llevar a cabo sin infraestructura fija.
- Adecuado para los lugares no asequibles como sobre el mar, montañas, zonas rurales o bosques profundos.
- Flexible si hay una situación aleatoria cuando se necesita una estación de trabajo adicional.
- El precio de implementación es barato.
- Evita cableado excesivo.
- Puede acomodar nuevos dispositivos en cualquier momento.
- Es flexible someterse a particiones físicas.
- Se puede acceder utilizando un monitor centralizado.

Así como aclara las ventajas, si explica las desventajas de las redes de sensores inalámbricos y se pueden resumir de la siguiente manera:

- 1. Menos seguro porque los hackers pueden entrar en el punto de acceso y obtener toda la información.
- 2. Menor velocidad en comparación con una red cableada.
- 3. Más complicado de configurar en comparación con una red cableada.
- 4. Fácilmente perturbado por el entorno (paredes, microondas, grandes distancias debido a la atenuación de la señal, entre otras).

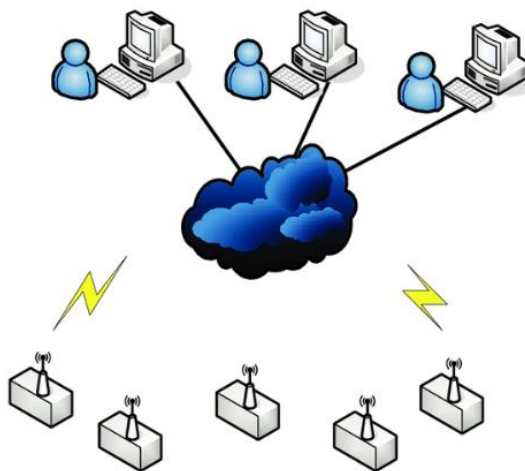
### a. Arquitectura de Red de Sensores Inalámbricos

La arquitectura para una red de sensores inalámbricos para su funcionamiento básico consta de tres componentes primordiales: nodos sensores, Gateway y la estación base, como se puede apreciar en la Figura 6.

Para lo cual el primer elemento son los sensores, asignados la función de recolección de datos y enrutamiento de estos de forma inalámbrica hacia el Gateway; este será el encargado de recolectar la data de cada uno de los sensores, para luego ser procesados y almacenados en una base de datos y poder transmitirlos al usuario de forma de estadísticas con interfaces amigables (Domínguez, 2020).

Figura 6

*Arquitectura SDWAN*



*Nota.* Arquitectura de red de sensores inalámbricos. Tomado de (Ortiz et al., 2010).

El autor Domínguez (2020) afirma también que, la unidad vital de una WSN es cada nodo sensor ya que indispensablemente es el recolector de los datos, donde el nodo sensor se conforma de cuatro partes fundamentales: la primera en la administración de la energía para el correcto funcionamiento, continuando con el uso de otro nodo

sensor encargado de receptar la información y transformar información en señales eléctricas, luego el microcontrolador que recibe los datos del sensor y por último se tiene el transceiver el cual tiene la capacidad de combinar las funciones de transmisión y recepción inalámbrica, para poder establecer la comunicación (Dominguez, 2020).

Por otra parte el Gateway es un sistema que combina la funcionalidad de hardware y software para interconectar dos redes entre sí, permitiendo el funcionamiento con diferentes protocolos de red, el Gateway crea una conexión entre las dos redes, lo que quiere decir es que primero analiza una solicitud entre los protocolos diferentes de cada red para poder transmitir información (López, 2021).

Y por último el autor López (2021), también argumenta que otra parte fundamental es la estación base en donde se almacenará toda información en una base de datos para posterior ser analizada y formar estadísticas acerca del monitoreo que se está realizando mediante la red de sensores.

### **2.2.2. Capa de red**

En esta capa se realiza la agregación de datos además contiene los tipos de tecnologías de comunicación, los algoritmos de agregación, enrutamiento, control de topologías y protocolos de mensajería, según ITU-T, (2012) esta capa se constituye sobre dos tipos de capacidades:

#### **2.2.2.1. Capacidades de red**

Ofrecen funciones de control de la conectividad en red, tales como funciones de control de acceso y de recursos de transporte, gestión de la movilidad y autenticación, autorización.

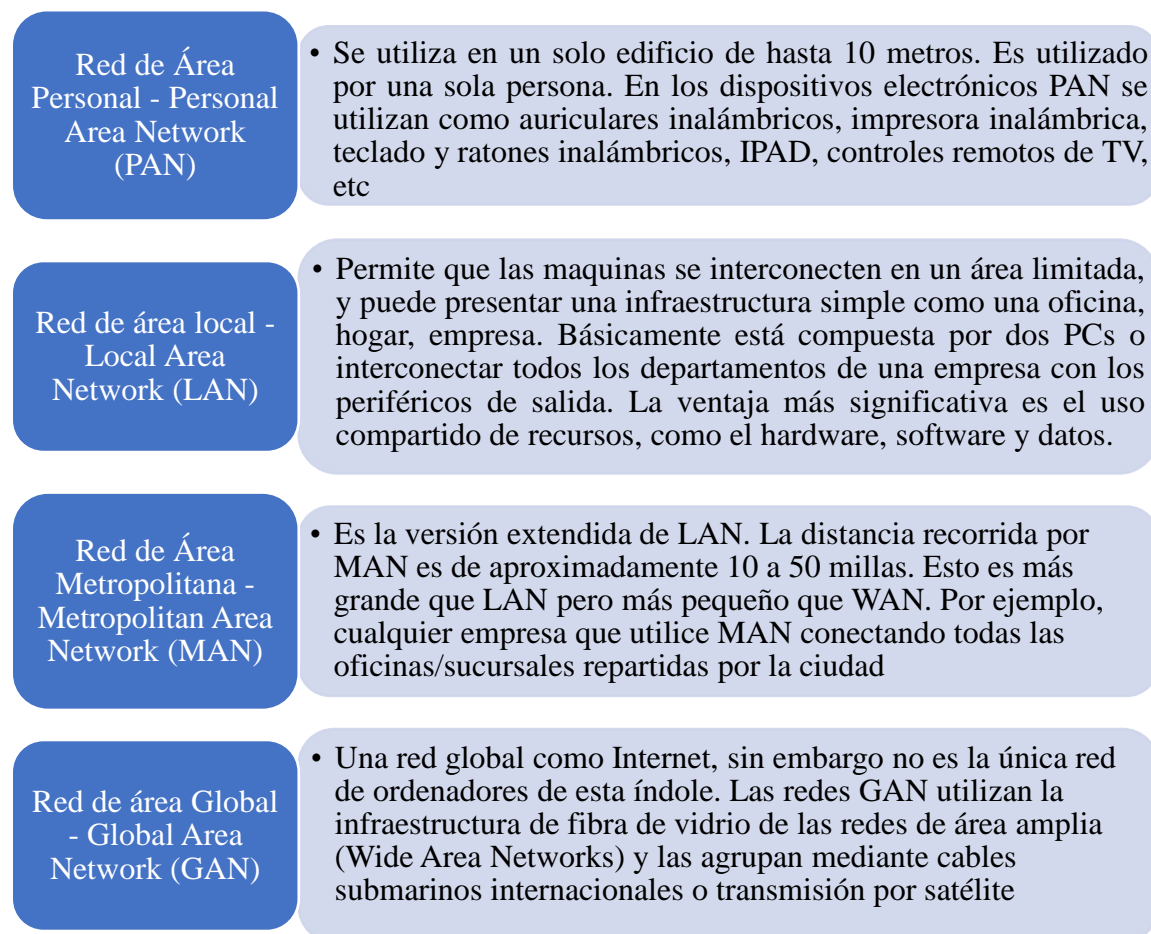
## b. Hardware de Red

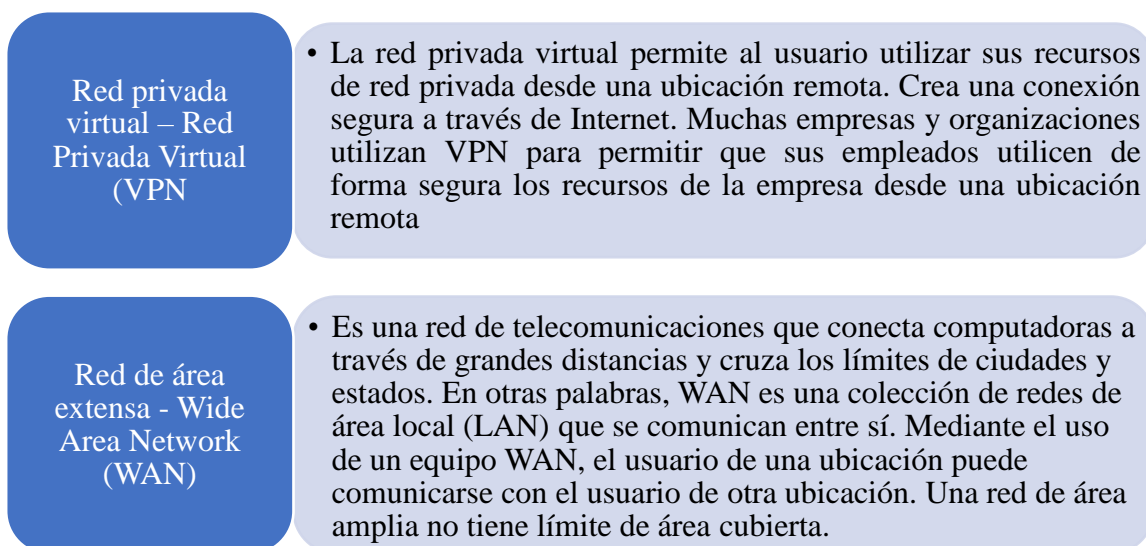
Según Tanenbaum & Wetherall (2012), argumenta que no existe una clasificación que englobe todas las redes, pero sostiene que la clasificación más sobresaliente es por escala y transmisión por tecnología.

Un parámetro importante para la clasificación es la distancia de cobertura de la red, ya que las distintas tecnologías se utilizan a diferentes escalas; según IONOS (2018), se presenta la siguiente clasificación mostrada en la Figura 7.

Figura 7

*Clasificación de las redes dependiendo la distancia de cobertura.*



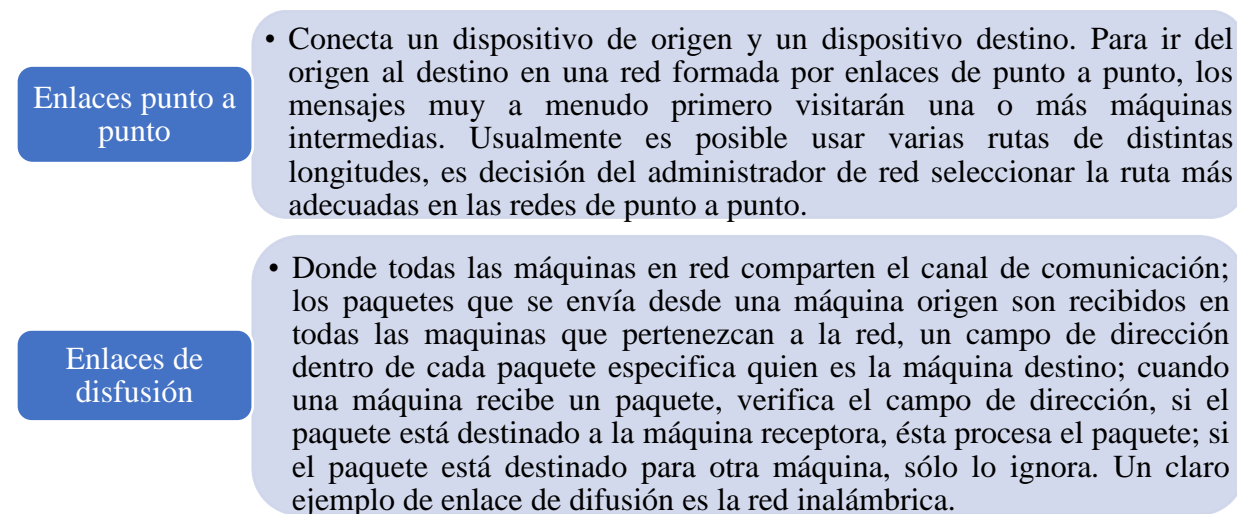


*Nota.* La clasificación presente se basa por área de cobertura y especificaciones. Tomado de (IONOS, 2018).

Tanenbaum & Wetherall (2012), también afirma que se emplea dos tipos de tecnologías de transmisión, como se detalla en la siguiente Figura 8.

Figura 8

*Tecnologías de la Transmisión.*



*Nota.* Enlaces punto a punto y por difusión, clasificación de tecnologías de transmisión por Tanenbaum & Wetherall. Tomado de Tanenbaum & Wetherall (2012).

## Comunicaciones inalámbricas

En un sentido amplio y general, comunicaciones inalámbricas son aquellas comunicaciones entre dispositivos (móviles o no) o entre personas que intercambian información utilizando el espectro electromagnético (Prieto Blázquez, 2015).

El autor Prieto Blázquez (2015), también afirma que la clasificación de las comunicaciones inalámbricas depende del alcance y control de acceso a la red, tales como:

### *Redes de área personal inalámbrica - Wireless Personal Área (WPAN)*

Con respecto a su alcance, los dispositivos se encuentran distanciados generalmente separados como el espacio de una habitación, oficina, despacho.

El uso de las redes WPAN es una tecnología tan común, habitual y fácilmente utilizable como la tecnología bluetooth o wifi, que llegan a conectar dispositivos a 10 metros hasta 100 metros.

El autor afirma también que las tecnologías comúnmente utilizadas son las siguientes: Bluetooth, DECT8 , IrDa9 , NFC10 y Zigbee. En la siguiente Tabla 1 de resumen se encuentra características de cada tecnología mencionada.

Tabla 1

*Tabla resumen de tecnologías de una red WPAN*

<b>Tecnología</b>	<b>Características</b>
Bluetooth	Estándar IEEE 802.15.1  Transmisión masiva de voz y datos mediante enlace de radiofrecuencia  Banda ISM de 2,4 [GHz]

---

	Alcance de 10m a 100m
	Relación conexión: maestro-esclavo
DECT – Digital enhanced cordless telecommunications	Estándar DECT (1988) Función de traspaso (handover) por radioenlace Transferencia de datos desde 552 [Kbps] hasta 2[Mbps] Banda de frecuencia protegida y libre de interferencias con otras tecnologías
IrDa	Estándar IrDa Transmisión de información mediante frecuencia infrarrojo Comunicación mediante el uso del diodo LED (light emitting diode) Alineación entre dispositivos con una desviación permitida de 30°
NFC – Near field communication	Aprobado por ISO 18092 (2003) Extensión del estándar ISO/IEC-14443 Transmisión de no masiva de datos mediante un enlace de radiofrecuencia Banda ISM de 13,56 [MHz] Usado especialmente para la identificación y validación de personas.

---

*Nota.* Tabla de resumen de características de tecnologías inalámbricas. Tomado de  
(Prieto Blázquez, 2015)



Las mencionadas tecnologías tienen la capacidad de interconectar diferentes dispositivos como asistentes digitales personales (PDA), teléfonos, impresoras, ordenadores portátiles, dispositivos inteligentes de cálculo, móviles PDA, PC.

Además el autor afirma lo siguiente:

Zigbee: Estándar de comunicaciones inalámbricas, regulado por IEEE 802.15.4 (2004), permite habilitación de redes inalámbricas con capacidades de control, proporcionando seguridad monitorizada, de bajo coste energético y de procesador. “ZigBee no es una tecnología, sino un conjunto estandarizado de soluciones que pueden ser implementadas por cualquier fabricante” (p.14).

### ***Redes de área local inalámbrica - Wireless Local Area Networks (WLAN)***

Según Prieto Blázquez, (2015) es una red con cobertura geográfica limitada con una velocidad de transmisión relativamente alta, con niveles bajos de errores bajo una administración privada. “Las WLAN son una extensión y/o una alternativa a las LAN con cables. Los usuarios de una WLAN pueden acceder a los recursos que les ofrece la LAN sin tener que depender de infraestructuras de red (cableado, conectores, entre otros)” (p.14). Las ventajas y limitaciones de una WLAN se observan en la siguiente Tabla 2:

Tabla 2

#### *Ventajas vs limitaciones y requerimientos que presenta una red WLAN*

<b>Ventajas</b>	<b>Limitaciones y requisitos</b>
<b>Movilidad:</b> mediante una red WLAN se puede acceder a información en tiempo real remotamente	<b>Velocidad:</b> Transmiten información a más de 500 [Mbps]

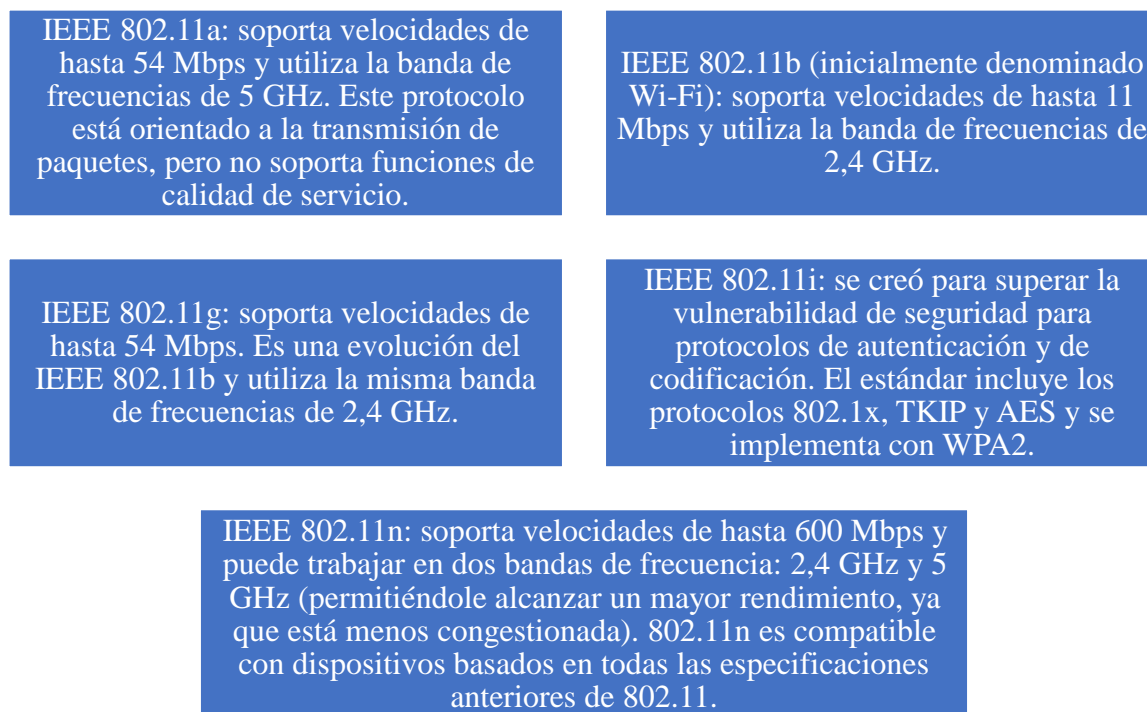
<b>Instalación simple:</b> Sin invertir costes de cableado, por lo tanto bajo costo a largo plazo.	<b>Accesos difíciles:</b> Disminución de la intensidad de la señal por cada factor que amortigüe la potencia de transmisión
<b>Flexibilidad:</b> Acceso de conexión a lugares que una LAN cableada no tendría cobertura.	<b>Consumo:</b> Alimentación con baterías, diseño de consumo eficiente.
<b>Escalabilidad:</b> Configuración y operabilidad en diferentes topologías según la necesidad de entorno.	<b>Nodos máximos y cobertura:</b> Centenar de nodos con una cobertera de 10 a 100[m <sup>2</sup> ] con retardos de propagación de 1000[ns]
	<b>Seguridad:</b> Empleo de algoritmos de cifrado.
	<b>Interferencias:</b> Presencia de nodos ocultos

---

*Nota.* Tabla de doble entrada que compara las ventajas vs limitaciones más los requerimientos que presenta una red WLAN. Tomada de (Prieto Blázquez, 2015).

El autor afirma también que las tecnologías utilizadas de una WLAN son variantes del IEEE 802.11, como se puede observar en la siguiente figura:

Figura 3

*El estándar 802.11 como una familia de especificaciones*

*Nota.* Especificaciones de los variantes tipos de la familia IEEE 802.11. Tomado de (Prieto Blázquez, 2015).

***Redes de área extendida inalámbrica - Wireless Wide Área Networks (WWAN)***

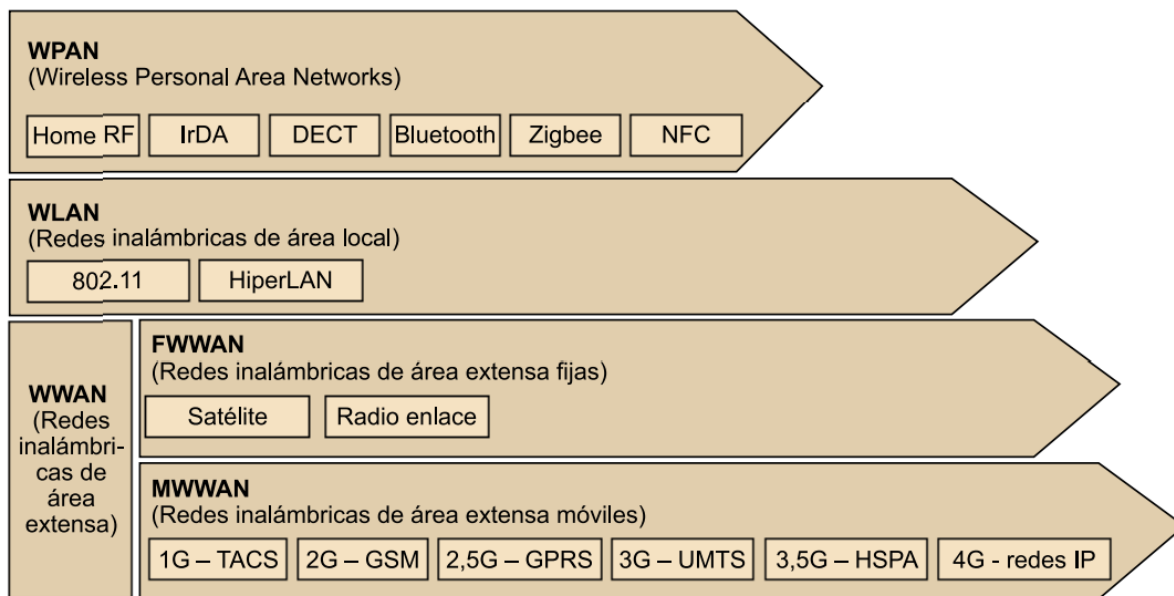
El autor Prieto Blázquez, (2015) también establece que las WWAN permiten la conexión de redes y usuarios de zonas distantes geográficamente, de las cuales se subclasifica en dos tipos: WWAN fijas, que se comunican por radioenlace o satélite, WWAN móviles, que se comunican por medio de compañías u servicios públicos en transmisión y recepción de señales.

Un resumen de las tecnologías tratadas se presenta en la siguiente

Figura 9.

Figura 9

*Clasificación de las tecnologías inalámbricas.*



*Nota.* Clasificación de tecnologías por cada tipo de red inalámbrica. Tomada de (Prieto Blázquez, 2015).

#### **2.2.2.2. Capacidades de transporte**

Con el objetivo de suministrar conectividad para el transporte de información y datos específicos de servicios y aplicaciones IoT, de igual forma el transporte de información de control y gestión relacionada con IoT (Prieto Blázquez, 2015).

#### **2.2.3. Capa de soporte de servicios y aplicaciones**

Según ITU-T (2012), esta capa de soporte de servicios y aplicaciones se desarrolla sobre dos grupos de capacidades:

##### **2.2.3.1. Genéricas**

Son capacidades comunes que puede utilizarlas diferentes aplicaciones IoT, ya sea el almacenamiento de datos o el procesamiento de estos.

### **2.2.3.2.Específicas**

Capacidades grupales usadas para atender necesidades particulares y apoyar funciones de las diferentes aplicaciones IoT

En esta capa se toma en consideración la infraestructura, dónde se encuentra y la relevancia del middleware o plataformas para construir sobre ellas. El Oxford English Dictionary (2017), define el middleware como:

“Software que actúa como puente entre un sistema operativo o una base de datos y las aplicaciones, especialmente en una red”

#### **a. Arquitectura de un middleware**

##### **Capa de abstracción de dispositivos y manejo de recursos**

Encargada del control y manejo de la interoperabilidad y la interacción con los dispositivos, además de administrar los parámetros de hardware de bajo nivel, como protocolos utilizados, tecnologías de comunicación, estándares, interfaz.

##### **Capa de gestión de datos**

Responsable de almacenar y procesar entre otras actividades como el filtrado, agregación, inferencia de los datos capturados por los diferentes dispositivos (Khaddar, 2021).

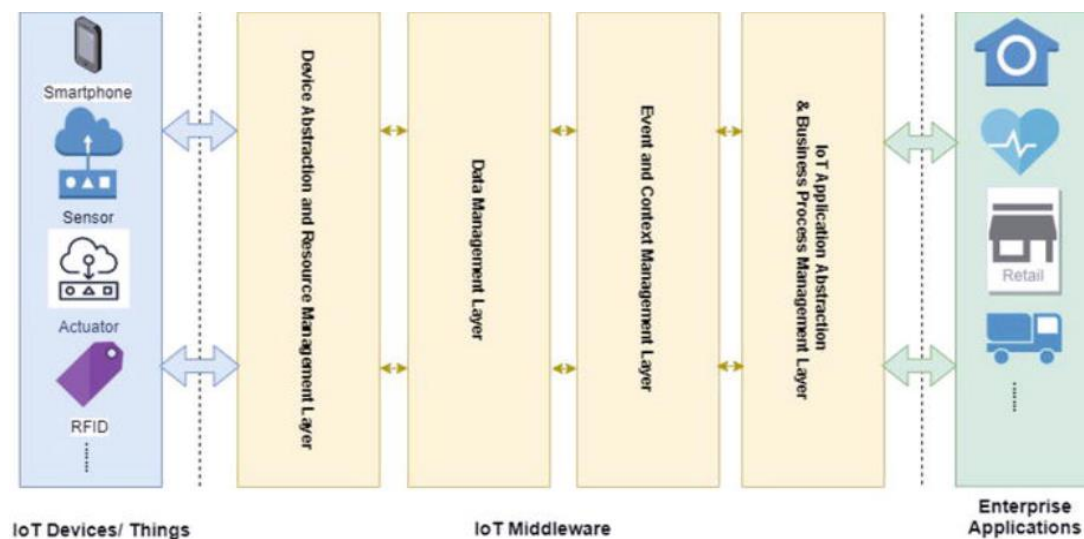
##### **Capa de gestión de eventos y detección de contexto**

Contiene la aplicación de políticas y normas guía de negocio solicitadas por las aplicaciones, políticas o normas como, reglas de seguridad o privacidad.

##### **Capa de abstracción de aplicaciones IoT y gestión de procesos**

Capa que permite que las aplicaciones puedan comunicarse con los demás dispositivos, además de ayudar en obtener los datos procesados y eventos planificados en middleware (Khaddar, 2021). La arquitectura de un middleware se presenta en la siguiente Figura 10

Figura 10  
 Arquitectura general de un middleware



*Nota.* Arquitectura de middleware IoT enlazando dispositivos IoT con aplicaciones corporativas. Tomado de (Khaddar, 2021).

#### 2.2.4. Capa Aplicación

Según ITU-T, (2012) en esta capa se localizan los componentes propios de cada implementación. Los escenarios son muy variados tales como:

##### 2.2.4.1. Ciudades inteligentes

Las aplicaciones de IoT según García-García et al (2018), engloban diversos aspectos del correcto funcionamiento y gestión de una ciudad haciendo más eficiente la planificación urbana y el mantenimiento de las infraestructuras. Los gobiernos utilizan las aplicaciones de IoT para resolver problemas de infraestructura, salud y medio ambiente. En esta sección, se describirán las áreas más comunes de una ciudad inteligente:

- Valorar en niveles la calidad del aire y radiación.
- Reducir la factura energética aplicando sistemas de iluminación smart.

- Detectar dentro cada urbanización cuales son las necesidades de mantenimiento de infraestructuras críticas como calles, puentes y tuberías.
- Aumento de ganancias a través de una administración eficiente de los aparcamientos.

La cantidad de datos arrojados en las aplicaciones IoT para continuar con el tratamiento de estos y obtener la información requerida es necesario el uso de dispositivos que canalicen y filtren los datos llevándolos hasta las unidades de procesamiento capaces de interpretar estos valores obtenidos.

Según Sánchez Peñafiel & Shicay Arias, (2015) los pasos ordenados para la gestión de la información son:

### **1 Recolección de datos**

Para recolectar datos se apoya en dispositivos dedicados como sensores, actuadores incluso smartphones, dispositivos del hogar o de infraestructuras fijas como edificios, unidades meteorológicas o sistemas de canalización.

### **2 Transmisión de datos**

Por medio de las redes de comunicación se transmite los datos recopilados, las redes de comunicación pueden ser con infraestructura inalámbrica, móvil y fija esto dependerá cuales sean las necesidades de movilidad, área de cobertura, ancho de banda y latencia de aplicación. Se pueden comunicar mediante de redes mesh con tecnología inalámbrica, tecnología celular o si es el caso que la conexión sea por red fija se usa tecnología como ADSL o fibra óptica

### 3 Almacenamiento y análisis de los datos

La unidad de procesamiento denominada plataforma central almacena los datos recopilados del entorno; esta unidad facilita posteriormente el uso de los datos por aplicaciones y servicios.

Especialmente dentro del área de las smart city, el almacenamiento de los datos debe radicar fundamentalmente en dos características de diseño, el manejo de grandes volúmenes de datos en tiempo real y que la información esté geolocalizada.

### 4 Plataformas de provisión de servicio

Cada uno de los datos alimentan una plataforma que brinda el servicio como: autenticación de usuarios, establecimiento de precios en tiempo real, transacciones de pagos por servicios, seguridad en el almacenamiento de datos, entre otras.

El autor afirma también que “Estas plataformas son esenciales para la construcción de una smart city pues son las que integran la visión de la ciudad, facilitando tareas comunes” (p.8)

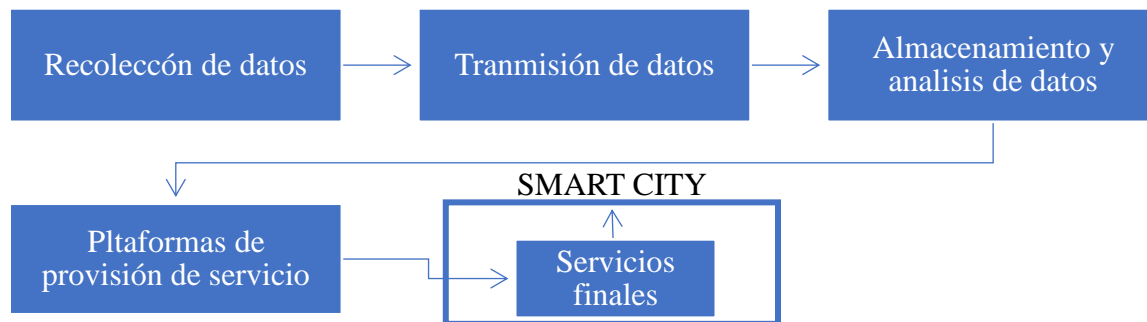
### 5 Servicios finales

El smart city apoyando en las tecnologías, infraestructuras y plataformas mencionadas llegan al usuario ofreciendo su valor final, los mismos que formaran parte de la red informática mundial la Internet, para estar al alcance de los usuarios en sectores y ámbitos cotidianos.

Un resumen de las etapas de gestión de datos en una red IoT, se observan en la siguiente Figura 11.



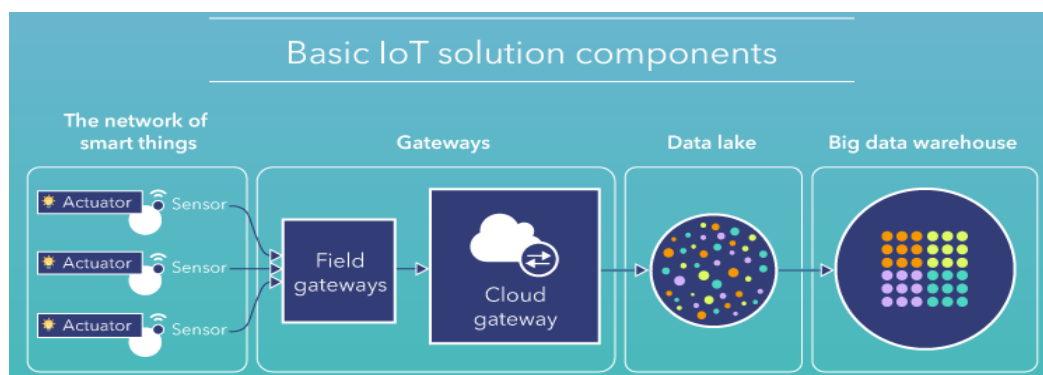
Figura 11

*Pasos para una gestión de datos en IoT*

*Nota.* Pasos de gestión del procesamiento de datos obtenidos en un entorno de Smart City. Tomada de (Sánchez Peñafiel & Shicay Arias, 2015).

Para una mejor comprensión de cómo se interconecta la data de una ciudad inteligente basada en el almacenamiento de datos y como estos interactúan se presenta la siguiente Figura 12

Figura 12

*Componentes Básicos de una red IoT*

*Nota.* La arquitectura básica IoT está equipada con sensores y actuadores para recolección de los datos, enviados por una puerta de acceso o Gateway para ser almacenados por un lago de data y se mantienen ahí hasta que sean procesados escalando a un almacenado de big data. Tomado de (Grizhnevich, 2018).

A continuación el autor también presenta de forma general descripciones de algunos de los casos de mayor auge dentro una ciudad inteligente.

- **Sistemas de parqueo Inteligentes**

El sistema de estacionamiento de automóviles tradicional ahora es un sistema inteligente al usar una variada tecnología e investigaciones avanzadas catalogándolo como Smart Parking. El inteligente sistema de estacionamiento tiene una amplia variedad de aplicaciones y funciones con el que resuelven problemas enfrentados día a día en las actividades cotidianas de los usuarios conductores.

Los sistemas de parqueo presentan las siguientes características clave para denominarse smart parking system, y el autor Reed (2023), argumenta que deben estar incorporados de:

- Detección de espacios en tiempo real.- Que un sistema provea información en tiempo real detectando los lugares de estacionamiento disponibles, presenta una gran utilidad para los conductores que están tratando de encontrar un lugar en el mismo instante.
- Disponibilidad.- Muchos sistemas de estacionamiento inteligentes permiten a los usuarios hacer reservas de lugares de estacionamiento con anticipación. Aventajando especialmente a las empresas y organizaciones que necesitan garantizar un lugar para sus empleados o clientes.
- Pagos.- Los sistemas de estacionamiento inteligentes a menudo permiten a los usuarios pagar por su lugar de estacionamiento por adelantado. Esto

puede ser conveniente para los conductores y ayuda a garantizar que las empresas y organizaciones reciban el pago por sus lugares.

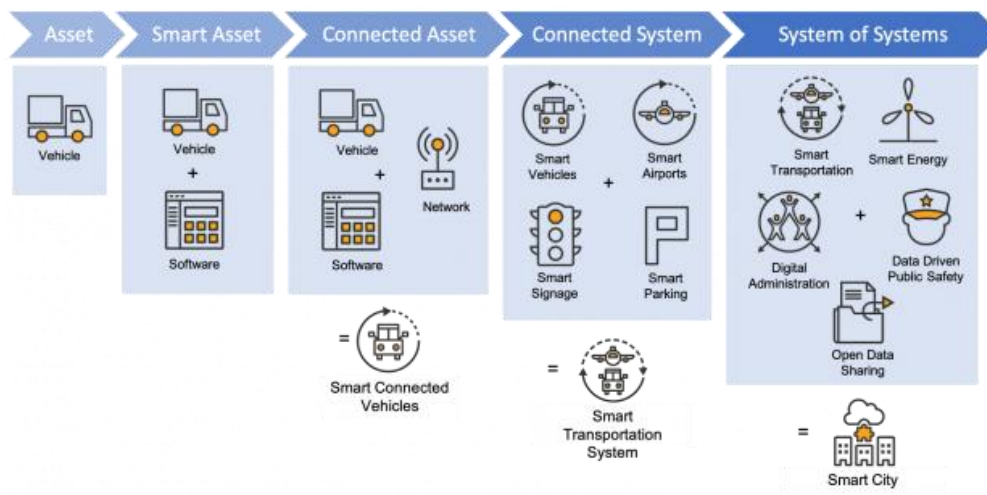
- Cumplimiento de estatutos.- Los sistemas de estacionamiento inteligentes pueden ayudar a hacer cumplir las regulaciones de estacionamiento. Esto puede ser beneficioso para las empresas y organizaciones que necesitan asegurarse de que sus puntos se utilizan correctamente.
- Análisis de estadísticas.- Los smart parking a menudo vienen con herramientas de análisis incorporadas. Esto puede ser útil para las empresas y organizaciones que desean realizar un seguimiento de cómo se utiliza su sistema de estacionamiento.

Por otra parte el cuidado ambiental es uno de los desafíos abordados por los smart parking ya que Existen también sistemas que encuentran datos óptimos para el cuidado medio ambiental el cual se basa en un código de algoritmo programado que analiza el nivel de emisiones de gases tóxicos de efecto invernadero si aumenta o disminuye (Revathi & Dhulipala, 2012).

Reed (2023), también indica en la Figura 13 un desglose de cómo se integra un nuevo vehículo a la red IoT de una ciudad inteligente.

Figura 13

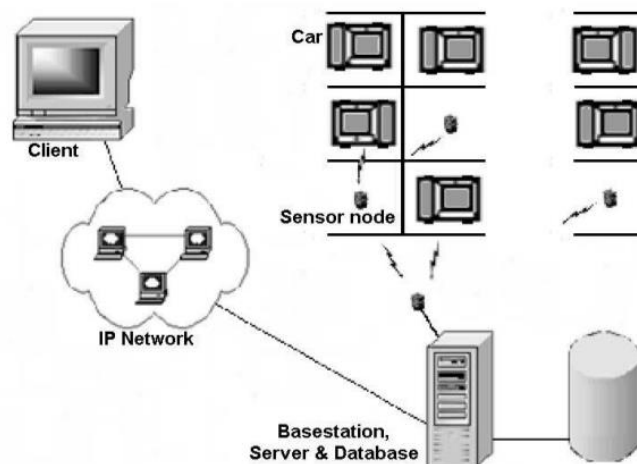
Integración de un vehículo a un sistema IoT de una ciudad inteligente &lt;



*Nota.* Referente a un activo (a sean automóviles o cámaras de seguimiento de temperatura, entre otros dispositivos ) y esos activos deben poder ejecutar software actualizable para hacerlos "inteligentes" y luego conectarse a sistemas individuales. Todos estos sistemas individuales son sistemas complejos y al organizarse forman parte de una ciudad inteligente. Tomado de (Reed, 2023) García-García et al (2018), también afirma que la arquitectura de este tipo de sistema, presentada en la Figura 14, es basada por el principio de niveles de funcionalidad observado en la siguiente figura.

- El primer nivel que comprende la funcionalidad de detección.
- Nivel medio encargado del reenvío de datos y el manejo de estos
- El nivel superior almacenamiento de datos, procesamiento e interfaces de clientes.

Figura 14

*Sistema de Arquitectura de un Parqueadero Inteligente*

*Nota.* Un sistema de arquitectura básico de funcionamiento del smart parking.

Tomado de (Revathi & Dhulipala, 2012).

- **Automóviles Conectados**

Un vehículo conectado es aquel que es capaz de conectarse a través de redes inalámbricas con dispositivos cercanos. Los vehículos conectados son un factor importante en el avance de IoT. Los casos de uso van desde sistemas de entretenimiento conectados que se conectan con el teléfono móvil del conductor hasta vehículos conectados a Internet que tienen comunicación bidireccional con otros vehículos, dispositivos móviles e intersecciones de la ciudad (Amazon Web Services - AWS, 2022).

El vehículo conectado es una tecnología del Internet de las Cosas (IoT) con amplias implicaciones, entre algunas de ellas Rymarczyk, (2020b) afirma lo siguiente:

- Alertar automáticamente a amigos y familiares en caso de accidente de tráfico.
- Predecir y prevenir las necesidades de mantenimiento del vehículo.
- Ayuda a los padres a realizar un seguimiento del comportamiento de conducción de sus hijos.
- Se reducirá el riesgo de averías y accidentes causados por errores y fatiga del conductor
- El tráfico se volverá más fluido, los atascos perderán frecuencia, el consumo de combustible y electricidad disminuirá.
- El transporte dejará de ser uno de los factores que más contribuyen a la contaminación del aire y al cambio climático.

### **2.3. Metodología Top Down**

Según Oppenheimer (2011) la metodología Top Down anteriormente se la denominaba una red top-Down y fue una disciplina aplicada y con gran éxito en el área de programación de software estructurado.

El diseño de red top-Down es iterativo primordialmente para evitar ser colapsado en detalles y conseguir una vista panorámica total que englobe los requerimientos del cliente para luego ir profundizando en detalles como exigencias de escalabilidad, preferencias tecnológicas, se presenta un diagrama de la Figura 15 de las fases que intervienen en esta metodología iniciando con un breve resumen de cada una de ellas.

El autor también afirma que el propósito de un diseño de red top-Down es el apoyo y guía para un diseño de red que incluya en un mismo sistema a las metas comerciales y técnicas del cliente ya sea que el cliente pertenezca a la empresa o sea un personaje externo. El objetivo

esencial del estudio de top-Down es brindar conocimiento necesario para diseñar redes empresariales que cumplan con los requisitos de funcionalidad, capacidad, rendimiento, disponibilidad, escalabilidad, flexibilidad, seguridad y capacidad de administración de un cliente.

De esta forma surge una metodología top-down con la misma característica de ser iterativo, el autor (Oppenheimer, 2011) afirma que “un acercamiento top-down deja a un diseñador de red ponerse "en un cuadro grande" primero y luego moverse en espiral hacia abajo según exigencias técnicas detalladas y especificaciones”

### **2.3.1. Fases de la metodología Top Down**

#### ***2.3.1.1. Fase I: Analizar Requerimientos***

En esta fase se tiene en cuenta los objetivos y limitaciones esto incluye incluyen la capacidad de correr las aplicaciones de red que reúne los objetivos comerciales corporativos, y la necesidad de trabajar dentro de restricciones comerciales, como paquete y márgenes de tiempo cortos. El comprender los objetivos comerciales y sus restricciones de los clientes es un aspecto crítico del diseño de red. Armado con un análisis cuidadoso de los objetivos comerciales del cliente, el administrador puede proponer un diseño de red que contara con la aprobación de su cliente (Oppenheimer, 2011).

#### ***2.3.1.2. Fase II: Desarrollo del Diseño Lógico***

Durante la fase de diseño lógico de la red, el diseñador de la red desarrolla una topología de red. Dependiendo del tamaño de la red y las características del tráfico, la topología puede variar de simple a compleja, requiriendo jerarquía y modularidad. Durante esta fase, el diseñador de red también diseña un modelo de direccionamiento de capa de red y selecciona protocolos de conmutación y enrutamiento. El diseño lógico también incluye la planificación de la seguridad, el diseño de la administración de la red y la investigación inicial sobre qué

proveedores de servicios pueden cumplir con los requisitos de WAN y acceso remoto (Oppenheimer, 2011).

#### ***2.3.1.3.Fase III: Desarrollar Diseño Físico***

Tras la fase de diseño físico, se seleccionan tecnologías y productos específicos que realizan el diseño lógico. El diseño de la red física comienza con la selección de tecnologías y dispositivos para redes de campus, incluidos cableado, conmutadores Ethernet, puntos de acceso inalámbricos, puentes inalámbricos y enrutadores. A continuación, se seleccionan tecnologías y dispositivos para el acceso remoto y las necesidades de WAN. Además, la investigación sobre los proveedores de servicios, que comenzó durante la fase de diseño lógico, debe completarse durante esta fase (Oppenheimer, 2011).

#### ***2.3.1.4.Fase IV: Probar, optimizar y documentar diseño***

Los pasos finales en el diseño de red top-down son escribir e implementar un plan de prueba, construir un prototipo o piloto, optimizar el diseño de la red y documentar su trabajo con una propuesta de diseño de red. Si los resultados de la prueba indican algún problema de rendimiento, durante esta fase debe actualizar el diseño para incluir características de optimización como la configuración del tráfico y los mecanismos avanzados de cola y conmutación del enrutador (Oppenheimer, 2011).

#### ***2.3.1.5.Fase V: Implementar y probar la red***

Estudiar el performance de una red existente brinda una línea básica dimensional para poder medir y compara el performance del nuevo diseño de red propuesto el cual ayudara a demostrar al cliente cuan mejor es su diseño en performance una vez implementado. A su vez las pruebas funcionales garantizan que las características y funcionalidades del software se



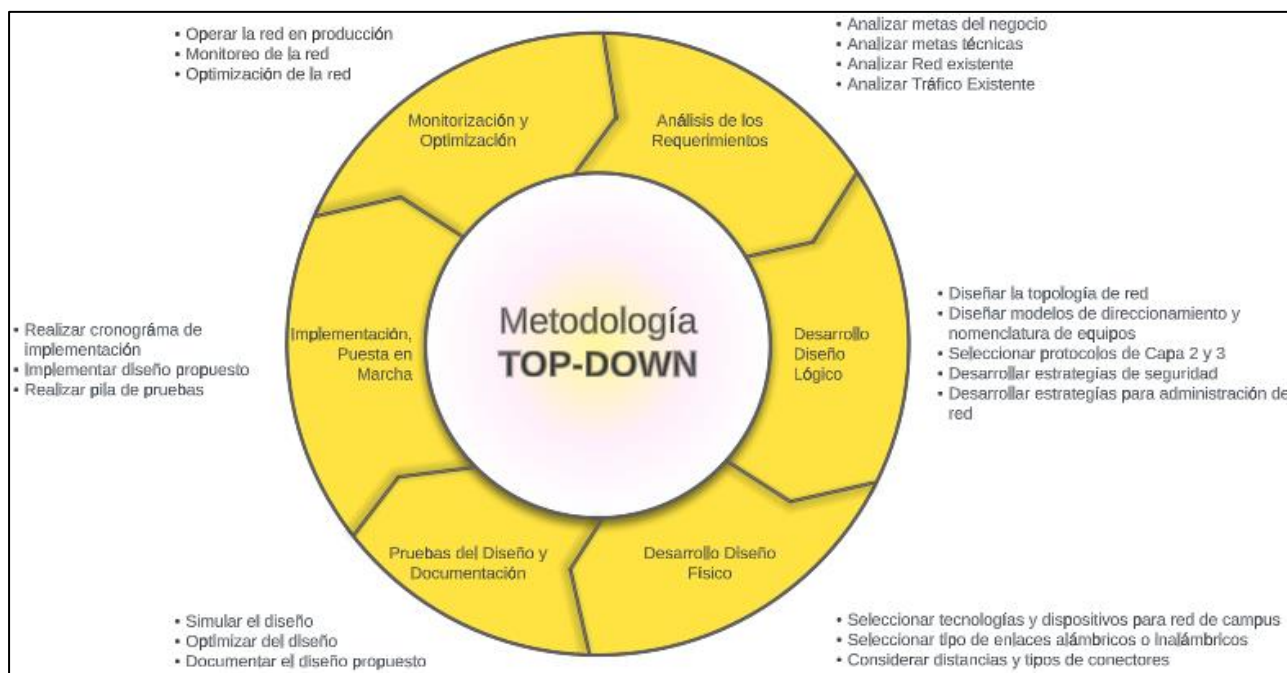
comportan según lo esperado sin ningún problema. Valida principalmente toda la aplicación con respecto a las especificaciones mencionadas por el cliente (Oppenheimer, 2011).

### 2.3.1.6.Fase VI: *Monitorear y Optimizar la Red*

Según Oppenheimer (2011), el monitoreo de red proporciona la información que los administradores de redes necesitan para determinar, en tiempo real, si una red está funcionando de manera óptima. Con herramientas como el software de monitoreo de redes, los administradores pueden identificar deficiencias y optimizar la eficiencia de manera proactiva. Las ventajas de un monitoreo para optimizar el sistema son, visibilidad clara de la red, mejor uso de los recursos de TI, análisis temprano de las necesidades de infraestructura futuras.

Figura 15

### *Metodología Top-Down*



*Nota.* Etapas que intervienen en la metodología Top-Down. Tomada de (Oppenheimer, 2011).

## **Capítulo III**

### **Diseño del Sistema**

En el siguiente capítulo la metodología a seguir en el presente proyecto se denomina modelo Top Down, que tienen un sistema de diseño basado primordialmente en evitar colapsos por fases al conseguir una vista panorámica total que engloba la funcionalidad del producto final bajo los requerimientos del cliente. Para la redacción de este capítulo se realiza un análisis de la situación actual de la zona de implantación del sistema, seguido de un estudio de los requisitos, el diseño del sistema, las pruebas y documentación del funcionamiento, implementación y la verificación, donde también se realizará la elección de los componentes para el presente proyecto.

#### **3.1. Fase I: Analizar Requerimientos**

##### ***3.1.1. Técnicas de Recolección y Levantamiento de Información***

Como parte de esta primera fase se planteó los objetivos en el anteproyecto que serán alcanzados en la ejecución del proyecto, posterior a ello se procede con una recopilación de información obtenida desde sitios oficiales del gobierno que controla el actual sistema de tarifado, además de hacer uso de técnicas de recolección como entrevistas tomadas directamente del personal que trabaja en SISMERT y se aplicó encuestas a los beneficiarios del sistema; con esta información se realiza un mapeo de la situación actual del área que cubrirá el sistema y las condiciones actuales.

##### ***3.1.1.1. Encuestas***

Las encuestas son el medio requerido que se usó para investigar a profundidad el sistema de parqueo tradicional a través de un cuestionario, aplicado directamente a los beneficiarios; esta encuesta es realizada de manera digital, con el fin de darle robustez a la información pública del sistema de parqueo.

Las encuestas serán aplicadas a una muestra de usuarios de la zona azul de parqueo, iniciando con preguntas generales como la edad, el género para determinar la muestra de beneficiarios, si es que viven dentro de la ciudad o están de visita, y problemas comunes que presenta una compra física de un ticket de parqueo, como puntos de venta cerrados, el tiempo que tardan comprando un ticket y de que tipo adquieren, el tiempo de permanencia en una plaza de parqueo, si prefieren optar por un sistema tecnológico para el pago por hora fracción con los beneficios que el usuario podría tener y servicios adicionales que accedería.

Las encuestas fueron realizadas de manera digital mediante el uso de las TIC, con el uso de herramientas, aplicaciones, redes que permitieron la compilación de las respuestas de la muestra de usuarios de manera sencilla y rápida con resultados inmediatos además de ahorro de costes en el procesado de las respuestas. Este banco de preguntas es de tipo cerrado, es decir con respuestas únicas o de selección múltiple, siendo esto de gran ayuda para el proceso cuantitativo, tabulación y el análisis de los resultados. El formato utilizado para la encuesta y la tabulación respectiva se muestra en el Anexo 1 ESTRUCTURA DE ENCUESTAS A USUARIOS SISMERT de este proyecto de titulación.

### ***3.1.1.2. Entrevista***

La entrevista es un recurso más personalizado con respecto a la persona entrevistada ya que refiere a un diálogo entablado con preguntas previamente planteadas y necesarias para la construcción del levantamiento de información para enriquecer el contenido de información pública más detalles que se logran obtener a través de una entrevista.

La entrevista al ser un diálogo abierto fue aplicada directamente al personal administrativo en este caso el líder del sistema actual de tarifado SISMERT del Gobierno Autónomo Descentralizado San Miguel de Ibarra. Las preguntas preestablecidas en el área más técnica son

para saber el área de cobertura, los horarios, que tipos de usuario frecuentan, que restricciones actualmente presenta el sistema y con respecto al tarifado si su valor es constante o varía los fines de semana y días festivos; finalmente preguntas con respecto a multas por uso inadecuado del sistema, como son las notificaciones por uso sobre tiempo de un área de parqueo y que multas trae consigo, como es el proceso de pago por la infracción que este demande.

Estas preguntas son de tipo abiertas al existir una dialogo directo con el entrevistado y obtener respuestas y opiniones acordes al tema sobren todo para corroborar datos durante estos últimos años ya que el último documento publicado de Ordenanza De Organización Y Establecimiento Del Sismert De Ibarra es del periodo 2015 al 2019.

El cuestionario planteado más respuestas obtenidas y la carta de confidencialidad socializada con el líder Analista SISMERT del GAD-Ibarra se encuentran en el Anexo 2: MODELO DE ENTREVISTAS ANALISTA SISMERT.

### ***3.1.2. Gobierno Autónomo Descentralizado de San Miguel de Ibarra – GAD-Ibarra***

El Gobierno Autónomo Descentralizado de Ibarra es una Institución pública que se establece bajo su misión “Planificar, regular, ejecutar y promover el desarrollo integral sostenible del cantón de Ibarra, a través de servicios de calidad eficientes y transparentes con la participación de la ciudadanía socialmente a fin de lograr un buen vivir” (GAD-Ibarra, 2023)

Una de las competencias del GAD-I es permanecer en constante actualización de los nuevos auges tecnológicos bajo demanda de la sociedad y en su afán de mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, optimiza los recursos con nuevas tecnologías a través del conocido gobierno electrónico con el objetivo de brindar a la comunidad un conjunto de servicios inteligentes para portar al desarrollo social, económico y cultural.

### **3.1.3. Sistema de Estacionamiento Rotativo Tarifado – SISMERT**

El Sistema de Estacionamiento Rotativo Tarifado (SIMERT), entra en vigor el 02 de Mayo del año 2002 a nivel nacional; brindando a los ciudadanos el derecho a una ocupación ordenada, equitativa, técnicamente equilibrada, evitando de esta manera la utilización indebida de los espacios públicos, cumpliendo de esta manera con los principios que rigen la actual administración municipal.(SISMERT GAD-Loja, 2022)

El GAD-I a través de una Ordenanza crea el "Sistema Municipal de Estacionamiento Rotativo Tarifado" de la ciudad de Ibarra "SISMERT ", con el objetivo de apoyar el desarrollo territorial, la conectividad y movilidad dentro del área urbana de la ciudad, así como mejorar las condiciones de circulación peatonal, vehicular y ciclística.(GAD-Ibarra, 2019)

El Sistema de Estacionamiento Rotativo brinda el servicio del parqueadero a la ciudadanía acogiendo a medios de transporte como:

- Vehículos Pesados
- Vehículos Livianos
- Motos/Motocicletas y bicicletas

La tarifa que cada chofer debe cancelar es según el tiempo que hace uso del parqueadero, y su duración máxima es de tres horas; el servicio está disponible de Lunes a Viernes a partir de las 8 de la mañana hasta las 7 de la noche, excepto los sábados y feriados que no aplica el SISMERT (GAD-Ibarra, 2019)

Es así como la Municipalidad ha tratado de regularizar el tráfico vehicular de la ciudad de Ibarra. La media hora de parqueadero es de 25 centavos y la hora 40 centavos, el (GAD-Ibarra, 2019) en su gaceta oficial del 2019 menciona que “lo más importante es decirle a la ciudadanía que si

utiliza la tarjeta de parqueo no será multada, pero si no hay cumplimiento la multa por primera vez cuesta 2,5\$ dólares y si es una reincidencia costará hasta 10 dólares".

Cabe señalar que anteriormente este servicio había sido controlado por la empresa privada y tuvo que ser suspendido por que su administración no estuvo acorde a los requerimientos que el ciudadano requería, dentro del sistema aún no se lograba regularizar cada uno de sus procesos de funcionalidad y control de este. Después de ser regularizados el GAD-I decidió implantarlo nuevamente y así ofrecer un servicio que ayude al descongestionamiento vehicular en el centro de la ciudad de Ibarra.(Guamán, 2014)

#### **3.1.4. *Análisis de los resultados de encuestas y entrevistas***

Una vez realizada la entrevista al señor analista del SISMERT y las encuestas aplicadas a usuarios del sistema, se obtiene los siguientes resultados que serán la parte principal de toma de decisión para el desarrollo de este proyecto. Los resultados de estos métodos de recolección de información permitirán establecer la funcionalidad del proyecto, el alcance para llegar a definir los requerimientos del sistema.

Los resultados obtenidos son presentados en varias conclusiones después del análisis y tabulación de la información y datos recopilados de la entrevista y encuestas.

Con respecto a la entrevista realizada se corrobora que la información publicada en medios oficiales es la que sigue vigente y regulando al SISMERT. Este modelo de entrevista cuyas respuestas validadas se encuentran en el Anexo 2: MODELO DE ENTREVISTAS ANALISTA SISMERT.

El primer bloque denominado “área de cobertura, tarifas y costos” fue el primero en ser constatado y revisado calle por calle para validar el área de cobertura del sistema, también se validó el tipo de tarifas que existen y que se mantienen como una tarifa convencional y no

tarifada; por otro lado también se confirmó que los costos de las tarifas se mantienen entre 25 ctvs. – 30 min y 40 ctvs. – 60 min para la tarifa convencional y que se aplica todos los días laborables de 7:00 a 17:00.

En el segundo bloque denominado “Infracciones y Sanciones” se habló más de las acciones que un usuario SISMERT debe cumplir para no generar una sanción en específico, posterior a ello se verifico el tipo de sanciones que el usuario puede llegar a tener tras una primera notificación y las consecuencias más el valor económico que presenta cada sanción para el usuario.

El otro método de recolección de información fue la encuesta aplicada a usuarios SISMERT, de lo que se concluye que:

La mayoría de los usuarios pertenecen al género masculino y el rango de edad oscilante con mayor registro es de 18 a 30 años.

13 de cada 20 usuarios son residentes de la ciudad de Ibarra y afirman que es un problema el no encontrar puntos de venta SISMERT abiertos, es por tal motivo que el 100% de los usuarios ha decidido optar por una forma de pago a través de una aplicación digital.

Con respecto al tiempo de cada usuario en el proceso de compra de un ticket el 20% de los usuarios tarde de 0 a 5 minutos en adquirir un ticket, el 55% de usuarios tarda entre 5 a 10 minutos y el porcentaje restante realiza la compra en un tiempo que les toma más de 10 minutos.

Adicionalmente cada comprador hace uso de una plaza de parqueo con mayor demanda durante más de 60 minutos siendo la permanencia más preferida, continua los usuarios que optan por una permanencia de 30 a 60 minutos y con menor registro existen usuarios que hacen uso de 30 minutos de permanencia, adicional existe preferencia por otros valores de permanencia que no están dentro de los rangos antes mencionados, en virtud de lo dicho los usuarios normalmente adquieren más de una tarjeta o adquirir una de 60 minutos.

Por otro lado, las formas de pago consultadas para preferencia de los usuarios fueron dos, la primera continuar con la forma tradicional que el 10% de los encuestados prefirieron, pero el 90% de los usuarios prefieren un sistema tecnológico para la compra de tickets de parqueo, estos resultados a pesar de que la mayoría de los usuarios ha dicho que no ha manejado una aplicación de pago pero que si conocen de la existencia de estas.

Las preguntas finales tienen el motivo de saber que más beneficios el usuario prefiere, siendo así que el beneficio mayor registrado fue el de ahorro de tiempo, continuando con igual valor un fácil acceso y alertad de tiempo de parqueo, en tercer lugar que tenga el beneficio de recargar en la aplicación para comprar tickets al igual que el sistema ayude en la prevención de multas.

Finalmente se consultó que tipos de servicios adicionales podría tener la aplicación, optando en un 60% por que emita un certificado de no adeudar al SISMERT, en un 45% prefieren pago y revisión de impuestos municipales y un 10% prefieren revisión de impuestos y deudas municipales.

### ***3.1.5. Establecimiento del proyecto***

Las circunstancias cambiantes de las ciudades, por el crecimiento de las necesidades obligan a la administración pública a tomar medidas que conlleven a la búsqueda de soluciones de los problemas que se suscitan en los diferentes ámbitos, entre ellos, encontramos el crecimiento del parque automotor y por ende la congestión vehicular urbana, sobre todo en la parte céntrica de la ciudad, a ello se suma los escasos espacios públicos y/o privados para el estacionamiento temporal.

Para la realización del proyecto se estima el desempeño de 5 roles elementales los cuales son:

**“Usuarios frecuentes”**, son los clientes que hacen uso de las áreas de parking de forma concurrente



“**Usuarios temporales**”, son los usuarios que hacen uso de las áreas de parking de forma transitoria y su frecuencia de ocupación en una plaza de parqueo es de baja concurrencia.

“**Puntos de venta – Vendedores**” son las personas que trabajan en los puntos de venta de Sismert, encargados de la incorporación al sistema de los nuevos usuarios temporales o frecuentes además de recargar saldo a las cuentas de los clientes.

“**Operarios**” son las personas encargadas de dar seguimiento al tiempo de los vehículos que ocupan un área de parking, son quienes permanentemente se encuentran patrullando in situ estas zonas de parqueo y, que dentro del sistema cada operario cumplirá con la función de registrar clientes temporales en la base de datos del sistema y a quienes brindará el respectivo seguimiento antes mencionado.

Observaciones.

- Los clientes frecuentes y temporales pueden acceder a un máximo de 3 horas de uso de la plaza de parqueo
- Existen dos tipos de tickets por fracción de tiempo, uno de 30 min con un costo de 25ctvs y uno de 60min con un costo de 40ctvs.
- Los clientes frecuentes y temporales pueden adquirir más de un ticket a la vez pero el uso máximo del tiempo por plaza de parking será de 3 horas
- Los clientes frecuentes pueden realizar abonos económicos de saldo para la compra de tickets directamente desde la página web del sistema o en un punto de venta
- Los clientes temporales pueden realizar abonos económicos de saldo para la compra de tickets por primera vez en un punto de venta o solicitar la ayuda de un operario quienes son los responsables del seguimiento a este tipo de clientes, para la siguiente vez que

desea adquirir un ticket para ampliar su tiempo de permanencia lo podrán hacer desde el portal web.

Conociendo lo anterior el proceso empieza cuando el usuario frecuente al momento de estacionar su vehículo en estas áreas centrales del casco urbano regulada por la zona azul podrá acceder a una fracción de tiempo y pagar la tarifa por ticket comprado a través de una aplicación web, ingresando directamente a la aplicación o esperando 5 minutos desde su estacionamiento para que le llegue una notificación de mensaje de texto a su teléfono móvil para recordarle que debe loguearse en la aplicación web y poder comprar el ticket requerido de tiempo, esta acción sucede una vez que el vehículo está dentro del área de cobertura del lector RFID y es autenticado a través del tag. Puede también acceder a la aplicación web de forma remota para realizar un abono económico y posterior adquirir un ticket cuando sea necesario recordándole al usuario mediante de notificaciones preestablecidas que únicamente puede hacer uso de 3 horas seguidas de la plaza de parqueo caso contrario incurrirá en una notificación para retirar el vehículo y/o si reitera esta contravención se procederá a cargar una multa respectiva y bloqueo del sistema, esto con el fin de lograr un control correcto de tiempo usado por cada plaza de parqueo y contribuir al sistema rotativo tarifado, el detalle de estas eventualidades se presenta en la Tabla 4 y Tabla 5.

**“Sanciones y/o multas”** con respecto a las sanciones, la primera notificación de alerta tiene la acción de comunicar al usuario que está incurriendo en una falta y advertir que si no hay acción para prevenirla se procederá con la sanción y multa respectiva con el costo que esta refiera y este costo únicamente será cancelado en su totalidad en el punto de venta, es de manera presencial porque el vehículo del usuario infractor al reincidir en estas contravenciones será bloqueado con un seguro en el neumático para no mover el auto hasta cumplir con el pago de la multa. Para

tener más claro y en detalle cuando se presenta una infracción en la *Tabla 4* se describe cuáles son las infracciones y el costo que llegarían a tener.

Observación.

Estas sanciones y/o multas rigentes para los dos tipos de clientes después de haber sido alertados con una primera notificación, entonces:

Tabla 4

*Infracciones y costo de la multa luego de una primera notificación al usuario*

Infracciones	Costo multa	Detalles del costo	Acción
<ul style="list-style-type: none"> <li>La permanencia de un vehículo en la zona regulada luego de haber transcurrido el tiempo del ticket adquirido</li> </ul>	2,50\$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Más la fracción de hora extra usada (30 min o 60 min) 25ctvs o 40ctvs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pagar el costo de la multa a través de la aplicación web</li> <li>Adquirir un nuevo ticket si es el caso</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>La permanencia de un vehículo común en la zona regulada, luego de haber transcurrido el tiempo máximo permitido de 3 horas continuas</li> </ul>	2,50\$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Más la fracción de hora extra usada (30 min o 60 min) 25ctvs o 40ctvs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pagar el costo de la multa a través de la aplicación web</li> <li>Retirarse del área de parking o, buscar una nueva plaza de parking en diferente calle</li> </ul>

Estas sanciones y/o multas rigentes para los dos tipos de clientes después de haber sido alertados con una primera notificación, si el usuario es reincidente de alguna de estas infracciones o se niega a realizar el pago, entonces en la siguiente *Tabla 5*:

Tabla 5

*Infracciones y costo de la multa para un usuario infractor reincidente*

Infracciones	Costo multa	Detalles del costo	Acción
<ul style="list-style-type: none"> <li>La permanencia de un vehículo en la zona regulada luego de haber transcurrido el tiempo del ticket adquirido</li> </ul>	2,50\$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Más la fracción de hora extra usada (30 min o 60 min) 25ctvs o 40ctvs</li> <li>Más el valor de la reincidencia de 10,00\$</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Acercarse a un punto de venta cercano a realizar el pago completo para desbloqueo del sistema del usuario</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>La permanencia de un vehículo común en la zona regulada, luego de haber transcurrido el tiempo máximo permitido de 3 horas continuas</li> </ul>	2,50\$	<ul style="list-style-type: none"> <li>Más la fracción de hora extra usada (30 min o 60 min) 25ctvs o 40ctvs</li> <li>Más el valor de la reincidencia de 10,00\$</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Acercarse a un punto de venta cercano a realizar el pago completo para desbloqueo del sistema del usuario</li> </ul>

**3.1.6. Alcance del proyecto****3.1.6.1. Área de Cobertura**

Las áreas que cubre el sistema están delimitadas por las siguientes calles:

- Al norte, la calle Juan Manuel Grijalva desde la calle Vicente Rocafuerte hasta la calle Manuel de la chica Narváez.

- Al Oeste, la calle Manuel de la Chica Narváez, desde la calle Juan Manuel Grijalva hasta la Av. Mariano Acosta; siguiendo por esta hasta la Jaime Rivadeneira, continuando por la Av. Pérez Guerrero hasta la intersección con la calle Darío Egas hasta llegar a la Av. Fray Vacas Galindo, continuando por la Av. Eugenio Espejo, intersección con la calle Obispo Mosquera continuando por la calle Rafael Sánchez hasta la calle Zenón Villacis.
- Al Sur, desde la calle Rafael Sanches por la calle Zenón Villacis hasta la intersección con la calle Sánchez y Cifuentes continuando por la misma hasta la calle Obispo Mosquera hasta llegar a la intersección con la calle Rocafuerte.
- Al Éste, por la Vicente Rocafuerte, desde la Obispo Mosquera hasta la Juan M. Grijalva.

Visualizándose cada una de las limitaciones en la siguiente Figura16

Figura16

*Croquis del área de cobertura SISMERT*



*Nota.* Calles que delimitan el área de cobertura de SISMERT. Tomado de (GAD-Ibarra, 2019).

- Extendiéndose la zona regulada en las calles Simón Bolívar, Bartolomé García y la calle Calisto Miranda hasta la calle Rafael Larrea. Como se ve en la Figura 17

Figura 17

*Calles adicionales al sur que cubre el sistema*



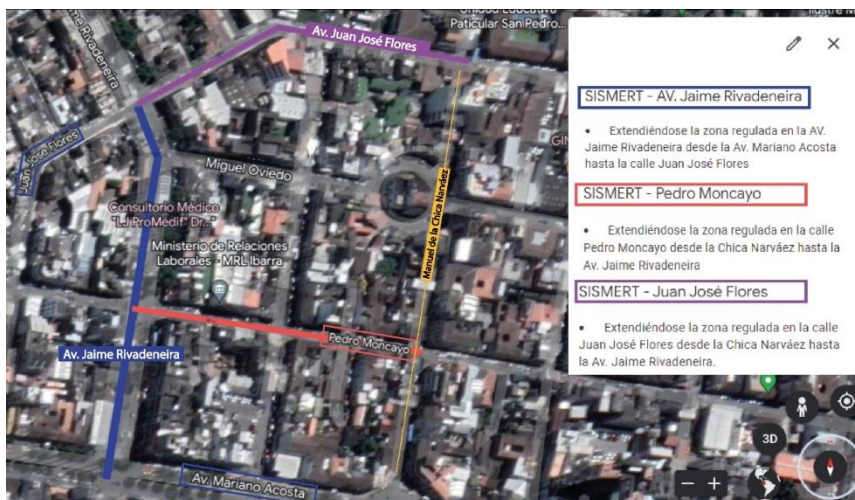
*Nota.* Calles adicionales al sur que delimitan el área de cobertura de SISMERT. Tomado de (GAD-Ibarra, 2019).

- Extendiéndose la zona regulada en la AV. Jaime Rivadeneira desde la Av. Mariano Acosta hasta la calle Juan José Flores.
- Extendiéndose la zona regulada en la calle Pedro Moncayo desde la Chica Narváez hasta la Av. Jaime Rivadeneira.
- Extendiéndose la zona regulada en la calle Juan José Flores desde la Chica Narváez hasta la Av. Jaime Rivadeneira.

En la siguiente Figura 18 se observa las intersecciones y calles mencionadas.

Figura 18

*Calles adicionales al oeste que cubre el sistema*



*Nota.* Calles adicionales al oeste que delimitan el área de cobertura de SISMERT.

Tomado de (GAD-Ibarra, 2019).

- Extendiéndose la zona regulada en la zona de influencia de EMELNORTE, en las calles Chica Narváez y Sanches y Cifuentes desde la Grijalva hasta la Borrero, la calle Eusebio Borrero desde la calle Olmedo hasta la calle Pedro Rodríguez.

En la siguiente Figura 19 se observa las intersecciones y calles mencionadas.

Figura 19

*Calles adicionales al norte que cubre el sistema*



*Nota.* Calles adicionales al norte que delimitan el área de cobertura de SISMERT. Tomado de (GAD-Ibarra, 2019).

- Las calles Miguel Oviedo, Pedro Moncayo, Juan José Flores y García Moreno desde la calle Vicente Rocafuerte hasta la calle Maldonado.

En la siguiente Figura 20 se observa las intersecciones y calles mencionadas.

Figura 20

*Calles adicionales al oeste que cubre el sistema*



*Nota.* Calles adicionales al oeste que delimitan el área de cobertura de SISMERT. Tomado de (GAD-Ibarra, 2019).

El área de cobertura de la zona regulada total cubierta por SISMERT se observa en la siguiente Figura 21 donde se observa las intersecciones y calles mencionadas en los anteriores apartados

Figura 21

*Calles del área total de cobertura del sistema*





Los nodos detectores de tags vehiculares serán capaces de operar bajo variaciones de clima.

El sistema contará con perfiles para uso de este por niveles de acceso, administrador global, punto de venta o vendedores, operario controlador y usuario (frecuente y temporal)

El sistema no evita que por mal uso de la zona de parking evite sanciones y/o multas.

El prototipo del sistema será ejecutado con pruebas de funcionamiento que cubran el área de cobertura propuesto en un ambiente controlado, una vez superando las pruebas estará listo para ser implementado sin mayor novedad en un entorno real de zona azul de parking.

El equipo de escritorio o dispositivo móvil donde se desempeñe cualquier perfil debe tener acceso a una red de datos para poder hacer uso del sistema

### **3.1.7. *Análisis de requerimientos del sistema***

En este proyecto de titulación el análisis de los requerimientos del sistema se basa en el estándar ISO / IEC / IEEE 29148, porque aporta con directrices para la aplicación de los elementos y procesos relacionados con los requisitos que se desean implementar. Por tanto esta norma es de gran importancia, que sirve para establecer y mantener los requisitos que debe cumplir el sistema, software o servicio propuesto.

Se resalta que el análisis de los requerimientos realizados considerando la norma mencionada son requerimientos de stakeholders, funcionales y de arquitectura. A continuación, en la Tabla 6 se presenta los términos abreviados y acrónimos que se van a utilizar para mención a estos:

Tabla 6

#### *Abreviación de términos y acrónimos*

Términos abreviados y acrónimos usados durante el análisis de requerimientos del sistema	
Acrónimos	Descripción

RST	Requerimientos de Stakeholders del sistema
RDS	Requerimientos Funcionales del sistema
RDA	Requerimientos de Arquitectura del sistema

En la Tabla 7 se enlista los grupos de interés correlacionados a este proyecto de titulación, y clasificados de la siguiente forma:

Tabla 7

*Lista de integrantes correlacionados al proyecto de titulación*

Lista de Beneficiarios por grupos	
1. Usuarios Directos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personas usuarias del SISMERT</li> <li>• Personal de control SISMERT</li> <li>• Personal de puntos de venta SISMERT</li> <li>• Administrador del SISMERT</li> </ul>
2. Usuarios Indirectos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peatones céntricos de la ciudad de Ibarra</li> <li>• Personas que residen y/o trabajan en la zona centro de la ciudad de Ibarra</li> <li>• Conductores en general</li> </ul>
3. Administrador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mónica Rodríguez</li> </ul>
4. Director y crítico del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Director: MSc. Carlos Vásquez</li> <li>• Asesor: MSc. Jaime Michilena</li> </ul>
5. Integrante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mónica Rodríguez</li> </ul>

**3.1.7.1.Requerimientos de stakeholders**

Los requerimientos de stakeholders corresponden al producto final del sistema desarrollado, es la parte funcional que se presentará al usuario de acuerdo con el rol desempeñado. Para definir

los criterios de aplicabilidad y que operen bajo prioridades dentro del sistema se analiza los resultados de las encuestas y entrevistas planteadas. En la Tabla 8 se detalla los requerimientos de usuario asignados con un rango de prioridad.

Tabla 8

*Requerimientos de Stakeholders*

N °	Requerimiento	Prioridad		
		Alta	Media	Baja
RST1	Comunicación disponible entre la aplicación web y el usuario por medio de un dispositivo móvil conectado a una red de datos	X		
RST2	El usuario regular debe estacionarse sin preocupación de trasladarse a comprar un ticket a los puntos de venta. (Previamente registrados)	X		
RST3	Para conductores que no residen en la ciudad por cada vez que hagan uso del sistema deben registrarse en un punto de venta.		X	
RST4	El usuario podrá hacer compra de un ticket de parqueo en menos de 10 minutos		X	
RST5	El usuario debe poder comprar más de un ticket luego de haberse parqueado o adquirirlo previamente de forma remota	X		

Requerimientos Operacionales

N °	Requerimiento	Prioridad		
		Alta	Media	Baja
RST6	El sistema debe brindar al usuario alertas del tiempo de uso del área de parking		X	
RST7	Dispositivo móvil con acceso a una red de datos indistinto al rol desempeñado	X		
RST8	Un nodo sensor de tags debe cubrir una calle por completo	X		
RST9	Existencia de tomas de energía eléctrica cercanas para energizar el sistema		X	
RST10	Conexión a internet en el nodo central para la comunicación con el servidor	X		

### ***3.1.7.2.Requerimientos del sistema***

Dentro de estos requerimientos se describe la correlación que debe tener el sistema en distintos ámbitos y lograr garantizar un diseño estable y funcional. En la Tabla 9, se muestran los diferentes requerimientos con los cuáles deberá contar el sistema.

Tabla 9

#### ***Requerimientos del sistema***

Requerimientos Funcionales				
N °	Requerimiento	Prioridad		Relación
		Alta	Media	

	El sistema realizará el monitoreo				
RDS11	constante de los vehículos que hagan uso del sistema SISMERT	X			
	El sistema debe tener una interfaz				
RDS12	amigable con el usuario que permita conocer el estado actual del tarifado		X	RST4	
	El sistema debe arrojar mensajes de				
RDS13	bienvenida para dar apertura al conteo del tiempo usado por plaza	X			
	El sistema debe enviar un mensaje para				
RDS14	que el usuario acceda al aplicativo web de forma sencilla		X		
	El sistema debe ser flexible en la				
RDS15	adquisición de tickets dentro el aplicativo web		X	RST5	
Requerimientos de Uso					
N °	Requerimiento	Prioridad			Relación
		Alta	Media	Baja	
RDS16	El sistema debe estar energizado para una funcionalidad constante	X			RST9
	El sistema debe contar con energía de				
RDS17	respaldo mediante un banco de baterías			X	

RDS18	El sistema debe notificar por intervalos de tiempo el consumo de cada ticket 15 minutos antes de terminar el tiempo de uso	X			RST6
RDS19	El usuario frecuente debe tener un tag en su vehículo para hacer uso del sistema			X	
RDS20	El usuario frecuente debe tener un código QR para su lectura y control del tiempo disponible para el parqueo			X	
Requerimientos de interfaces					
N °	Requerimiento	Prioridad			Relación
		Alta	Media	Baja	
RDS21	Es necesario ingresar a la plataforma web para visualizar los datos		X		
RDS22	Se necesita conexión a internet para conocer el estado actual del tarifado	X			RST7
RDS23	La presentación de la página web deberá ser intuitiva y de fácil uso		X		RST4
RDS24	La aplicación web será flexible en la recarga de abonos para la compra de tickets por fracción de hora	X			RST5

RDS25	La aplicación debe permitir acceso de forma remota para la adquisición de tickets	X			RST2 RST5
Requerimientos Modo/Estado					
N °	Requerimiento	Prioridad			Relación
		Alta	Media	Baja	
RDS26	Todo el sistema debe estar en constante operabilidad dentro los horarios funcionales del parqueadero	X			
RDS27	La aplicación web de tarifado debe estar disponible las 24h para el usuario	X			
RDS28	El sistema debe estar activo y disponible para consultas, toma de reportes, creación de nuevos usuarios.		X		RST3
RDS29	El sistema debe tener un estado de modo de reposo para disminuir el consumo de energía				X
RDS30	El sistema debe tener puntos de reinicio para prolongar la vida útil de los equipos				X
RDS31	El sistema debe tener disponibilidad de acceso remoto para abonos y posterior compra de tickets	X			RST2 RST5



## Requerimientos Físicos

N °	Requerimiento	Prioridad			Relación
		Alta	Media	Baja	
RDS33	Los tags vehiculares deben estar ubicados en un lugar visible del parabrisas	X			
RDS33	Los nodos deberán estar ubicados en un lugar que no interrumpan con el tránsito vehicular	X			
RDS34	Los nodos recolectores de datos deben estar ubicados en un lugar estratégico que tengan línea de vista con los tags vehiculares	X			
RDS35	Dispositivo de última gama para visualización del portal web				X
RDS36	Los equipos deben tener mantenimiento preventivo planificado	X			

**3.1.7.3.Requerimientos de arquitectura**

En siguiente Tabla 10 se presenta los requerimientos de arquitectura, los cuales se clasifican en lógicos, de diseño, de software, de hardware y eléctricos, requisitos necesarios para la selección de los componentes de software y hardware que serán parte del sistema

Tabla 10

*Requerimientos de Arquitectura*

Requerimientos Lógicos					
N °	Requerimiento	Prioridad			Relación
		Alta	Media	Baja	
RDA37	La placa de procesamiento debe tener entradas y salidas digitales		X		
RDA38	La página web que embebe los datos del tarifado debe estar en conexión con el servidor de almacenamiento de datos	X			RST10
RDA39	La base de datos debe ser relacional con respecto a los perfiles creados con respuesta rápida de consultas.		X		
RDA40	Los módulos tag y lectores están censando constantemente		X		
RDA41	La aplicación web debe ser compatible con diferentes navegadores disponibles en los sistemas operativos de los dispositivos móviles	X			
Requerimientos de Diseño					

N °	Requerimiento	Prioridad			Relación
		Alta	Media	Baja	
RDA42	Implementación de un sistema digital de tarifado de bajo costo		X		
RDA43	Implementar un sistema con distribución de hardware y/o software libre que sea de fácil sintaxis y trabaje con frameworks, para obtener resultados rápidos.	X			
RDA44	Generar alertas cuando la fracción de hora comprada esté por terminar para avisos de renovar el ticket o retirarse del sitio de parqueo sin sanciones	X			RST6
RDA45	Las multas o deudas leves pendientes no permitirán adquirir otro ticket hasta pagar el monto pendiente		X		
RDA46	Generar alertas cuando el vehículo cambie de posición y sea detectado por otro lector				X
Requerimientos de Software					
N °	Requerimiento	Prioridad			Relación

		Alta	Media	Baja
RDA47	Trabajar con entornos de desarrollo que sean multiplataforma		X	
RDA48	El servidor de almacenamiento de datos web debe permitir usar software libre	X		
RDA49	El software de programación debe ser compatible con el módulo o placa de desarrollo seleccionado	X		
RDA50	Hacer uso de versiones compatibles entre el Gateway o nodo central con el servidor de almacenamiento de datos web	X		
RDA51	La plataforma de visualización de datos debe ser compatible con los dispositivos móviles del usuario		X	

#### Requerimientos Hardware

N °	Requerimiento	Prioridad	Relación	
		Alta	Media	Baja
RDA52	Nodo lector de tags vehiculares debe ser capaz de detectar la presencia de un nuevo auto	X		

	Los sensores que serán utilizados		
RDA53	deben operar en entorno externos bajo temperaturas extremas		X
RDA54	La placa de procesamiento debe tener pines para conexión de periféricos externos o conexión de módulos de comunicación	X	
RDA55	La placa de procesamiento debe contar con un puerto ethernet para la conexión a internet o compatibilidad para conectar módulos de comunicación	X	
RDA56	Retardo en la transmisión de datos de baja latencia	X	
RDA57	El lector de y los tags vehiculares deben tener un área de alcance de 150m	X	RST8
RDA58	Disponibilidad de los dispositivos a un precio asequible		X
RDA59	El dispositivo inteligente del usuario debe tener disponibilidad de acceso a internet	X	RST1

RDA60	El dispositivo inteligente del usuario debe soportar la visualización de la interfaz web del sistema de tarifado	X
-------	--	---

Requerimientos Eléctricos					
N °	Requerimiento	Prioridad			Relación
		Alta	Media	Baja	
RDA61	Los dispositivos deben tener un bajo consumo energético		X		
RDA62	El sistema debe entrar en modo reposo para evitar mayor consumo eléctrico		X		
RDA63	Los dispositivos deben tener acceso constante a energía	X			RST9
RDA64	El sistema debe contar con banco de baterías			X	
RDA65	Los equipos deben ser apagados cada cierto tiempo para prever averías	X			

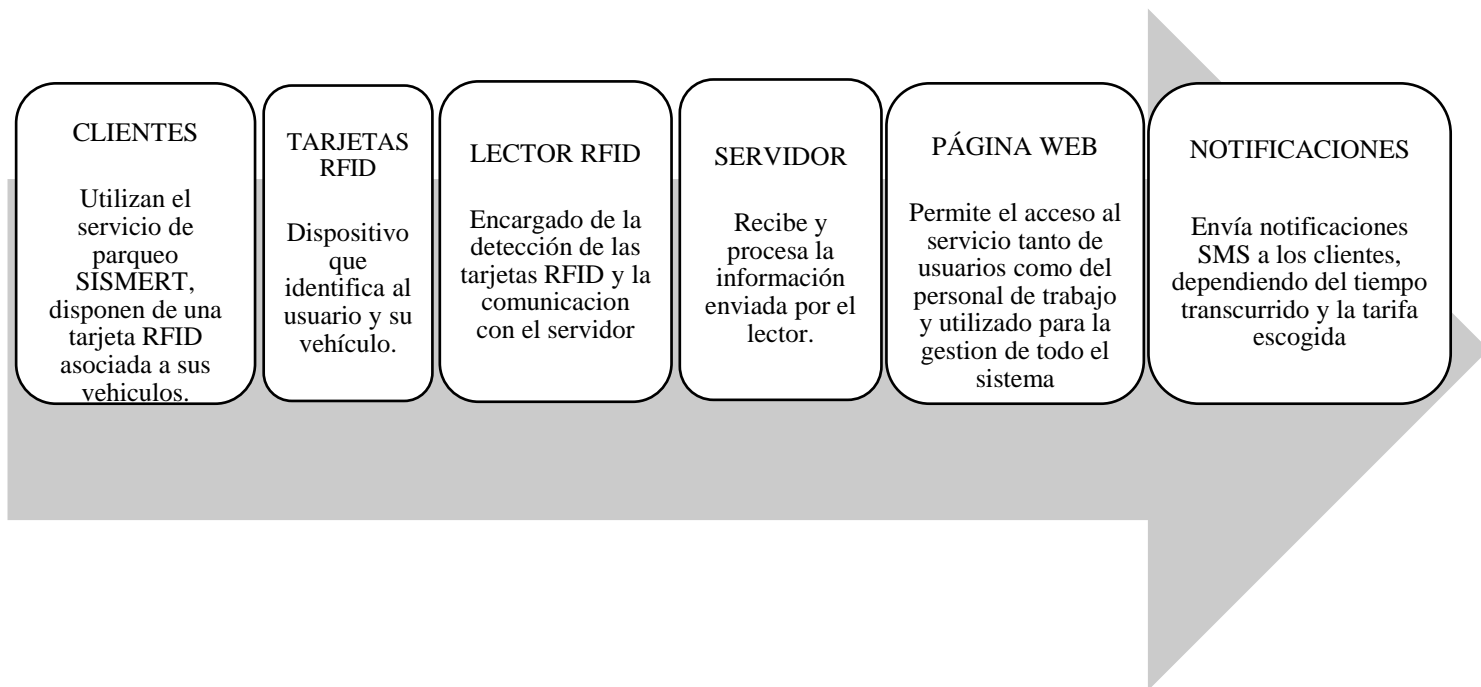
#### ***3.1.7.4. Establecimiento de los elementos del sistema***

Para cerrar esta primera fase es necesario realizar un establecimiento de los elementos que intervienen directamente en la ejecución del sistema para estructurar el proyecto con un mejor

dimensionamiento. En la siguiente Figura 22 se presenta un diagrama de bloques con las partes involucradas para el funcionamiento del sistema.

Figura 22

*Diagrama de bloques partes involucradas en el funcionamiento del sistema*



*Nota.* Funciones generales que desempeña cada parte involucrada en el sistema.

### **Cientes**

Los clientes son los propietarios de los vehículos que utilizan el sistema de estacionamiento SISMERT. Cada cliente cuenta con una tarjeta RFID asociada a su vehículo cuya función principal es el envío de sus datos y el saldo disponible al sistema para su correspondiente activación y uso de las zonas de parqueo. Además, los usuarios reciben notificaciones por mensajes de texto, como confirmaciones de entrada y salida, recordatorios de pago entre las funciones principales.

### **Tarjetas RFID**

Las tarjetas RFID son dispositivos de identificación que los usuarios colocan en la parte delantera de sus vehículos (parabrisas). Estas tarjetas contienen información única que identifica a cada usuario y su vehículo en el sistema. Cuando un usuario ingresa o sale del estacionamiento, la tarjeta RFID es leída por el Gateway para registrar la acción. Con los datos que se envían desde estas tarjetas se realiza en el sistema el cálculo del tiempo y el cobro a los clientes

### **Lector RFID**

El lector RFID cumple dos funcionalidades, el dispositivo encargado de leer las tarjetas RFID de los usuarios y comunicarse con el servidor. Está ubicado en una posición estratégica del estacionamiento para detectar las tarjetas RFID cuando los vehículos entran o salen del área de cobertura.

### **Servidor**

El servidor es el componente central del sistema. Mediante el uso de lenguajes de programación de código abierto recibe y procesa la información enviada por el Gateway, realiza los cálculos necesarios para determinar el tiempo de estacionamiento y el cobro correspondiente, también almacena los datos de los usuarios. El servidor también maneja la lógica de negocio de la página web, proporcionando la funcionalidad necesaria para que los usuarios accedan a sus datos y realicen los pagos. Además, se encarga de enviar mensajes a los usuarios relacionados con su estacionamiento.

### **Página web**

La página web es la interfaz a través de la cual los usuarios pueden acceder a sus datos y gestionar su cuenta de estacionamiento. Proporciona una plataforma intuitiva donde los usuarios



pueden adquirir tickets, realizar pagos y acceder al historial de estacionamiento. La página web se conecta al servidor para obtener y actualizar la información del usuario.

### **Notificaciones**

Los mensajes se utilizan para enviar notificaciones a los usuarios del sistema de estacionamiento. Estas notificaciones pueden incluir confirmaciones de entrada y salida, recordatorios de pago, información sobre el tiempo de estacionamiento u otros mensajes relevantes. Los mensajes se envían a través de SMS. El sistema utiliza la información almacenada en el servidor para generar los mensajes y los envía a los usuarios correspondientes.

#### ***3.1.8. Elección de Hardware y Software***

Una vez realizado el análisis de los requerimientos y establecimiento de los elementos que intervienen en el funcionamiento del sistema se continua con la selección del hardware y software que conforman al sistema, para ello se establece una valoración de cada opción fundamentado en las tablas de requerimientos, estas opciones de equipos o programas que cumplan todos o la mayoría de los requerimientos será el idóneo para ser seleccionado. En las tablas que se van a presentar se evaluará cada alterativa con valores entre 0 si es que no cumple el requisito y 1 si es que si lo hace. Para finalizar cada elección se optará por una sola alternativa con la mayor puntuación y que cumpla la mayoría de los requerimientos.

##### ***3.1.8.1. Elección de Hardware***

Para esta primera sección de hardware se compara en tablas de doble entrada a tres equipos con sus características más sobresalientes.

### **Tag vehicular**

A continuación, se describe en la Tabla 11 la valoración para seleccionar del tag vehicular para ser utilizado en elemento tarjetas RFID.

Tabla 11

*Elección de Tags vehiculares*

Tag vehicular								
Hardware / Características	Requerimiento							Valor
	RST8	RDA40	RDA42	RDA53	RDA57	RDA58	RDA61	total
<b>Modelo:</b> Ci-RT203								
<b>Alcance detección:</b> 150m								
<b>Intervalo de la señal:</b> 800ms								
<b>Velocidad de Cx:</b> 1Mbps	1	1	1	1	1	1	1	7
<b>Para exteriores:</b> Si								
<b>Duración Batería:</b> 5 – 6 años								
<b>Precio:</b> 5,80\$								
<b>Modelo:</b> Ci-RT201								
<b>Alcance detección:</b> 150m								
<b>Intervalo de la señal:</b> 800ms								
<b>Velocidad de Cx:</b> 1Mbps	0	1	1	1	0	1	0	4
<b>Para exteriores:</b> No								
<b>Duración Batería:</b> 4 años								
<b>Precio:</b> 5,80\$								

---

**Modelo: Ci-RT205**

**Alcance detección:** 150m

**Intervalo de la señal:**

800ms

0 1 1 1 0 1 0 4

**Velocidad de Cx:** 1Mbps

**Para exteriores:** No

**Duración Batería:** 2 años

**Precio:** 5,80\$

---

**Elección:** El tag seleccionado ha sido la tarjeta RFID Ci-RT203.

---

*Nota.* Los equipos comparados fueron tomados de (Cirfid, 2023b)

En la siguiente Tabla 12 se detalla las características físicas y técnicas de la tarjeta Ci-RT203, la tarjeta ha sido seleccionada después de realizar la comparación con los requerimientos planteados.

Tabla 12

*Especificaciones del tag Ci-RT201 2.4Ghz Active RFID Card*

<b>FUNCIONES</b>	
<b>Frecuencia de Trabajo</b>	ISM 2.4-2.48GHz
<b>Modulación</b>	GSFK
<b>Potencia RF</b>	-13-+7dBm (valor default 0dBm)
<b>Velocidad de Comunicación</b>	1Mbps
<b>ID de la etiqueta</b>	4bytes
<b>Modo de trabajo</b>	Activo
<b>Intervalo de señal</b>	800ms (personalizable de 100ms-60s)



<b>Duración de la batería</b>	5-6 años (relacionado con el intervalo de señal y la potencia de RF)	88x57x5mm
<b>Alarma de batería baja</b>	Sí, software	<i>Nota.</i> Las imágenes de los tags son
<b>Distancia de lectura</b>	0-150m (área abierta)	tomadas de (Cirfid,
<b>Peso</b>	25g	2023b)
<b>Material</b>	ABS+PC	
<b>Temperatura de trabajo</b>	-20°C~ +60°C	
<b>Temperatura de almacenamiento</b>	-25°C~ +65°C	
<b>Humedad</b>	5% ~ 95%	

Para la elección de la tarjeta RFID que cumplirá con la función de ser un identificativo en cada vehículo para ser detectado dentro un área de cobertura extensa de 150m se hizo la comparación entre 3 modelos dentro la familia de la tecnología de identificación por radiofrecuencia. Estos modelos fueron evaluados bajo el cumplimiento de los requerimientos de Stakeholders (RST8) principalmente el área de cobertura, requerimientos de arquitectura (RDA40) con respecto al intervalo de tiempo de cada censado, requerimientos de diseño (RDA42, RDA53, RDA57/RST8, RDA58, RDA61) en referencia a un costo asequible, operabilidad de los tags para ambientes externos y durabilidad de energía.

### **Lector RFID**

A continuación, se describe en la Tabla 13 la valoración para seleccionar del lector de tags vehiculares para ser utilizado en elemento Lector RFID.

Tabla 13

*Elección de lector de tags vehiculares*

Lector de tags vehiculares									
Hardware / Características	Requerimiento							Valor	
	RDS16	RDA40	RDA42	RDA52	RDA53	RDA55	RDA57	RDA63	total
<b>Modelo:</b> Ci-F286									
<b>Alcance de lectura:</b> 180m									
<b>Lectura de tag:</b> 300unidades/s									
<b>Fuente alimentación constante:</b> SI (5V/2A)	1	1	0	1	1	1	1	1	7
<b>Para exteriores:</b> Si									
<b>Puertos de Cx:</b> Ethernet									
<b>Precio:</b> 430\$									
<b>Modelo:</b> Ci-RF231									
<b>Alcance de lectura con antena (no incluida):</b> 100m									
<b>Lectura de tag:</b> 300unidades/s									
<b>Fuente alimentación constante:</b> SI (5V/2A)	1	1	0	1	0	1	0	1	5
<b>Para exteriores:</b> No									
<b>Puertos de Cx:</b> Ethernet									
<b>Precio lector:</b> 260\$									

---

**Precio antena:** 80\$

---

**Modelo:** Ci-RH272

**Alcance de lectura:** 50m

**Lectura de tag:** 1000unidades/s

**Fuente alimentación constante:** NO

(uso de una batería de litio                      0   0   0   1   0   1   0   0   2  
4500mA/h)

**Para exteriores:** Si

**Puertos de Cx:** Wifi, bluetooth, 4G

**Precio:** 480\$

---

**Elección:** El lector de tags seleccionado ha sido el RFID Ci-F286

---

*Nota.* Los equipos comparados fueron tomados de (Cirfid, 2023a)

En la siguiente Tabla 14 se detalla las características físicas y técnicas del lector de tags Ci-F286, el lector ha sido seleccionado después de realizar la comparación con los requerimientos planteados.

Tabla 14

*Especificaciones del lector de tags Ci-F286*

---

### FUNCIONES

---

#### PARÁMETROS RFID

---

<b>Frecuencia de trabajo</b>	ISM 2.4-2.48GHz
<b>Potencia de salida Rf</b>	Max +15dBm, paso -2dB, software ajustable
<b>Sensibilidad de recepción</b>	-93dBm
<b>Antena</b>	Antena incorporada de 12dBi

---

<b>Actualización del firmware</b>	Compatibilidad con la actualización de TCP
-----------------------------------	--

### OPERACIÓN

<b>Distancia de lectura</b>	0-180m de radio (antena / etiqueta tipo importa)
-----------------------------	--

<b>Velocidad de lectura de tag</b>	300unidades/s
------------------------------------	---------------

### RENDIMIENTO MECÁNICO Y ELÉCTRICO

<b>Peso</b>	1,8kg
-------------	-------

<b>Fuente de alimentación</b>	DV 12V/3A
-------------------------------	-----------

<b>Temperatura de trabajo</b>	-30°C ~ +70°C
-------------------------------	---------------

<b>Temperatura de almacenamiento</b>	-40°C ~ +80°C
--------------------------------------	---------------

<b>Humedad</b>	5% ~ 95%
----------------	----------

<b>Instalación</b>	Montaje en poste
--------------------	------------------

### PARÁMETROS DE COMUNICACIÓN

<b>Puertos de comunicación</b>	RS232, Ethernet
--------------------------------	-----------------

<b>Puertos de comunicación (opcional)</b>	RS485, Wiegand 26/34
---	----------------------

<b>Función inalámbrica</b>	(personalizable)
----------------------------	------------------

<b>Función inalámbrica</b>	WIFI, 4G (opcional)
----------------------------	---------------------

**Anverso**



**Reverso**



228x228x66mm

*Nota.* Las imágenes del anverso y reverso son tomadas de (Cirfid, 2023a)

Para la elección del lector RFID que cumplirá con la función de detección de tags dentro el área de cobertura de 150m se hizo la comparación entre 3 modelos dentro la familia de la tecnología de identificación por radiofrecuencia. Estos modelos fueron evaluados bajo el cumplimiento de los requerimientos funcionales y arquitectura (RDS16, RDA40) con respecto a la energización constante del sistema, censado permanente en intervalos de tiempo, requerimientos de diseño (RDA42, RDA52, RDA53, RDA55, RDA57, RDA63) en referencia a un costo asequible, capacidad de lectura de varios tags a la vez, operabilidad en exteriores para ambientes externos, puertos de conexión ethernet, área de cobertura y accesibilidad contante de energía.

### **Access Point**

Adicionalmente en cumplimiento con los requerimientos de stakeholders (RST7, RST9) en relación con la conectividad del sistema a una red de datos y tomas continuas de energía para el sistema, requerimientos funcionales (RDS16/RST9, RDS22/RST7), requerimientos de arquitectura (RDA42, RDA56, RDA58, RDA63) con respecto a costos asequibles, una latencia baja y constante energía. Se hace uso de un Access Point TL-WR850N para la conectividad a la red, y la función de subida de datos al servidor de red, este equipo es indistinto a la preferencia del usuario administrador ya que puede seleccionar AP's más a la vanguardia para optimizar el sistema, en este caso el AP mencionado es pertenencia del autor, las características físicas y técnicas del AP se detallan a continuación en la Tabla 15.

Tabla 15

*Especificaciones AP TL-WR850N*

<b>FUNCIONALIDADES</b>
<b>CARACTERÍSTICAS DE HARDWARE</b>



<b>Interfaz</b>	4 Puertos LAN 10/100Mbps 1 Puerto WAN 10/100Mbps
<b>Botones</b>	Botón WPS/RESET
<b>Fuente de Alimentación Externa</b>	9VDC / 0.6A
<b>Estándares Inalámbricos</b>	IEEE 802.11n, IEEE 802.11g, IEEE 802.11b

### CARACTERÍSTICAS INALÁMBRICAS


<b>Frecuencia</b>	2.4-2.4835GHz
<b>Tasa de Señal</b>	11n: Hasta 300Mbps, 11g: Hasta 54Mbps, 11b: Hasta 11Mbps
<b>Potencia de Transmisión</b>	CE: <20dBm, FCC: <30dBm On/Off Radio Inalámbrica, WDS
<b>Funciones Inalámbricas</b>	Bridge, WMM, Estadísticas Inalámbricas
<b>Seguridad Inalámbrica</b>	64/128-bit WEP, WPA / WPA2, WPA-PSK / WPA2-PS

### CARACTERÍSTICAS DE SOFTWARE

<b>Calidad de Servicio</b>	WMM, Control Ancho de Banda
<b>Tipo de WAN</b>	IP Dinámica/IP Estática/PPPoE/ PPTP/L2TP

Anverso



<b>Gestión</b>	Control Acceso, Gestión Local, Gestión Remota, Agile Config (Opcional)	
<b>DHCP</b>	Servidor, Cliente, Lista Clientes DHCP, Reserva de Direcciones	
<b>VPN Pass-Through</b>	PPTP, L2TP, IPSec (ESP Head)	
<b>Control de Acceso</b>	Control Parental, Gestión Local, Lista de Dispositivos, Horarios de Acceso, Gestión de Reglas	Reverso
<b>Seguridad Firewall</b>	DoS, SPI Firewall, Filtrado Dirección IP/Filtrado Dirección MAC/ Filtrado Dominio IP y Unión de Dirección MAC	
<b>Protocolos</b>	Soporte IPv4 y IPv6	
<b>Red de Invitados</b>	2.4GHz Multi-SSID	182 x 128 x 35 mm
<b>OTROS</b>		
<b>Contenido del Paquete</b>	Wireless N Router TL-WR850N Power supply unit Ethernet Cable Quick Installation Guide	<i>Nota.</i> Las imágenes del anverso y reverso son tomadas de (TP-link, 2023)
<b>Requisitos del sistema</b>	Windows 2000/XP/Vista™, Windows 7, Windows 8, Windows 8.1, Windows 10 or	

---

	Mac OS or Linux-based operating system
	Temperatura de Funcionamiento: 0°C~40°C (32°F~104°F)  Temperatura de Almacenamiento: -40°C~70°C (-40°F~158°F)
<b>Factores Ambientales</b>	Humedad de Funcionamiento: 10%~90%  Humedad de Almacenamiento: 5%~90% sin condensación en ambos casos

---

### **Dispositivo Móvil**

Finalmente para concluir con la parte de hardware se utilizó un dispositivo móvil para desempeñar las funciones de administrador, puntos de venta, operador y usuario a través de un navegador web y para poder validar el cumplimiento de los requerimientos de stakeholders (RST1, RST7) en relación con la conectividad entre la aplicación web y el usuario a través del dispositivo móvil, equipo con acceso a una red de datos desde cualquier rol desempeñado, requerimientos funcionales (RDS22/RS7), requerimientos de arquitectura (RDA59, RDA60) en relación a que el equipo tenga conectividad a una red de datos , este equipo es indistinto a la preferencia del usuario administrador, puntos de venta, operador y usuario ya que puede utilizar dispositivos móviles de más alta gama. El equipo mencionado es pertenencia del autor.

### 3.1.8.2. Elección de Software

Para esta segunda sección de software se compara en tablas de doble entrada a tres plataformas por cada software requerido con sus características más sobresalientes.

#### Lenguaje de programación

A continuación, se describe en la Tabla 16 la valoración para seleccionar el lenguaje de programación para ser utilizado en elemento Servidor.

Tabla 16

*Elección de lenguaje de programación*

Lenguaje de programación				
Software / Características	Requerimiento			Valor total
	RDA43	RDA47	RDA49	
<b>Lenguaje:</b> Python	1	1	1	3
<b>Lenguaje:</b> Java	0	1	0	1
<b>Lenguaje:</b> C++	0	1	1	2
<b>Elección:</b> El lenguaje de programación seleccionado es Python.				

En la siguiente *Tabla 17* se detalla las características más sobresalientes de este lenguaje seleccionado Python, se ha seleccionado después de realizar la comparación con los requerimientos planteados.

Tabla 17

*Especificaciones del lenguaje de programación Python*

CARACTERÍSTICAS
-----------------

**Logo**


<b>Descripción</b>	Python es un lenguaje de programación interpretado, fácil de leer y escribir, enfocado en la legibilidad y la productividad.
<b>Ventajas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sintaxis simple y legible.</li> <li>• Amplia gama de bibliotecas y frameworks.</li> <li>• Fácil integración con otros lenguajes.</li> </ul>
<b>Compatibilidad con otros dispositivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compatible con una amplia variedad de plataformas y sistemas operativos.</li> <li>• Ampliamente utilizado en el ámbito de la ciencia de datos y el desarrollo web.</li> </ul>
<b>Dificultad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fácil de aprender y utilizar para principiantes.</li> <li>• Sintaxis clara y legible.</li> <li>• Menor dificultad en comparación con C++ y Java.</li> </ul>
<b>Popularidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muy popular en el ámbito de la ciencia de datos, desarrollo web y scripting.</li> <li>• Amplia adopción en la comunidad de desarrollo.</li> </ul>
<b>Curva de aprendizaje</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Curva de aprendizaje más suave y rápida.</li> <li>• Fácil de empezar a programar y obtener resultados rápidos.</li> </ul>

Para la elección del lenguaje de programación, se hizo la comparación entre 3 software. Estas opciones fueron evaluadas bajo el cumplimiento de los requerimientos de diseño (RDA43, RDA47, RDA49) en referencia que el lenguaje de programación del sistema sea de distribución libre con fácil sintaxis y trabaje con frameworks, para obtener resultados rápidos, que tenga compatibilidad con más lenguajes de programación de otros dispositivos.

Para mejorar la productividad en la programación del sistema se optó por hacer uso de un intérprete para Python el cual es PyCharm y a continuación se detalla en la Tabla 18 algunos de las características de este intérpretes o IDE (Entorno de desarrollo integrado) que trabajan con Python y la funcionalidad que brinda.

Tabla 18

*Especificaciones del IDE PyCharm*

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	
<b>Logo</b>	
<b>Descripción</b>	Es un entorno de desarrollo integrado (IDE) utilizado principalmente para programación en Python, proporcionando herramientas y características avanzadas para brindar facilidad en el desarrollo de software.
<b>Edición de código smart</b>	Ofrece sugerencias de código, resaltado de sintaxis, finalización de código facilitando la escritura y edición de código
<b>Depuración</b>	Proporciona un depurador robusto permitiendo rastrear, encontrar y solucionar problemas en el código línea a línea
<b>Administración de proyectos</b>	Integración con sistemas de versiones como Git, permite la gestión de entornos virtuales y paquetes de Python


<b>Herramientas externas</b>	Permite integrar herramientas y tecnologías en Python como Django, Flask, SQLAlchemy, Anaconda, Jupyter Notebook entre otras.
------------------------------	---

La anterior tabla evidencia las principales características de la IDE PyCharm de entre ellas la más sobresaliente es la de mejorar la productividad del desarrollador al brindar una edición de código smart, además de ser compatible con herramientas externas como lo es Flask, que es el siguiente software que se va a detallar.

Adicionalmente para disponer todos los recursos antes de iniciar con la programación del sistema es necesario contar con un constructor de aplicaciones web que trabaje con Python, uno de ellos es Flask; este software tiene un enfoque minimalista a la hora de creación de una aplicación web, los detalles de Flask serán expuestos en la siguiente Tabla 19.

Tabla 19

*Especificaciones del Framework*

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	
<b>Logo</b>	
<b>Descripción</b>	Flask es un framework o una base estructurada con funcionalidades en conjunto de herramientas, bibliotecas y componentes predefinidos que proporcionan una estructura y funciones para desarrollo de aplicaciones.
<b>Enfoque minimalista</b>	Flask sigue el principio “Keep It Simple”, es decir que proporciona lo esencial para poder construir una aplicación web lo que la convierte en una herramienta de fácil aprender y uso

<b>Routing y Vistas</b>	Flask utiliza un sistema de enrutamiento simple que permite relacionar URLs a funciones de Python o llamadas como “Vistas”
<b>Templating</b>	Flask permite el uso de motores de plantillas jinja2.
<b>Integración con base de datos</b>	Este framework brinda elección de una base de datos acorde a las necesidades de desarrollador por ejemplo BB.DD relaciones como MySQL, PostgreSQL o BB.DD no relaciones como MongoDB
<b>Desarrollo rápido</b>	Gracias a su simplicidad y facilidad de uso, es ideal para el desarrollo rápido de prototipos y aplicaciones web más pequeña.

### Lenguaje de Marcado

A continuación, se describe en la Tabla 20 la valoración para seleccionar el lenguaje de marcado para ser utilizado en elemento Página Web.

Tabla 20

#### *Elección de lenguaje de marcado*


Lenguaje de marcado						
Software / Características	Requerimiento					Valor total
	RDS12	RDS23	RDA41	RDA43	RDA51	
<b>Lenguaje de marcado:</b> HTML	1	1	1	1	1	5
<b>Lenguaje de marcado:</b> XML	0	0	1	1	1	3
<b>Lenguaje de marcado:</b> Markdown	0	1	1	1	1	4
<b>Elección:</b> El lenguaje de marcación seleccionado es HTML						

En la siguiente Tabla 21 se detalla las características más sobresalientes de este lenguaje de marcado que se eligió, se lo ha seleccionado después de realizar la comparación con los requerimientos planteados.



Tabla 21

*Especificaciones del lenguaje de marcado HTML*

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	
<b>Logo</b>	
<b>Descripción</b>	Principalmente es usado para crear páginas web y estructurar su contenido, está diseñado para describir la estructura semántica de un documento en internet (páginas web)
<b>Sintaxis</b>	Se utiliza etiquetas para marcar elementos y atributos para proporcionar información adicional sobre esos elementos, atributos como envolver y definir el contenido, como encabezados, párrafos, enlaces, imágenes, entre otros
<b>Soporte de navegadores</b>	HTML es ampliamente compatible con los navegadores web modernos y es el lenguaje estándar para la creación de páginas web.

En esta selección del lenguaje de marcado, se hizo la comparación entre 3 software. Estas opciones fueron evaluadas bajo el cumplimiento de los requerimientos de stakeholders (RDS12/RST4, RDS23/RST14) para que cumpla con el requerimiento de páginas web con interfaz amigable e intuitiva al usuario, que tenga compatibilidad con diferentes navegadores web, requisitos de diseño (RDA41, RDA43, RDA51), en referencia que el lenguaje de marcado del sistema sea de distribución libre.

### **Base de Datos**

A continuación, se describe en la Tabla 22 la valoración para seleccionar la base de datos para ser utilizado en elemento Servidor

Tabla 22

*Elección de la base de datos*


Base de datos					
Software / Características	Requerimiento				Valor total
	RDA39	RDA43	RDA47	RDA48	
<b>BBB.DD:</b> MySQL	1	1	1	1	5
<b>BBB.DD:</b> Microsoft SQL Server	1	0	1	0	2
<b>BB.DD:</b> PostgreSQL	0	1	1	1	4

**Elección:** La base de datos seleccionada fue MySQL

En la siguiente Tabla 23 se detalla las características más sobresalientes de esta base de datos MySQL, se ha seleccionado después de realizar la comparación con los requerimientos planteados.

Tabla 23

*Especificaciones la base de datos*

CARACTERÍSTICAS	
<b>Logo</b>	
<b>Descripción</b>	MySQL es un sistema de gestión de base de datos relacional, multihilo y multiusuario de código abierto con facilidad de uso, rendimiento y escalabilidad, usado mayormente en aplicaciones web con una amplia documentación
<b>Ventajas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalación sencilla</li> <li>• Fácil configuración</li> <li>• Conectividad segura</li> <li>• Integración con PHP</li> </ul>
<b>Más Especificaciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agrupa transacciones</li> <li>• Exploración e indexación de campos de texto</li> </ul>

- Disponibilidad de amplia cantidad de plataformas y claves foráneas
- Soporta multiplataforma

En esta selección del base de datos, se hizo la comparación entre 3 plataforma que prestan este servicio de almacenamiento. Estas opciones fueron evaluadas bajo el cumplimiento de los requerimientos de arquitectura (RDA39, RDA43, RDA47, RDA48) para que cumpla con el requerimiento de una base de datos funcional para el sistema referente a ser una base relacional que permita manejar perfiles y asignare a cada rol que desempeñan los usuarios (administrador, puntos de venta, operador, usuario) con respuesta rápida a consulta de datos, que trabaje bajo software libre y que sea multiplataforma.

### Servidor

A continuación, se describe en la Tabla 24 la valoración para seleccionar del paquete de servicio web local para ser utilizado en elemento Servidor.

Tabla 24


#### *Elección de paquete de servicio web local*

Paquete de Servidor Local Web						
Software / Características	Requerimiento					Valor total
	RDA38	RDA43	RDA47	RDA48	RDA50	
<b>Paquete:</b> XAMPP	1	1	1	1	1	5
<b>Paquete:</b> Laragon	0	1	0	1	1	4
<b>Paquete:</b> NMP Server	1	1	0	1	1	4
<b>Elección:</b> El paquete de servicio web seleccionado es XAMPP						

En la siguiente Tabla 25 se detalla las características más sobresalientes de este paquete para montar un servidor local que se eligió, se lo ha seleccionado después de realizar la comparación con los requerimientos planteados.

Tabla 25

*Características de XAMPP*

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	
<b>Logo</b>	
<b>Descripción</b>	XAMPP es un paquete de software gratuito y de código abierto que brinda un entorno de desarrollo web robusto, está diseñado para brindar facilidad de creación y prueba de sitios web y/o aplicaciones ejecutándose en un entorno local opcionalmente para ser publicados en un servidor web alojado en internet.
<b>Servidor Web Apache</b>	Cuenta con un servidor apache que proporciona seguridad y estabilidad en su entorno para alojar sitios web y aplicaciones
<b>Base de datos</b>	Base de datos compatible con MariaDB y MySQL operando como sistema de gestión de datos, brindando rendimiento, confiabilidad y escalabilidad en cuanto a almacenamiento y gestión de datos.
<b>Intérprete</b>	PHP que es un lenguaje de programación utilizado para desarrollo web permitiendo creación de aplicaciones web interactivas y ejecutar operaciones con el servidor. También dispone del lenguaje Perl
<b>Fácil instalación</b>	Diseñado para fácil instalación y uso, proporciona una interfaz intuitiva y amigable para gestión y control de funcionalidades del servidor.
<b>Componentes adicionales</b>	Herramientas adicionales para desarrollo web como phpMyAdmin para administración de la base de datos, FileZilla FTP Server para transferencia de archivos y Mercury Mail Server para el envío de correos electrónicos localmente

En esta selección del servidor local, se hizo la comparación entre 3 paquetes que prestan este servicio. Estas opciones fueron evaluadas bajo el cumplimiento de los requerimientos de arquitectura (RDA38/RST10, RDA43, RDA47, RDA48, RDA50) para implementar un servidor

local con conectividad a la página web, que trabaje bajo software libre y que sea multiplataforma.

### Plataforma de notificaciones

A continuación, se describe en la Tabla 26 la valoración para seleccionar la plataforma para notificaciones al usuario, este elemento será utilizado en elemento notificaciones.

Tabla 26

#### *Elección de plataforma para notificaciones*

Plataforma para notificaciones						
Software / Características	Requerimiento					Valor total
	RDS13	RDS14	RDS18	RDA43	RDA58	
<b>Plataforma:</b> Twilio	1	1	1	0	1	1
<b>Plataforma:</b> MesageBride	1	1	1	0	0	3
<b>Plataforma:</b> Amazon Pinpoint	1	1	1	0	0	3
<b>Elección:</b> La plataforma seleccionada es Twilio						

En la siguiente Tabla 27 se detalla las características más sobresalientes de esta plataforma de servicio de mensajes SMS que se eligió, se la ha seleccionado después de realizar la comparación con los requerimientos planteados.

Tabla 27

#### *Características de Twilio*

CARACTERÍSTICAS	
<b>Logo</b>	
<b>Descripción</b>	Twilio es una plataforma que permite a los desarrolladores hacer fácil uso de funcionalidades de comunicaciones como, mensajes

	de texto SMS o multimedia MMS, llamadas de voz, video y chat en tiempo real conectado a una aplicación web o móvil.
<b>Mensajes de texto</b>	Envío y recepción de mensajes de texto a través de su API
<b>Llamadas de voz – SMS</b>	Realizar y recibir llamadas de voz mediante su API
<b>Mensajes multimedia - MMS</b>	Envío y recepción de mensajes multimedia que incluye imágenes, videos, audio a través de su API,
<b>Verificación de identidad</b>	Brinda la capacidad de verificación de números de teléfono para confirmar autenticidad de usuarios.
<b>Número de teléfono virtual</b>	El número telefónico virtual “Twilio” proporcionado puede ser usado para recibir llamadas y mensajes de texto conectado a aplicaciones y/o sitios web

En esta selección de una plataforma comunicaciones, se hizo la comparación entre 3 software más que prestan este servicio de comunicación. Estas opciones fueron evaluadas bajo el cumplimiento de los requerimientos de sistema y arquitectura (RDS13, RDS14, RDS18/RST6, RDA43, RDA58) para implementar una plataforma de comunicación con notificaciones directas a los clientes registrados a través de mensajes de texto, que sea de distribución libre, que trabaje bajo software libre y que sea a un costo asequible.

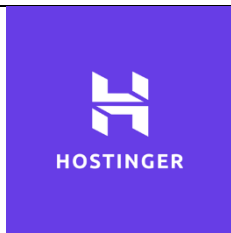
### **Servidor Web**

Una vez el sistema se ejecute sobre el servidor local con todos los elementos de software antes seleccionados, se migrará a un web hosting que permitirá publicar el sitio web creado sobre Internet, con esto los archivos y datos que conforman el sitio web se almacenan y están disponibles para ser consultados por los usuarios a través de Internet de forma pública.

En la siguiente Tabla 28 se detalla las características más sobresalientes de la plataforma adquirida que es Hostinger compatible con los softwares como la base de datos, el lenguaje de programación del Gateway, lenguaje de marcado entre otros. Adicional para contratar el servicio de hosting se basó en los precios (costo beneficio) más asequibles.

Tabla 28

*Servidor Web*

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	
<b>Logo</b>	
<b>Plan de alojamiento compartido</b>	Planes asequibles y adecuados para principiantes de sitios web, al permitir alojamiento compartido los recursos son pagados a un costo menos
<b>Alojamiento en la nube</b>	Proporciona servicios de alojamiento en la nube para mayor escalabilidad y flexibilidad en el proceso de gestión de páginas web y optimización de picos de tráfico.
<b>Panel de control básico</b>	Panel de control con entorno personalizado y fácil de usar para administración de los sitios web, correos electrónicos, base de datos entre otros.
<b>Velocidad y rendimiento</b>	Utiliza servidores de alto rendimiento para garantizar la carga con baja latencia de los sitios web
<b>Soporte 24/7</b>	Ofrece soporte técnico disponible todo el tiempo a través de tickets y chat en vivo al servicio del usuario en la resolución de problemas técnicos.
<b>Constructor de sitios web</b>	Ofrece herramientas de diseño y creación de sitios web

Adicionalmente en la Tabla 29 se describe especificaciones más puntuales del plan adquirido.

Tabla 29

*Especificaciones puntuales del hosting contratado*

<b>CARACTERÍSTICAS DEL PLAN</b>			
Costo	\$1.99 (Primera compra)	Creador de sitios web	SI
Sitios web	1	Administrador de acceso	SI
Almacenamiento SSD	50 GB	Múltiples versiones de PHP	SI
Ancho de banda	100 GB	Configuración de PHP	SI

Bases de datos MySQL	2	MySQL remoto	SI
Certificados SSL gratuitos	Ilimitado	phpMyAdmin	SI
Cuentas de correo electrónico	1	InnoDB	SI
Garantía de tiempo de actividad del 99,9%	SI	Instalador de aplicaciones	SI
Soporte 24/7	SI	Administrador de caché	SI
Potente panel de control	SI	WordPress (en inglés)	SI
Acceso al correo web	SI	Escáner de malware	SI
Administración de DNS	SI	Linux en la nube	SI
Subdominios por cuenta	2	Tamaño de la base de datos	3 GB
			1
Dominios aparcados	2	Núcleos de CPU	núcleo
			o
Cuentas FTP	1	Procesos de ingreso	10
Administrador de archivos	SI	Procesos activos	25

### 3.2. Fase II: Desarrollo del Diseño Lógico del Sistema

El sistema planteado permitirá automatizar y mejorar la eficiencia de la gestión en el modo de operación de los estacionamientos SISMERT. Establecerá un registro del tiempo de parqueo de forma precisa mediante la recepción de los datos de entrada y salida de un vehículo en una plaza de parking y generar los cobros correspondientes.

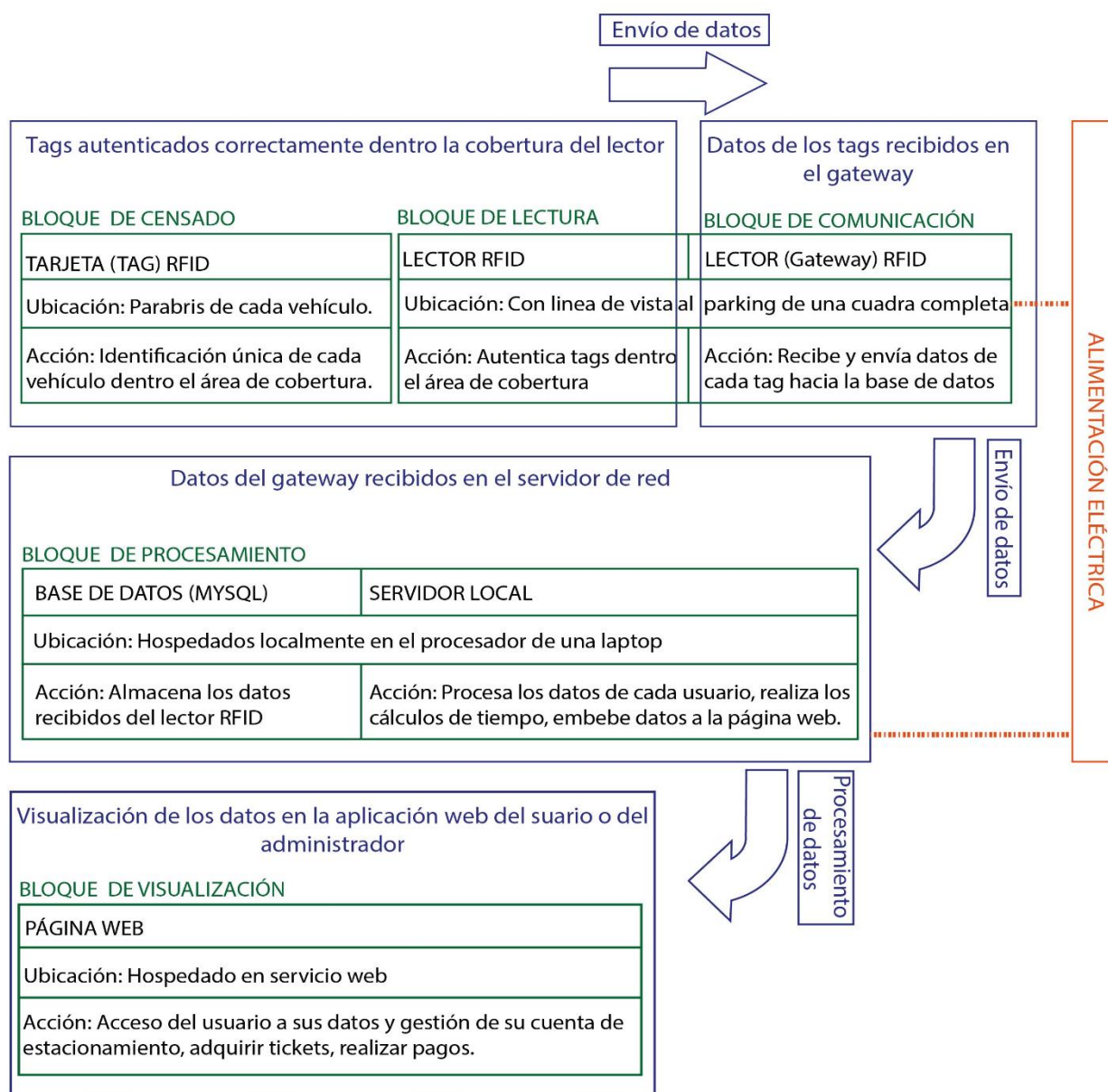
#### 3.2.1. Diagrama de bloques

El sistema basado en la automatización del cobro tarifario de SISMERT se divide en varios bloques, cada uno de ellos se especifica el elemento, la ubicación y la acción que se cumplirá dentro de cada uno de ellos, cabe mencionar también que este diagrama presentado en la Figura 23 está basado en el diagrama de bloques general de la Figura 2 ahondando más en cada bloque.



Figura 23

## Diagrama de bloques del Sistema



*Nota.* Diagrama de bloques secuencial con y proceso que cumplen los datos receptados.

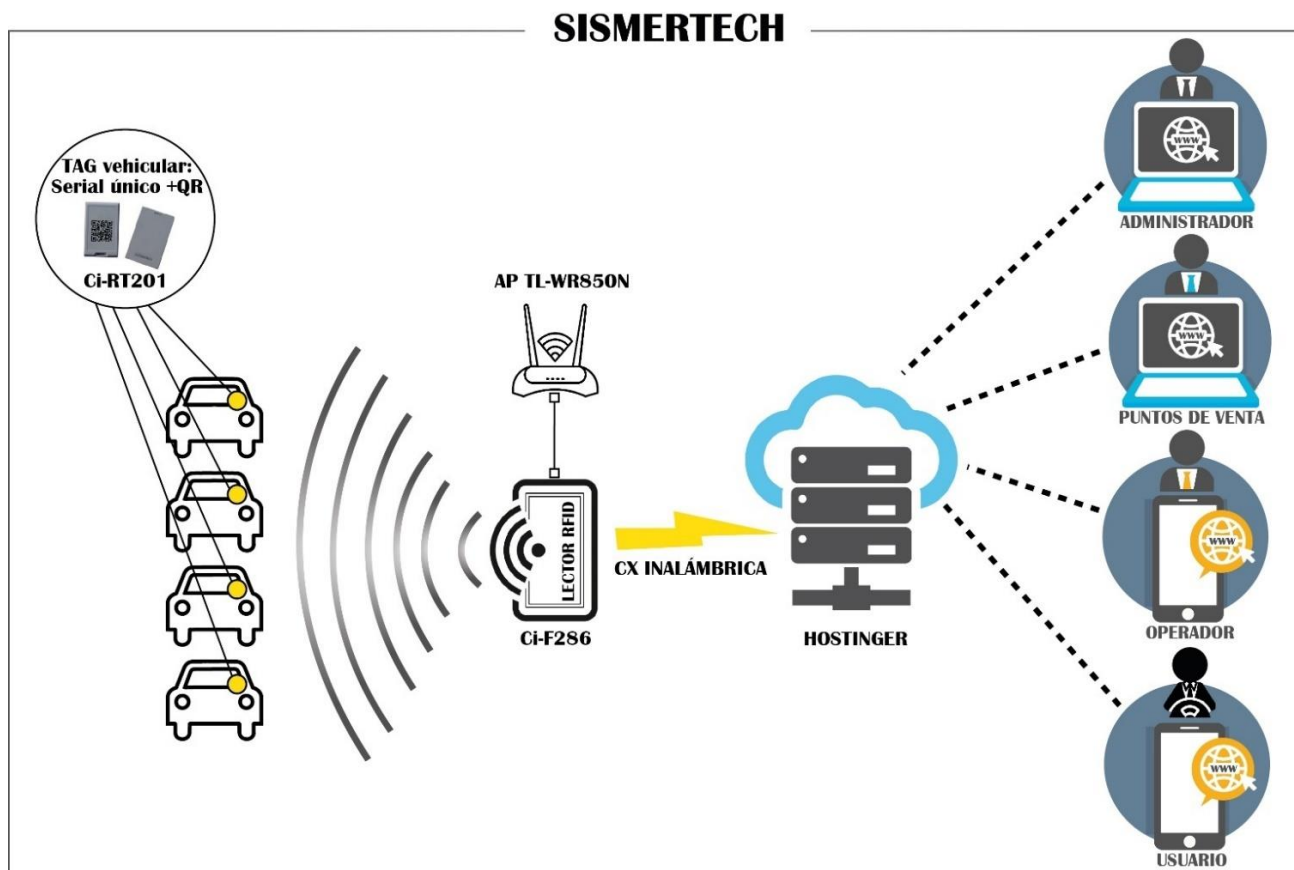
### 3.2.2. Arquitectura del sistema

En la Tabla 26 se presenta la arquitectura del sistema denominado “SISMERTECH” donde se muestra todos los elementos necesarios para la operabilidad del sistema y como están interconectados entre sí. Cada vehículo cuenta con un tag marcado con un serial único que es

detectado por el lector RFID, estos datos son enviados periódicamente hacia el servidor web el cual cuenta con el procesamiento necesario para controlar los tiempos de parqueo y visualizar la información a través de una página web que tiene diferentes perfiles de gestión y acceso.

Figura 24

*Arquitectura del sistema SISMERTECH*



*Nota.* Arquitectura del escenario real de funcionamiento del proyecto con la implementación del hardware y software seleccionado y con los diferentes perfiles creados para la administración del sistema.

### 3.3. Fase III: Desarrollar Diseño Físico

#### 3.3.1. Diagramas de flujo del sistema

Para un mejor entendimiento de los procesos que desarrolla el sistema se presenta los siguientes diagramas flujo con las acciones respectivas que se llevarán a cabo en cada proceso

por ejemplo el proceso de compra del servicio, detección de tags, compra de tickets, notificaciones del sistema al usuario, visualización de información en la página web y finalmente el cobro y manejo de los valores económicos,

### ***3.3.1.1. Diagrama de flujo (Compra del servicio SISMERT – Clientes Frecuentes)***

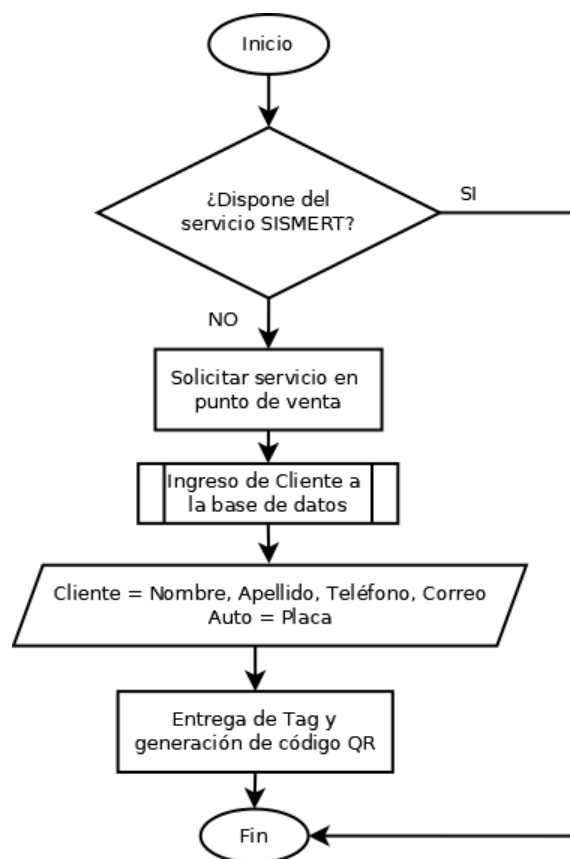
El proceso para comprar el servicio se describe en diagrama de flujo de la Figura 25, en ésta se detalla el proceso de adquisición del servicio por parte de los clientes en el sistema SISMERT.

El proceso comienza verificando si el cliente ya dispone del servicio SISMERT, en caso afirmativo, no se efectúa la adquisición del servicio, ya que el cliente lo ha adquirido previamente pero si es un caso negativo, se procede a solicitar el servicio en un punto de venta; una vez que el cliente solicita el servicio en el punto de venta, se realiza el ingreso de los datos del cliente en la base de datos del sistema, estos datos incluyen nombre, apellido, teléfono, correo electrónico, placas del vehículo, entre otros.

Esta información es necesaria para registrar al cliente y brindarle acceso al servicio; después de ingresar los datos del cliente, se le entrega una tarjeta RFID (tag) y un código QR que debe colocar en su vehículo. La tarjeta RFID se utilizará para identificar al cliente en el sistema y registrar su uso del estacionamiento, mientras que el código QR servirá como una forma adicional de identificación del vehículo.

Figura 25

*Diagrama de flujo para la Compra del servicio SISMERT*



### 3.3.1.2. Diagrama de flujo (Detección de Tags)

El proceso para la detección de Tarjetas RFID (Tags) se explica con un diagrama de flujo en la Figura 26, la cual describe el proceso para detectar tarjetas RFID y contabilizar el tiempo de uso de estacionamiento por parte de los clientes.

El proceso comienza con la activación del lector RFID, que está listo para detectar los tags de los vehículos que ingresan al estacionamiento; se inicia la detección de tags, y se verifica si se ha detectado alguno, en caso de que no se haya detectado ningún tag, el flujo continúa con la detección continua hasta que se detecte uno.

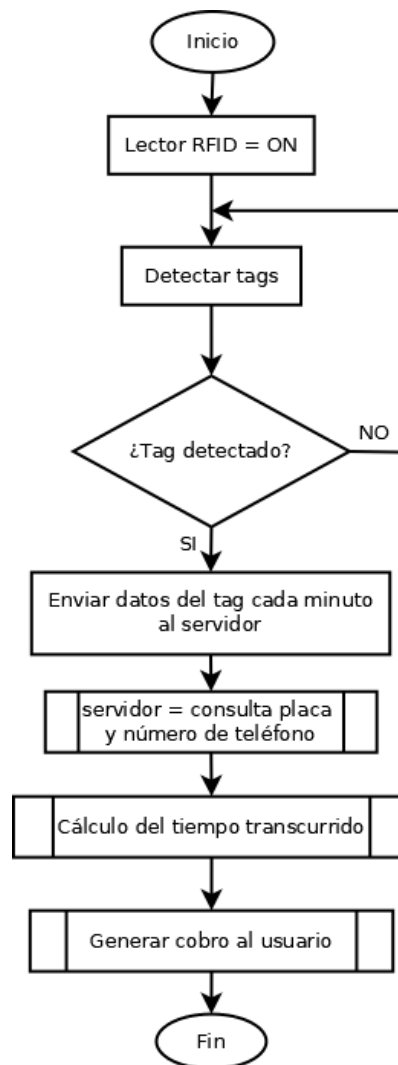
Una vez que se detecta uno, se envía el ID del tag al servidor cada minuto. El servidor, con el ID del tag recibido, realiza una consulta a la base de datos para obtener el número de teléfono para

el proceso de envío de notificaciones asociadas al cliente y las placas del vehículo para identificarlo correctamente.

Después de obtener la información necesaria, el servidor comienza a contabilizar el tiempo transcurrido desde la detección del tag. Utilizando esta información, se genera un cobro al usuario en función del tiempo de uso del estacionamiento.

Figura 26

*Diagrama de flujo para la detección de Tags*



### ***3.3.1.3.Diagrama de flujo (Compra de Tickets)***

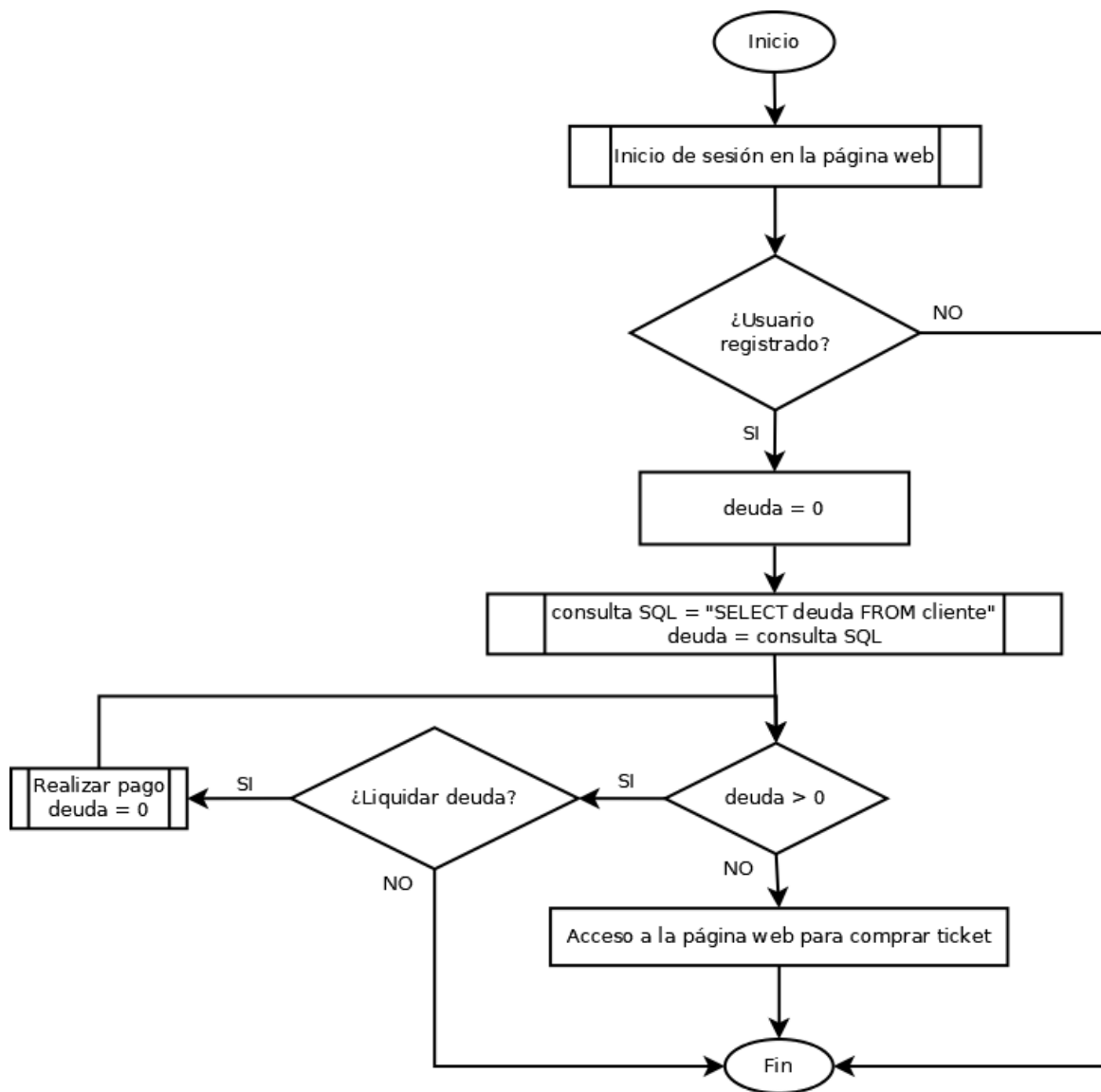
El proceso para la compra de tickets se puede visualizar en la Figura 27, la cual consiste en un diagrama de flujo que arranca con el proceso de inicio de sesión en la página web.

El usuario proporciona sus credenciales “cedula y contraseña” para acceder a su cuenta. A continuación, se verifica si el usuario está registrado en la plataforma realizando una consulta al servidor de base de datos MySQL, en caso de no estar registrado no se permite el acceso a la compra de tickets, sin embargo, si el usuario está registrado, se continúa con el proceso.

Después de verificar el registro, se comprueba si el usuario tiene alguna deuda pendiente; si la deuda es igual a cero, significa que no hay ninguna deuda por pagar y se procede al siguiente paso. Para obtener esta información, se realiza una consulta SQL que busca el valor de la deuda asociada al cliente. Si la deuda es mayor a cero, se dirige al usuario a la opción de pagar su deuda, además de darle la opción de pagar esta deuda presentándole diferentes opciones de pago y se solicita al usuario que realice la transacción necesaria para saldar su deuda; por otro lado, si la deuda es igual a cero, se permite al usuario acceder a la compra de tickets sin ninguna restricción adicional.

Figura 27

*Diagrama de flujo para la compra de tickets del Usuario*



#### 3.3.1.4. Diagrama de flujo (Notificaciones)

El proceso para la generación de notificaciones se visualiza en la Figura 28, en ésta se describe el sistema de notificaciones automáticas por SMS basadas en la compra de tiempo de ticket de estacionamiento (tiempo ticket) y el tiempo que permanece el vehículo (tiempo transcurrido). Este sistema proporciona recordatorios y alertas a los usuarios para que estén al tanto de la duración de su estancia y tomen las acciones necesarias.

En este sistema de notificaciones automáticas por SMS, el proceso comienza con la asignación del tiempo inicial del ticket de estacionamiento y el seguimiento del tiempo transcurrido desde que se adquirió el ticket. Se establecen diferentes condiciones de tiempo para realizar comprobaciones y enviar las notificaciones correspondientes.

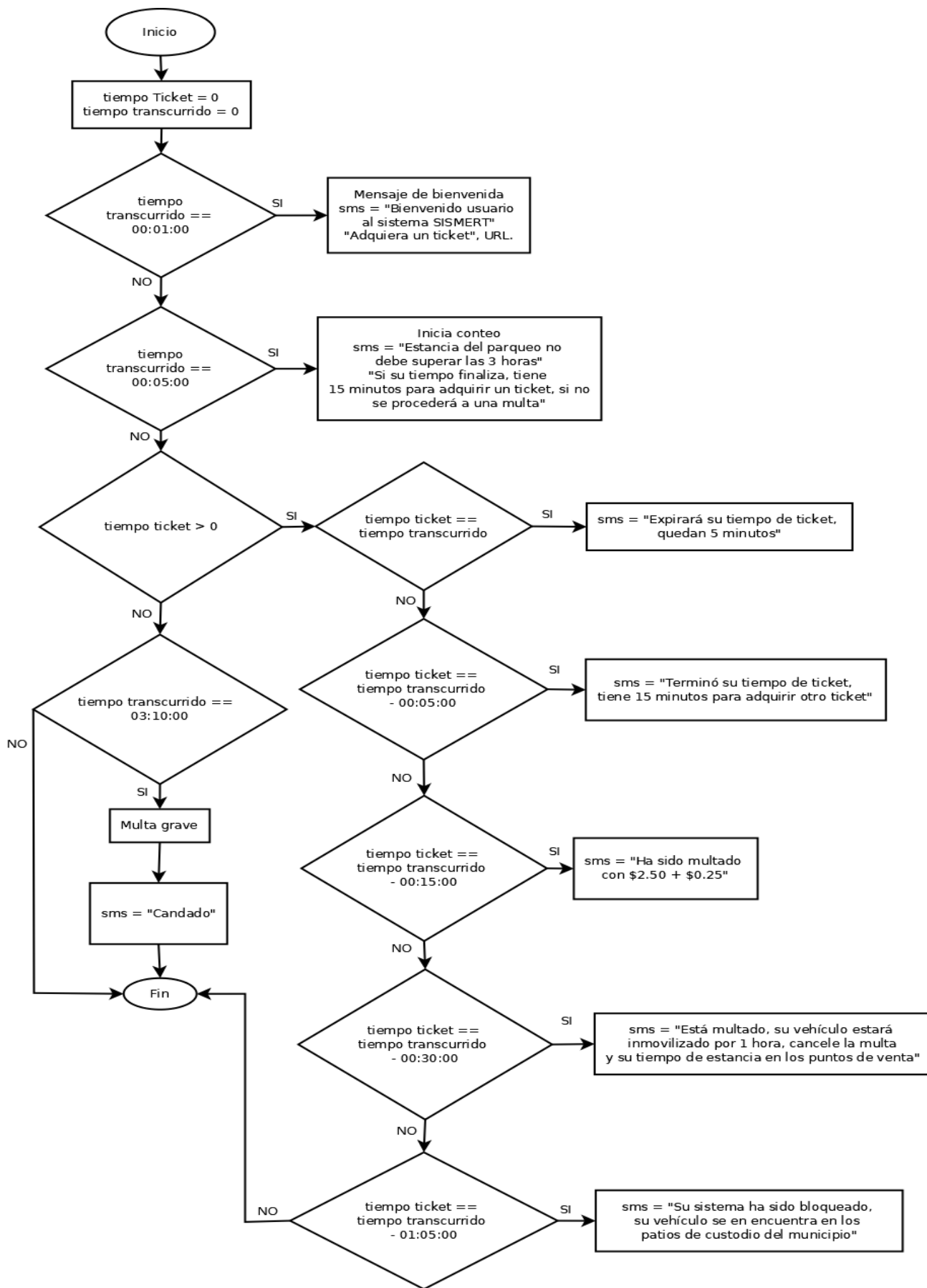
El sistema verifica si ha transcurrido un minuto desde que se inició el contador de tiempo, si es así, se envía un mensaje de bienvenida al usuario y se le proporcionan detalles del sistema, como el nombre SISMERTECH y el url para acceder a la página web para la compra de tickets. Esta notificación inicial busca brindar una experiencia de usuario positiva y asegurarse de que los usuarios estén conscientes del sistema en el que se encuentran.

A medida que avanza el tiempo, se realizan comprobaciones adicionales. Si han pasado cinco minutos desde la adquisición del ticket, el sistema inicia un conteo y envía una notificación recordando al usuario que debe adquirir un nuevo ticket si desea continuar estacionado. Estas notificaciones buscan evitar multas o problemas posteriores por exceder el tiempo asignado en el ticket.

Figura 28

*Diagrama de flujo para la automatización de notificaciones SMS en el sistema*





### ***3.3.1.5. Diagrama de flujo (Visualización de información)***

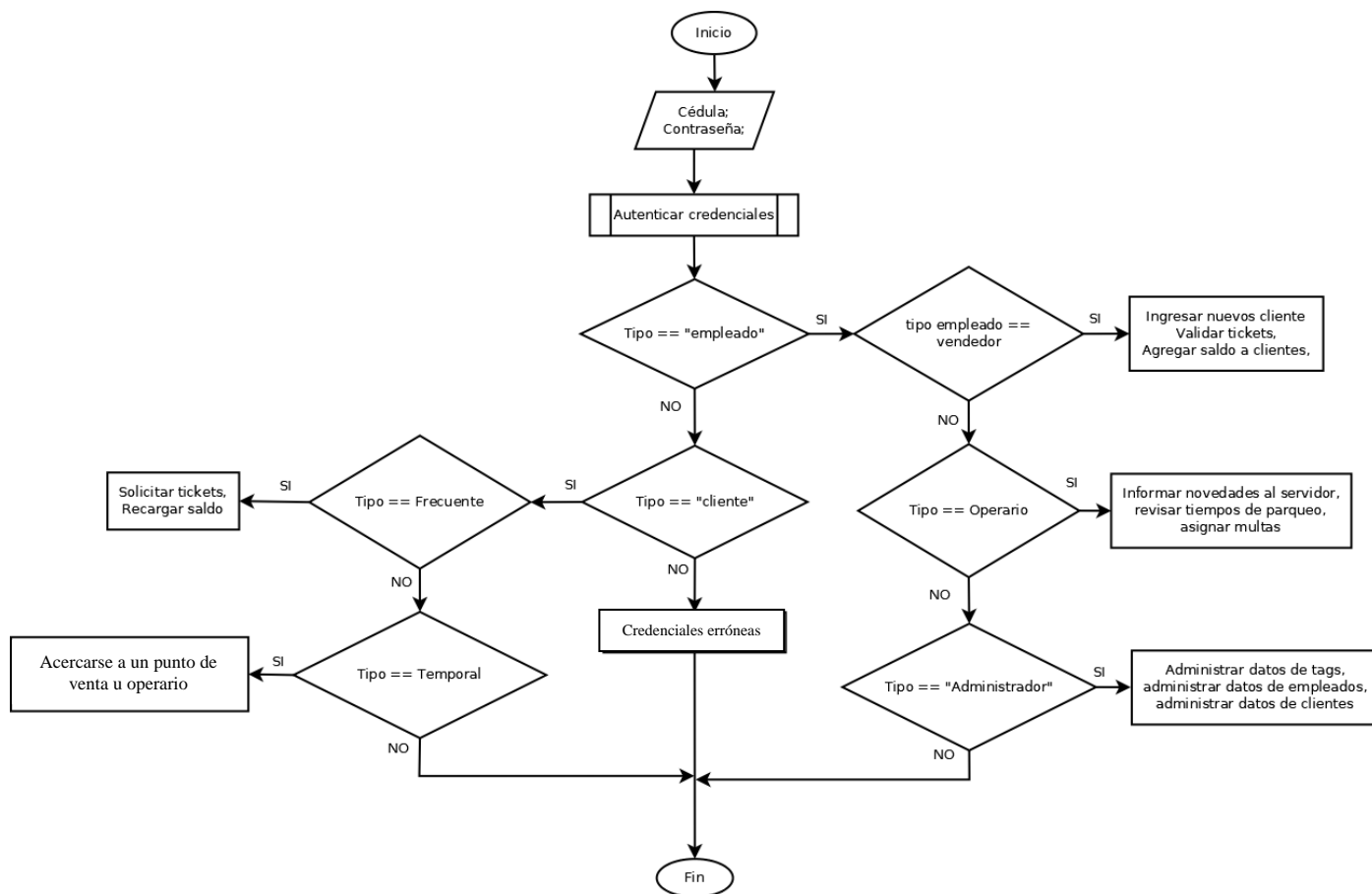
La visualización de información se detalla en el diagrama de flujo de la Figura 29, aquí se describe el proceso de visualización de información a través de una aplicación web, y cómo el acceso a esa información varía dependiendo de la categoría de las personas.

El proceso comienza con la autenticación de las credenciales de acceso a la aplicación web, que incluyen la cédula y la contraseña del usuario. Se verifica si el tipo de usuario es un empleado, en caso de serlo, se procede a verificar el tipo de empleado, si el empleado es un vendedor, se le otorgan permisos para ingresar clientes frecuentes y temporales, validar tickets y agregar saldo a los clientes, si el empleado es un operario, se le permite ingresar nuevos clientes temporales, revisar los tiempos de parqueo para evitar; en el caso de que el empleado sea un administrador, se le concede acceso para ingresar nuevos tags, administrar clientes y empleados.

Por otro lado, si el tipo de usuario no es un empleado, se verifica si es un cliente y en caso de serlo se comprueba el tipo de cliente, si es un cliente frecuente, se le proporcionan opciones para solicitar tickets y recargar saldo, si es un cliente temporal, debe acercarse a un operario o punto de venta para el registro y seguimiento del tiempo de parking de su vehículo.

Figura 29

*Diagrama de flujo para la visualización de la información de la aplicación WEB*

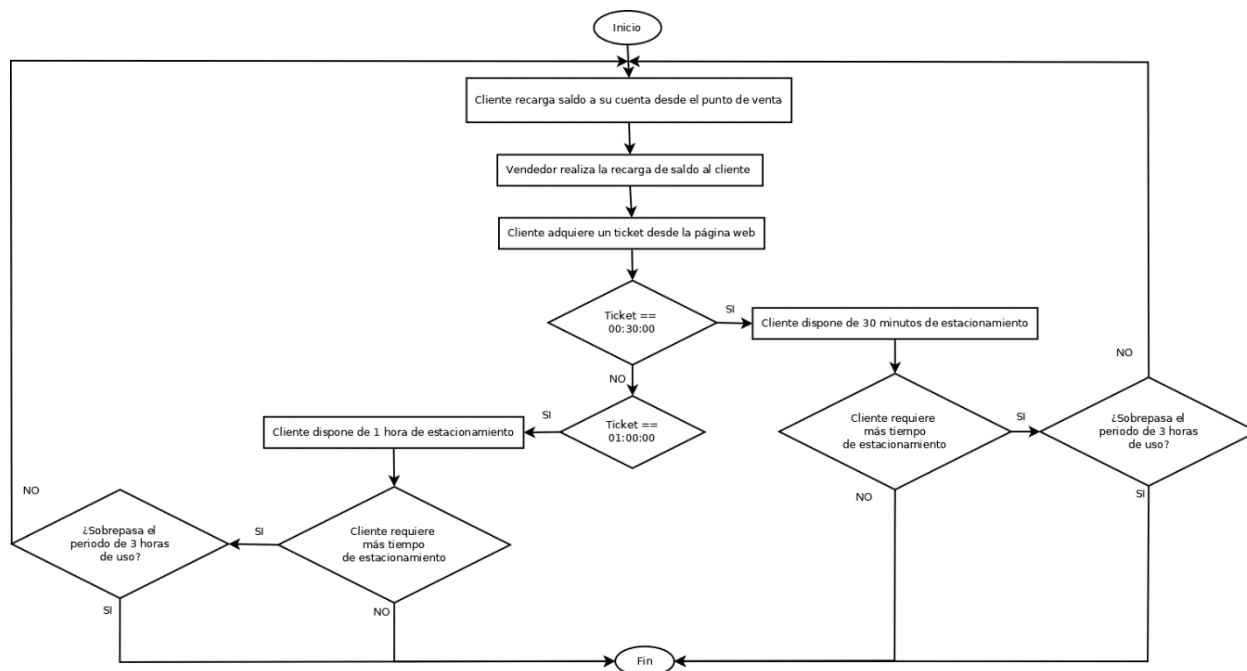


### 3.3.1.6. Diagrama de flujo (Cobro del sistema y manejo de valores)

El cobro automatizado por parte del sistema se detalla en el diagrama de flujo de la Figura 30, aquí se describe el proceso de recargo de saldo y compra de tickets utilizando la aplicación web, y cómo el cobro se realiza dependiendo del tiempo de ticket. El proceso comienza con la recarga de saldo por parte del cliente desde la página web o desde un punto de venta, ahora el cliente puede comprar tickets, el valor de los tickets se descontará del saldo recargado. El cliente puede elegir entre comprar el ticket de 00:30:00 o el de 01:00:00, los dos le permitirán tener mantenerse el tiempo indicado en la zona de parqueo, si el cliente desea adquirir más tiempo puede hacerlo comprando directamente desde la página web, pero nunca se sobrepasará de 03:00:00 horas.

Figura 30

Diagrama de flujo (Cobro del sistema y manejo de valores)



### 3.4. Fase IV: Probar, optimizar y documentar diseño

La presente tesis se centra en el desarrollo e implementación un sistema tarifado de estacionamiento vehicular para optimizar el pago de hora fracción de parqueos en el centro de la ciudad de Ibarra denominado SISMERT, el cual está diseñado para optimizar la experiencia de estacionamiento tanto para los conductores como para los administradores de sistema. Para lograrlo, se han realizado encuestas dirigidas a los clientes del sistema y una entrevista al señor analista del SISMERT, así como se ha considerado requerimientos de stakeholders, de sistema y de arquitectura. La solución propuesta se ha dividido en dos componentes principales para una implementación de hardware y software. El diseño del sistema ha considerado cuidadosamente cada una de estas partes para garantizar su funcionalidad y rendimiento óptimos.

### 3.4.1. Implementación de Hardware

En primer lugar, el enfoque del sistema de hardware es ofrecer una infraestructura física capaz de gestionar el proceso de estacionamiento de manera automatizada. Esto incluye la instalación de sensores de detección de vehículos utilizando la tecnología RFID – UHF, así como un equipo para el procesamiento de datos y comunicación con el servidor. Estos dispositivos trabajarán en conjunto para proporcionar información en tiempo real sobre la disponibilidad de espacios de estacionamiento, así como para permitir y controlar la entrada y salida de vehículos de manera eficiente en una plaza de parqueo.

#### 3.4.1.1. Lector RFID y los Tags

En esta etapa de implementación, se ha realizado la compra del lector RFID y los tags correspondientes. El lector RFID se encargará de recoger la información transmitida por los tags instalados en los vehículos, esta información será procesada posteriormente por el sistema y la Figura 31 muestra el modelo del lector a utilizar, y sus características específicas se encuentran en la sección Lector RFID.

Figura 31

*Hoja de datos del Lector de tarjetas RFID Ci-F286*

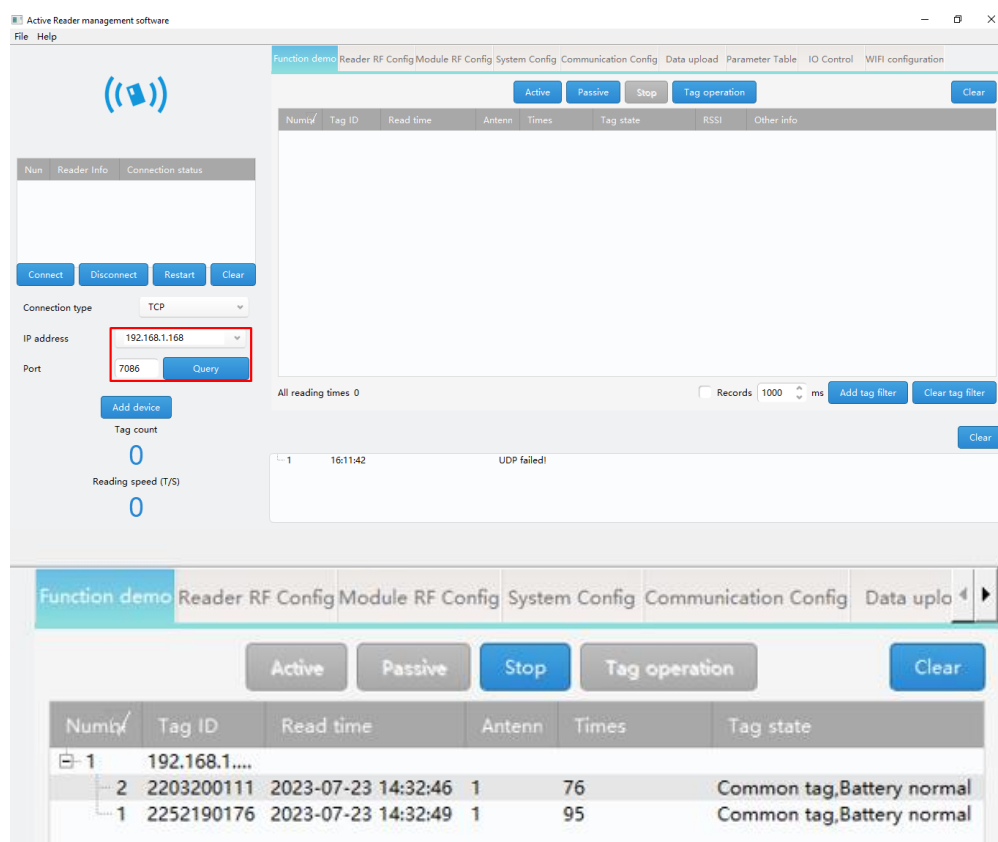


### 3.4.1.2. Conexión entre el lector y el servidor

Asimismo, se ha realizado la conexión entre el Servidor y el lector RFID, asegurando una comunicación estable y confiable. Esta conexión permitirá la transferencia continua de los datos capturados por el lector RFID al servidor, para su posterior procesamiento y envío al servidor central. Para este proceso primero se obtienen los datos de la aplicación RFID, en la Figura 32 se muestra la interfaz gráfica encargada de detectar los tags y almacenar sus datos.

Figura 32

*Aplicación que utiliza el Lector para escanear las tarjetas RFID*



Una vez almacenados los registros de tags, estos se visualizan de la siguiente forma Figura 33, a partir de esta información el servidor podrá recibir los datos de los dispositivos que estén en su zona de cobertura.

Figura 33

*Información de los Tags recibida por el Lector RFID*

Number:1	<b>Tag ID:2252190176</b>	Read time: 2023-08-01 23:27:33	<b>Tag count:3</b>
Number:2	<b>Tag ID:2203200112</b>	Read time: 2023-08-01 23:27:33	<b>Tag count:4</b>
Number:3	<b>Tag ID:2203200111</b>	Read time: 2023-08-01 23:27:34	<b>Tag count:3</b>

Para extraer los datos de los tags que solo sean activos es decir que estén registrados o relacionados a un cliente, se utiliza un script de Python que se encarga de supervisar el archivo Figura 33 para detectar y recopilar identificadores de etiquetas. A continuación, consulta en la base de datos de MySQL si las etiquetas recopiladas están activas o inactivas y finalmente, selecciona únicamente las etiquetas activas y las envía a al servidor para su procesamiento. Este proceso se repite de manera cíclica cada minuto, garantizando la actualización constante y precisa de la información. En la Figura 34 se muestra una parte del script encargado del envío de los datos hacia el servidor.

Figura 34

*Información de los Tags recibida por el Lector RFID*

```
def send_tags_to_server(tags, zona):
    url = "www.sismertrfid.tech/send_tags"
    active_tags = [tag for tag in tags if is_tag_active(tag)]

    if not active_tags:
        print("No hay etiquetas activas para enviar.")
        return

    data = {
        "tags": ", ".join(active_tags),
        "zona": zona
    }
    response = requests.post(url, json=data)
```

```

print("JSON enviado:", json.dumps(data))
print("Respuesta del servidor:", response.text)

if __name__ == "__main__":
    filename = "savefile.txt"
    zona = "zona 2"

    while True:
        tag_ids = get_last_tag_ids(filename)
        print("Valores de Tag ID:", ", ".join(tag_ids))
        send_tags_to_server(tag_ids, zona)
        time.sleep(60) # Pausa de 1min hasta la nueva lectura de tags

```

#### ***3.4.1.3.Montaje físico del hardware***

El montaje físico de los dispositivos en el sistema “SISMERTECH”, es de suma importancia debido a varias razones clave:

- **Eficiencia en la Detección y Lectura:** La ubicación estratégica y el montaje adecuado de los lectores RFID son esenciales para garantizar una detección y lectura confiable de los tags en los vehículos. Un montaje incorrecto puede resultar en problemas de lectura inconsistente, lo que afectaría negativamente la precisión y eficiencia del sistema.
- **Minimización de Errores:** La colocación adecuada de los lectores RFID reduce la probabilidad de errores en la detección de etiquetas. Si los lectores están mal posicionados, pueden leer etiquetas de manera incorrecta. Esto podría causar confusiones en el sistema y potenciales errores en la facturación automática.
- **Seguridad:** El montaje seguro y robusto de los dispositivos es crucial para prevenir daños accidentales o intencionales. Los dispositivos deben estar protegidos contra



impactos físicos, condiciones climáticas adversas y actos de vandalismo para garantizar la continuidad del sistema y la integridad de los datos.

- **Escalabilidad y Mantenimiento:** Un montaje cuidadoso facilita la expansión y el mantenimiento del sistema a medida que crece. Los dispositivos deben estar instalados de manera que permitan un fácil acceso para mantenimiento y actualizaciones, minimizando el tiempo de inactividad.

En la Figura 35 muestra el montaje preciso del tag en el vehículo, lo que influye a que el sistema pueda detectar con precisión durante la entrada y salida del estacionamiento. Además, la imagen refleja la experiencia del usuario al mostrar cómo los conductores deben posicionar el tag para una interacción fluida con el sistema.

Figura 35

*Foto del tag en el vehículo*



En la Figura 36 se muestra cómo el lector se coloca estratégicamente en uno de los postes apuntando de manera direccional hacia la zona de parqueo permitida, esto para optimizar la

detección de tags en los vehículos. Hay que tomar en cuenta la altura y el ángulo de inclinación adecuados para asegurar una lectura confiable, para ello se debe realizar un censo constante de los tags y determinar el sitio donde detecte mayor cantidad de tags.

Figura 36

*Foto del lector en el poste*



En la Figura 37 se resalta la necesidad de una instalación cuidadosa y precisa de cables, asegurando una alimentación constante y una comunicación confiable entre los componentes del sistema. La imagen también destaca la importancia de proteger las conexiones contra elementos ambientales y daños físicos, lo que garantiza la continuidad operativa y la durabilidad a largo plazo del sistema.

Figura 37

*Foto de las conexiones eléctricas y de red*



En la Figura 38 se muestra la funcionalidad del lector y el AP la conexión que deben mantener a un punto de acceso a la red para el proceso de detección y lectura exitosa de etiquetas en tiempo real.

Figura 38

*Pruebas de funcionamiento del lector*



### **3.4.2. Implementación de Software**

Por otro lado, el componente de software está diseñado para gestionar toda la operación del sistema de parqueo automático. Esto implica el desarrollo de algoritmos y la implementación de un sistema de gestión centralizado que controle y coordine todas las funciones del sistema. El software también se encargará de la facturación y el control de tarifas, brindando una solución integral para los administradores y los usuarios del estacionamiento.

#### **3.4.2.1. Diseño de la base de datos**

En esta etapa, se ha realizado el diseño de la base de datos que almacenará y gestionará toda la información del sistema de parqueo automático. Se han establecido los requerimientos para la interconexión de entidades, creando un diagrama de tablas que represente la estructura de la base de datos. Además, se ha elaborado un diagrama de entidad-relación para visualizar las relaciones entre las diferentes entidades.

#### **Diagrama de entidad – relación**

En la Tabla 30 se presenta un modelo de relación de entidades que describe la interacción entre diversos elementos que conforman el sistema SISMERT. Esta tabla de relaciones ha sido diseñada para representar la estructura y la interconexión de distintos actores y objetos presentes en dicho entorno.

Cada entidad representa un tipo de objeto, persona o lugar, y las relaciones establecen cómo se conectan entre sí, estas relaciones pueden ser de tres tipos: uno a uno, uno a muchos y muchos a muchos; se identificaron algunas entidades clave, tales como "Persona", "Operario", "Vendedor", "Cliente Temporal", "Cliente Permanente", "Ubicación", "Tag" y "Lector". Cada una de éstas juega un papel fundamental en el sistema y están relacionadas con otras entidades.

Tabla 30

*Modelo Entidad - Relación*

<b>Entidades</b>		<b>Relación</b>
Una <b>Persona</b> puede ser un <b>Empleado</b>	Un <b>Empleado</b> puede ser una <b>Persona</b>	1 : 1
Una <b>Empleado</b> puede ser un <b>Operario</b>	Un <b>Operario</b> puede ser una <b>Empleado</b>	1 : 1
Una <b>Empleado</b> puede ser un <b>Vendedor</b>	Un <b>Vendedor</b> puede ser una <b>Empleado</b>	1 : 1
Una <b>Persona</b> puede ser un <b>Cliente</b>	Un <b>Cliente</b> puede ser una <b>Persona</b>	1 : 1
Una <b>Cliente</b> puede ser un <b>C. Temporal</b>	Un <b>C. Temporal</b> puede ser una <b>Cliente</b>	1 : 1
Una <b>Cliente</b> puede ser un <b>C. Frecuente</b>	Un <b>C. Frecuente</b> puede ser una <b>Cliente</b>	1 : 1
Un <b>C. Frecuente</b> posee un <b>Tag</b>	Un <b>Tag</b> es usado por un <b>C. Frecuente</b>	1 : 1
Un <b>Vendedor</b> recarga a varios <b>clientes</b>	Un <b>Cliente</b> recarga desde varios <b>Vendedores</b>	N : M
Un <b>Lector</b> tiene una <b>Ubicación</b> (poste)	Una <b>Ubicación</b> tiene un <b>Lector</b>	1 : 1
Un <b>Lector</b> lee varios <b>Tags</b>	Un <b>Tag</b> es leído por un <b>Lector</b>	N : 1

*Nota:* Esta información es esencial para el diseño y la implementación de una base de datos.

Mediante este modelo de relaciones de entidades, se busca proporcionar una visión clara y estructurada de cómo interactúan los distintos elementos dentro del sistema SISMERT.

**Diagrama de tablas**

A continuación, en la, por medio del Software MySQL Workbench se diseñó el modelo relacional en base a la información proporcionada por la Tabla 30, además, se generaron las diferentes columnas requeridas para cada tabla; dentro de las columnas es necesario tener una que sirva como identificador de cada registro conocida como “Clave Primaria”.

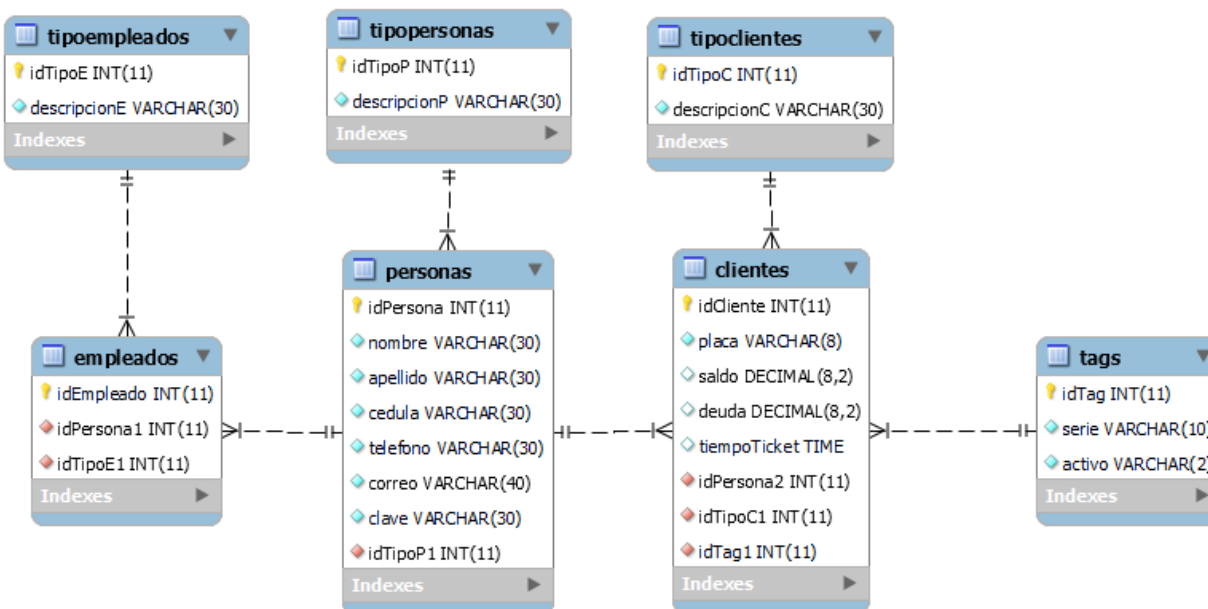
También, en algunas tablas se requiere de “Claves Foráneas”, que son identificadores únicos que hacen referencia a la clave primaria de otras tablas de las cuales se tiene una relación padre e hijo entre éstas.

En el diagrama relacional se puede identificar a las columnas de cada tabla mediante símbolos, para las claves primarias se usa una llave de color amarillo, para las claves foráneas se utilizan rombos de color rojo y para las demás se utilizan rombos de color azul (cuando la columna no admite campos vacíos) y de color blanco (cuando la columna puede admitir campos vacíos).

Un último punto clave que se puede observar en este modelo relacional son los tipos de variables que admite cada columna creada dependiendo del tipo de dato que se desea guardar, entre los más usados se tienen los tipos texto (varchar), numérico (int), decimal, de tiempo (time), fecha (date) o booleano (Verdadero o Falso).

Figura 39

*Diagrama de Tablas del modelo relacional*



## ***XAMPP***

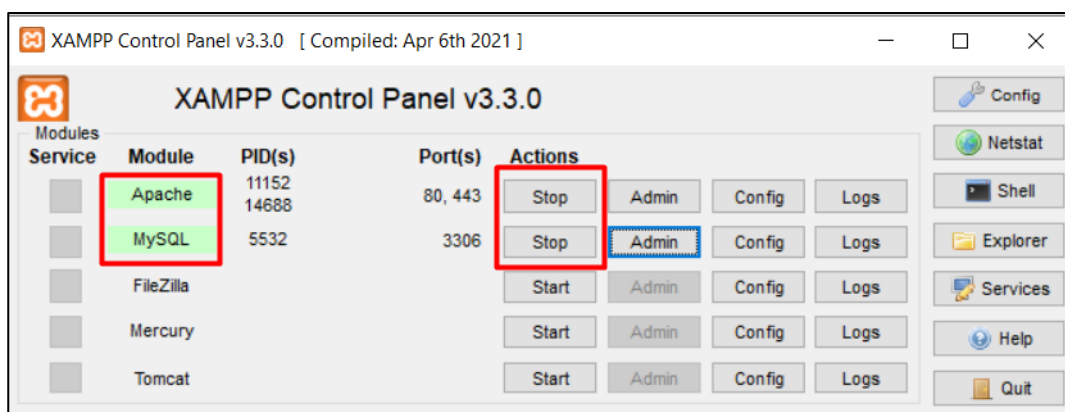
Es un software gratuito de código abierto que permite la creación de un entorno de desarrollo web de manera local. Su nombre proviene de la combinación de las letras "X", que representa los sistemas operativos (Windows, Linux, macOS) y "AMPP", que indica los componentes del paquete: Apache, MySQL, PHP y Perl.

Para el presente proyecto se optó en gran parte por la facilidad de crear un servidor como lo es MySQL, el cual proporciona un sistema de base de datos relacional que permite almacenar y recuperar información de forma eficiente.

Al ejecutar la aplicación de Xampp se inician los servicios Apache y MySQL tal y como se observa en la Figura 40

Figura 40

*Panel de control de Xampp*



Al hacer clic en el botón de administración de MySQL, el programa se direccionará a la página <http://127.0.0.1/phpmyadmin/>, al iniciar aparecerá una pantalla de Login cuyas credenciales son root como usuario y no tiene contraseña. En la

Figura 41 se muestra la pantalla de inicio.

Figura 41

*Inicio de sesión para phpMyAdmin*



The image shows the phpMyAdmin login interface. At the top, there is a logo with a sailboat and the text "phpMyAdmin Bienvenido a phpMyAdmin". Below the logo is a language selection dropdown menu labeled "Idioma (Language)" with "Español - Spanish" selected. Underneath is a login form titled "Iniciar sesión" with fields for "Usuario:" and "Contraseña:". A blue "Iniciar sesión" button is located at the bottom right of the form.

Dentro de la aplicación Web se procede a crear la base de datos con sus respectivas tablas y relaciones. La forma de crear la base de datos puede ser desde el mismo programa creando desde cero todo lo necesario mediante la interfaz, por código SQL o importando algún Script previamente desarrollado. En este caso se importó un script con las sentencias necesarias para la base del sistema SISMERT. El Anexo 3: SCRIPT CREACIÓN DE BASE DE DATOS\_Anexo 3: SCRIPT CREACIÓN DE BASE DE DATOS, contiene el script utilizado en la creación de la base de datos implementada en el presente proyecto.

#### ***3.4.2.2. Diseño de la página web usando FLASK***

Se ha optado por utilizar el Framework Flask para desarrollar la interfaz del sistema de parqueo automático. En esta etapa, se ha diseñado la página principal que permitirá a los usuarios acceder a las diferentes funcionalidades del sistema. Además, se han creado secciones específicas para



los diferentes roles de usuarios, como “Administrador”, “vendedores”, “operarios” y “clientes frecuentes”. Cada sección brinda acceso a las funciones y herramientas correspondientes a cada rol.

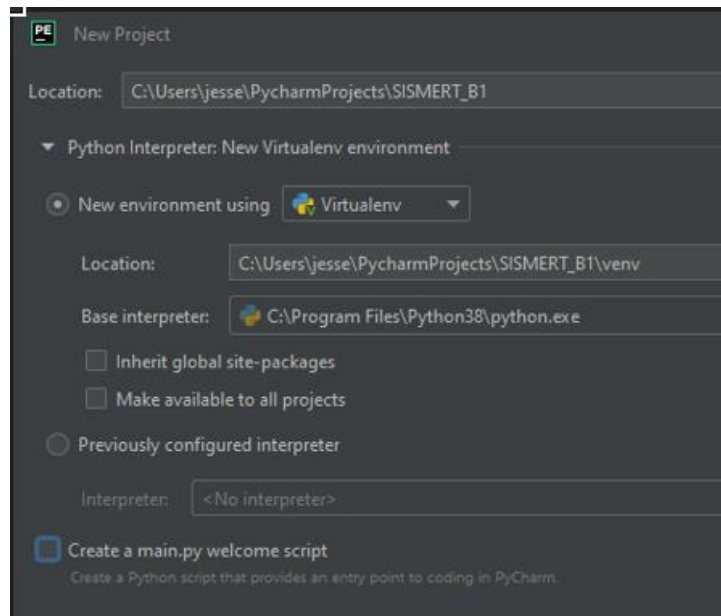
### ***Instalación de FLASK***

Flask es un Framework web ligero y flexible que permite desarrollar aplicaciones web de manera rápida y sencilla. Para instalar Flask en el entorno de trabajo PyCharm se realiza los siguientes pasos:

- Se crea un nuevo proyecto, este deberá tener un entorno virtual, esto se realiza para mantener dependencias separadas del entorno físico, además se debe elegir el intérprete base (lenguaje), que en este caso es Python. En la Figura 42 se muestra cada uno de los campos necesarios para la creación del nuevo proyecto realizado en Python.

Figura 42

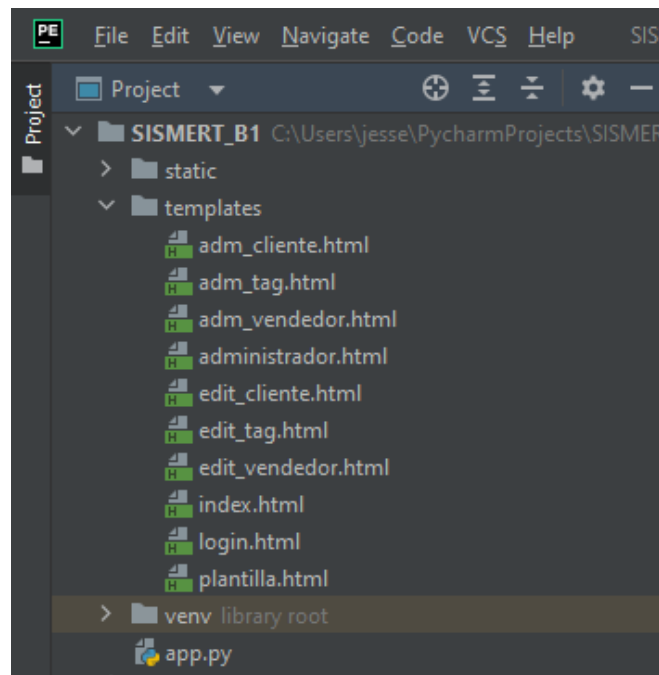
*Nuevo proyecto en Pycharm*



- El siguiente paso visto en la Figura 43 para la creación de la aplicación Web es crear un directorio en la carpeta principal cuyo nombre es “src” que viene siendo la carpeta raíz donde alojará el archivo “app.py” y la carpeta “templates”, dentro de ésta se crearán todos los archivos “.html” necesarios.

Figura 43

*Creación de directorios y archivos para la aplicación web*



- Una vez creado el archivo principal y las plantillas html se procede a instalar Flask desde el terminal de Pycharm, para cual se necesita del siguiente comando tal y como se muestra en la Figura 44.

Figura 44

*Comando para instalación de Flask en Python “pip install flask”*

```
(venv) PS C:\Users\jesse\PycharmProjects\SISMERT_B1> pip install flask
Collecting flask
  Downloading Flask-2.3.2-py3-none-any.whl (96 kB)
    |████████████████████████████████████████| 96 kB 133 kB/s
Collecting Werkzeug>=2.3.3
```

- De igual forma, se procede a instalar las librerías requeridas para la conexión entre Flask y MySQL mediante el comando presentado en la Figura 45.

Figura 45

*Comando para librería de MySQL*

```
(venv) PS C:\Users\jesse\PycharmProjects\SISMERT_B1> pip install mysql-connector-python
Collecting mysql-connector-python
  Downloading mysql_connector_python-8.1.0-cp38-cp38-win_amd64.whl (10.8 MB)
    | 317 kB 1.1 MB/s eta 0:00:10
```

- Cuando ya han si instaladas las librerías necesarias para la ejecución de la página web se requieren importar con sus respectivos nombres, por lo tanto, según la Figura 46 es la forma en que se importan las librerías de Flask y MySQL.

Figura 46

*Importación de librerías Flask al proyecto*

```
from flask import Flask, render_template, request, redirect
import mysql.connector
```

- A continuación, se presenta en la Figura 47 la estructura inicial de Flask para comenzar a trabajar desde Python.

Figura 47

*Modelo inicial para el funcionamiento de Flask*

```
app.py x
1  from flask import Flask
2  import mysql.connector
3
4  app = Flask(__name__)
5
6  if __name__ == '__main__':
7      app.run(debug=True)
```

- Es posible realizar una prueba para comprobar si Flask ya está integrado con Python, para ello es necesario colocar en el terminal de Pycharm el comando “python

src/app.py”. En la Figura 48 se observa que al ejecutar el comando no se han generado errores, por lo tanto presenta la url del proyecto.

Figura 48

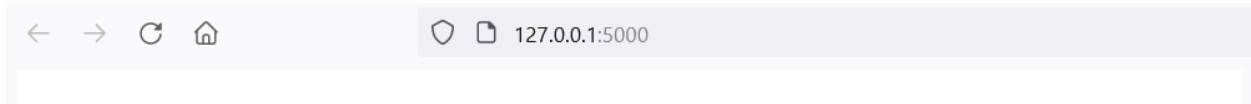
*Ejecución del programa con Flask hecho en Pycharm*

```
(venv) PS C:\Users\jesse\PycharmProjects\SISMERF_31> python src/app.py
* Serving Flask app 'app'
* Debug mode: on
WARNING: This is a development server. Do not use it in a production deployment. Use a production WSGI server instead.
* Running on http://127.0.0.1:5000
Press CTRL+C to quit
* Restarting with stat
```

- Al ejecutar la url se observará en el navegador la presentación de una página que aparentemente parece errónea, sin embargo, como se muestra en la Figura 49 al no tener direccionado una plantilla html se muestra que la dirección no lleva a ninguna url válida.

Figura 49

*Redireccionamiento a la página web*



## Not Found

The requested URL was not found on the server. If you entered the URL manually please check your spelling and try again.

### *Rutas de app.py*

Como se explicó en el apartado anterior, Flask es un Framework web minimalista utilizado en Python que ayuda a construir aplicaciones web rápidas y eficientes, para ello dispone de decoradores que definen las rutas (URL) que están asociadas a ciertas funciones creadas para el enrutamiento y el manejo de solicitudes hacia una ruta específica dentro de la aplicación. Las `@app.route` actúan como el puente entre el “front end” y el “back end”, permitiendo que las

solicitudes del cliente sean manejadas por funciones específicas en el servidor y que las respuestas generadas sean enviadas de vuelta al cliente.

En la Figura 50 se presenta un ejemplo de la estructura de un `@app.route` desde donde se realizará la llamada a la página de inicio (`Login.html`) y la autenticación de usuarios para el ingreso. El código completo se encuentra en GitHub.

Figura 50

*Creación de un `@app.route`*

```
@app.route('/login', methods=['GET', 'POST'])
def login():
    return render_template('login.html')
```

### ***Página de autenticación de usuarios***

Para realizar el ingreso a la aplicación web es necesaria la autenticación mediante las credenciales como el número de cédula y la contraseña, los tipos de usuarios que pueden ingresar a la página son administradores, vendedores y clientes. En la Figura 51 se visualiza el inicio de sesión de la aplicación web del sistema SISMERT.

Figura 51

*Página de inicio y autenticación de usuarios de la aplicación web*



### *Administrador*

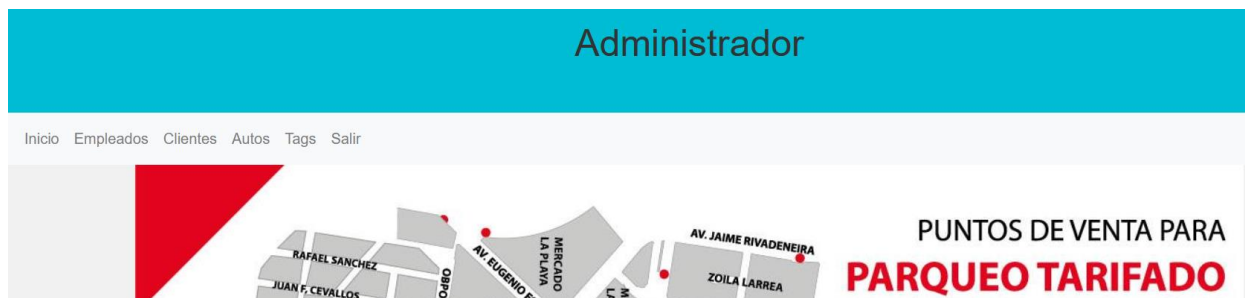
Los administradores se encargan de la administración de usuarios y el control de las distintas funcionalidades dentro del sistema. Entre las funciones más importantes que desempeña el administrador se encuentra:

- La creación de nuevos empleados.
- La creación de nuevos clientes.
- La creación de tags.
- Control de tiempo de uso de los autos que han sido detectados por el lector.

La Figura 52 representa la interfaz creada para el manejo de las distintas funciones que desempeña el administrador dentro del sistema.

Figura 52

*Página principal del Administrador del sistema*



Como primera opción, dentro de la página del administrador se encuentra el panel de navegación con el menú “Empleados” donde, mediante las operaciones básicas que se pueden realizar sobre los datos del sistema conocido como CRUD (Crear, Leer, Actualizar, Borrar).

Al hacer clic en “Empleados” aparecerá una nueva página donde se listan mediante una tabla los datos de los empleados registrados, ya sean administrador, operario o vendedor. La última columna de la tabla llamada “Operaciones” contiene dos botones para modificar y eliminar empleados.

Para crear un nuevo empleado se tiene una división en la página para ingresar los datos del empleado y darle el rol que se le ha sido asignado.

Se dispone también de una línea de búsqueda de empleados mediante el nombre para filtrar a los usuarios requeridos con sus respectivos datos. La contiene una vista inicial de página de Administración de Empleados.

Figura 53

### *Página de administración de Empleados*

En la siguiente opción dentro del menú del Administrador se encuentra la administración de los clientes, tanto frecuentes y temporales. La página a la que se direcciona vista en la Figura 54 es similar a la tabla de creación de nuevos empleados, con ciertas diferencias de acuerdo con las necesidades requeridas para los clientes.

Figura 54

### *Página de administración de clientes*

Inicio Empleados **Clientes** Autos Tags Salir

Nombre Apellido Cédula Teléfono Correo Contraseña Placa Seleccione rol Seleccione tag Guardar

Buscar cliente por el nombre Buscar

Nombre	Apellido	Cédula	Teléfono	Correo	Tipo	Placa	Serie	En uso	Operaciones
--------	----------	--------	----------	--------	------	-------	-------	--------	-------------

La opción de “Autos” permite observar las lecturas de los tags que han ingresado a la zona de parqueo después de un determinado tiempo, si es que el lector ha detectado un vehículo con un tag, en el sistema aparecerá un auto con el código del RFID y el tiempo transcurrido dentro del sistema. En la Figura 55 se presenta la opción de Autos sin contar con ninguna detección.

Figura 55

### *Página de control de autos*

Inicio Empleados Clientes **Autos** Tags Salir

No se detecta vehículos en la Zona



Por último, en la Figura 56 se presenta la opción de “Tags” que permite crear, habilitar, modificar y eliminar los Tags RFID que se van adquiriendo y se integrarán con los clientes frecuentes que se vayan agregando.

Figura 56

*Página de registro de Tags*

### ***Vendedores***

El vendedor es el encargado de la creación de nuevos clientes, la asignación de saldo a los clientes, así como la compra de tickets para el tiempo utilizado en los puntos de parqueo SISMERT. Similar a la página del administrador, la página del Vendedor contiene opciones como: creación de clientes (similar a la opción de Administrador), recarga de saldo y compra de tickets. La Figura 57 muestra la página del vendedor.

Figura 57

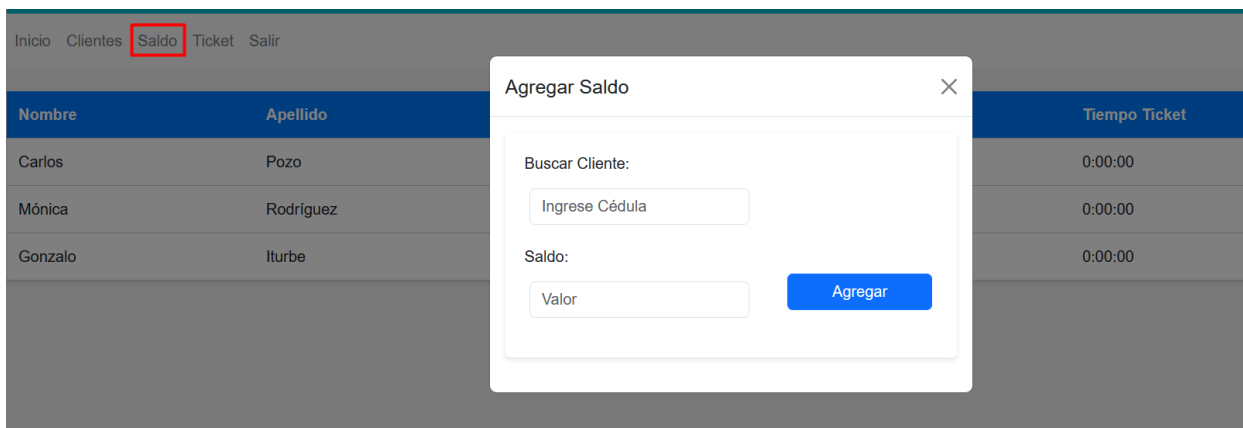
*Página inicial del Vendedor*

A diferencia de la página del Administrador, todas las opciones que se pueden realizar en la página se las puede visualizar mediante ventanas emergentes. La primera opción es la creación de clientes, por lo que la descripción se encuentra en el enunciado anterior. La segunda opción es

la de “Agregar Saldo”, la cual agrega un valor de saldo para el cliente que corresponda el número de cédula ingresado, al darle al botón de “Agregar” se podrá visualizar el nuevo saldo en el cliente, tal como se muestra en la Figura 58

Figura 58

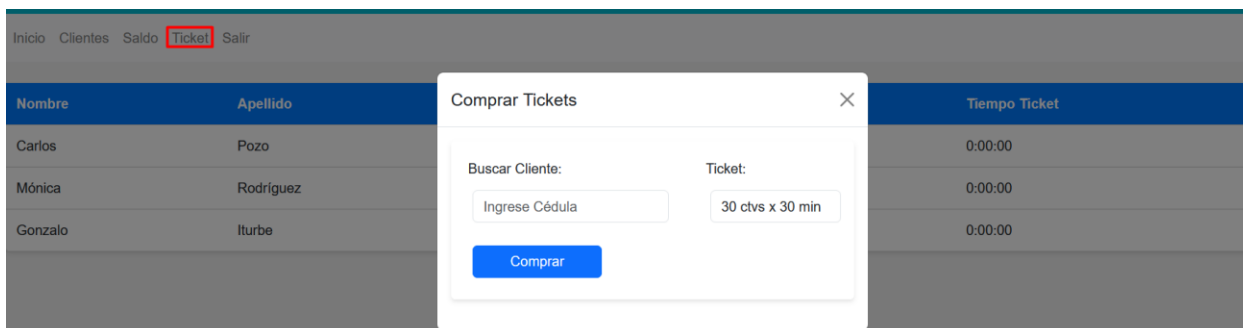
### Agregar saldo a un cliente



Similar a “Saldo” la opción “Ticket” permite al vendedor seleccionar entre las opciones de 30 centavos y 1 hora un ticket para agregar tiempo de uso del punto de parqueo, siempre y cuando el cliente que desea comprar el ticket disponga de saldo y no sobrepase el límite de tiempo de 3 horas usando el sistema SISMERT. Se puede visualizar la compra de tickets en la Figura 59.

Figura 59

### Comprar tiempo de ticket



### ***Operarios***

El “Operario” es el empleado encargado de interactuar en mayor parte con el “Cliente temporal” tanto en el control de los vehículos que usan por primera vez el sistema de parqueo como en ingresar los datos necesarios a la base de datos de dichos y gestionar su tiempo requerido para el uso del estacionamiento SISMERT.

### ***Clientes frecuentes***

Los “Clientes frecuentes” tienen como función dentro de la aplicación web realizar la compra de tickets y agregar tiempo para utilizar los puntos de parqueo SISMERT. Para ello tendrán dos botones que hacen referencia a las tarifas establecidas (30 minutos y 1 hora) siempre y cuando el cliente frecuente tenga saldo suficiente y su tiempo de parqueo sea inferior a las 3 horas.

### ***Clientes temporales***

Los “Clientes temporales” no necesitan interactuar con la aplicación web; mediante los puntos de venta registran sus datos y el seguimiento en tiempo de parking lo realiza el “Operario”, el operario ingresa los datos del usuario para verificar que el vehículo temporal está registrado en la base de datos.

### ***3.4.2.3.Sistema de Mensajes y automatización del cobro***

El sistema de mensajes y cobro automático es esencial para mejorar la experiencia del cliente, aumentar la eficiencia operativa y obtener información valiosa para la gestión del sistema SISMERT. También proporciona un control de acceso seguro para cada usuario y flexibilidad en la fijación de tarifas, lo que puede llevar a un aumento de ingresos y una reducción de costos operativos.

### *Sistema de alertas a través de mensajes*

Para mejorar la comunicación con los usuarios del sistema, se ha implementado un sistema de alertas mediante mensajes. Se ha utilizado el servicio de “Twilio” para enviar mensajes de texto a los usuarios. Esta funcionalidad permite enviar notificaciones de disponibilidad de espacios, recordatorios de pagos y otras alertas relevantes. Las Figura 60 y Figura 61 muestran la configuración de Twilio para el envío de mensajes de texto.

Figura 60

#### *Servicio de Twilio*

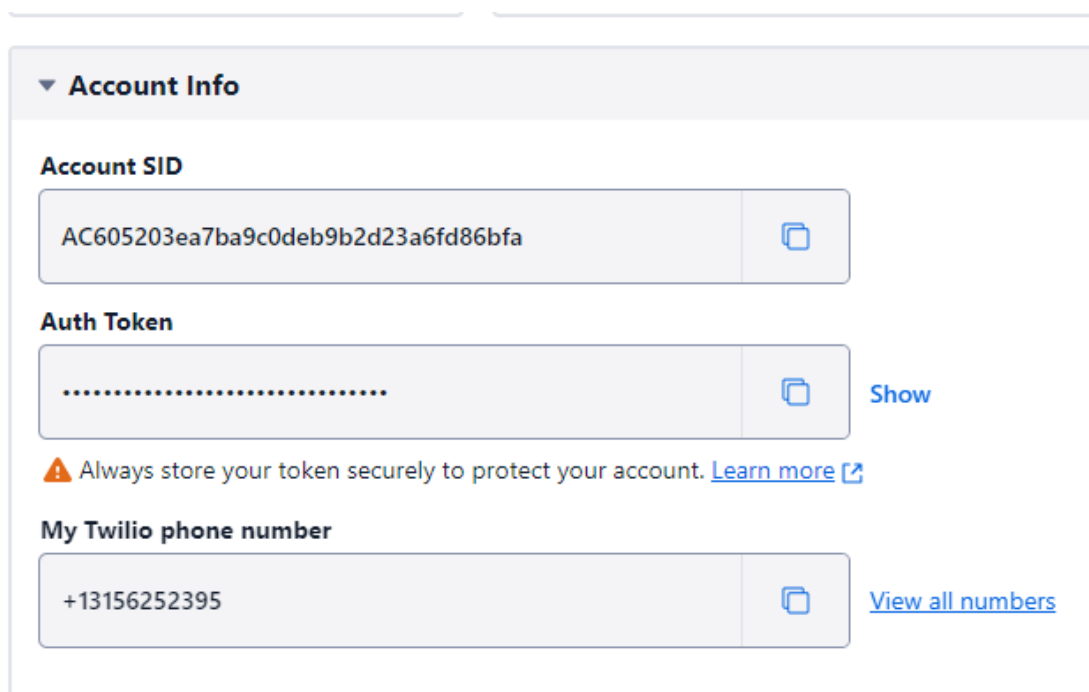


Figura 61

#### *Implementación de los mensajes*

**To phone number**

Please use [E.164 format](#) for the phone number you want to send the message to.

**From**

You can choose either to send from a phone number or from a Messaging Service. [Learn more about Messaging Service](#)

**From phone number**

**Body**

**Request**

curl    Java    Ruby    PHP    **Python**    C#    Node.js

Show auth token

```

from twilio.rest import Client

account_sid = 'AC605203ea7ba9c0deb9b2d23a6fd86bfa'
auth_token = '[AuthToken]'
client = Client(account_sid, auth_token)

message = client.messages.create(
    to='+593997693924'
)

print(message.sid)

```

Para facilitar la gestión de pagos, se ha automatizado el proceso de cobro de tarifas. El sistema enviará alertas a los usuarios cuando sea necesario realizar un pago por el tiempo de estacionamiento. Los usuarios podrán realizar los pagos a través de la página web del sistema, proporcionando una experiencia de pago fácil y conveniente.

#### ***3.4.2.4. Migrar al servidor en la nube***

Partiendo del acceso a la página web, los usuarios necesitan un acceso directo a la página web desde cualquier ubicación, pudiendo así comparar el servicio por adelantado y acceder a sus registros de usuario en todo momento. La migración a un servidor en la nube puede proporcionar varias ventajas significativas para el sitio web SISMERT:

- **Rendimiento mejorado:** El servidor en la nube está diseñado para proporcionar un alto rendimiento y escalabilidad. Esto significa que el sitio web tendrá una mayor velocidad de carga y podrá manejar más tráfico sin problemas.
- **Alta disponibilidad:** El servidor en la nube ofrece una mayor disponibilidad y redundancia, lo que significa que el sitio web estará en línea la mayor parte del tiempo, reduciendo el riesgo de tiempo de inactividad no planificado.

- **Escalabilidad flexible:** Se puede aumentar o disminuir los recursos del servidor según las necesidades del sistema, es especialmente útil cuando existe cambios en el tráfico.
- **Seguridad mejorada:** Los proveedores de alojamiento en la nube suelen ofrecer medidas de seguridad avanzadas, como cortafuegos y monitoreo constante, lo que ayuda a proteger el sitio web contra amenazas en línea.

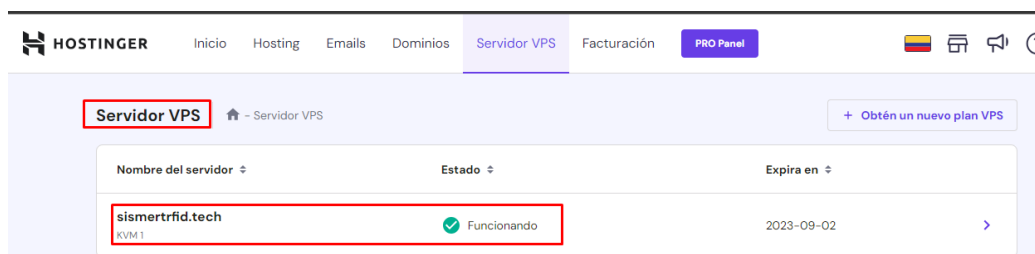
A continuación se muestra el proceso para la implementación de la página web en el proveedor de alojamiento en la nube Hostinger.

### *Servicio de Alojamiento*

Cada servidor virtual privado actúa como un servidor independiente con sus propios recursos, sistema operativo, espacio en disco y capacidad de memoria RAM. Esto significa que varios usuarios pueden alojar sus sitios web o aplicaciones en el mismo servidor físico, pero cada uno de ellos está aislado de los demás, lo que garantiza una mayor privacidad y seguridad. La Figura 62, Figura 63 y Figura 64 indican la configuración requerida en Hostinger para tener un servidor virtual.

Figura 62

### *Creación del hosting*



Dentro del servicio de alojamiento web en un servidor privado virtual que ofrece Hostinger se ha seleccionado el plan de alojamiento KVM1, donde un sitio web como el creado para este proyecto requiere recursos y rendimiento que el alojamiento tradicional. La Figura 63 presenta las características obtenidas al contratar el plan KVM1 para el VPS (Servidor Privado Virtual).

Figura 63



*Selección del plan*

Información de VPS	Acceso SSH	Panel de acceso	detalles del plan
Plan actual	KVM 1		
Fecha de vencimiento	2023-09-02		
Núcleos de CPU	1		
Memoria	4 GB		
Ancho de banda	1 TB		
Espacio del disco	50 GB		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>Reiniciar VPS</span> <span>Detener VPS</span> </div>			

También, es posible observar la dirección IP asignada por Hostinger de clase A, así como el sistema operativo utilizado para servicio de hosting. La Figura 64 ilustra lo antes dicho.

Figura 64

*Asignación de la dirección IP*

Información de VPS	Acceso SSH	Panel de acceso	detalles del plan
Dirección IP	62.72.1.222 		
Estado	✓ Funcionando		
Tiempo de actividad del VPS	13 horas		
OS (Sistema Operativo) actual	Ubuntu 22.04 64bit with CloudPanel		
Ubicación	Estados Unidos de América 		
Nodo	us-phx-pve-node53.hostinger.io		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>Reiniciar VPS</span> <span>Detener VPS</span> </div>			

***Dominio y redireccionamiento***

Una vez obtenido un servicio de hosting para poder acceder desde internet al sistema SISMERTECH, se requiere crear un dominio para poder acceder de manera más sencilla al

sistema, teniendo en Hostinger algunas opciones dominios más populares que se distinguen debido a sus precios anuales visto en la Figura 65.

Figura 65

*Selección de un dominio*

Extensión	Descripción	Precio Anual
.tech	Se usa bastante para proyectos relacionados con la tecnología.	0,99€ /año
.pro	Demuestra tu destreza a través de un dominio .pro.	3,99€ /año
.es	Muéstrale a tus clientes de España que haces negocios con dominios .es	6,99€ /año
.com	Genera confianza con esta famosa extensión.	9,99€ /año
.net	Muestra tu experiencia con un dominio .net	11,99€ /año

Ya escogido el dominio más conveniente para el tipo de sitio web que se desea alojar, se seleccionó el dominio “.tech” teniendo un precio anual de \$0.99. El dominio creado es “sismertfid.tech”, como se puede ver en la Figura 66.

Figura 66

*Creación de un dominio*

Hosting | Emails | **Dominios** | Servidor VPS | Facturación | PRO Panel

extensiones disponibles | solo lugar

Mis dominios

Protege tu marca. ¡Obtén **sismertfid.com** ya! | Más opciones... | \$14.99 **\$9.99**/1er año | **Obtener YA**

Buscar

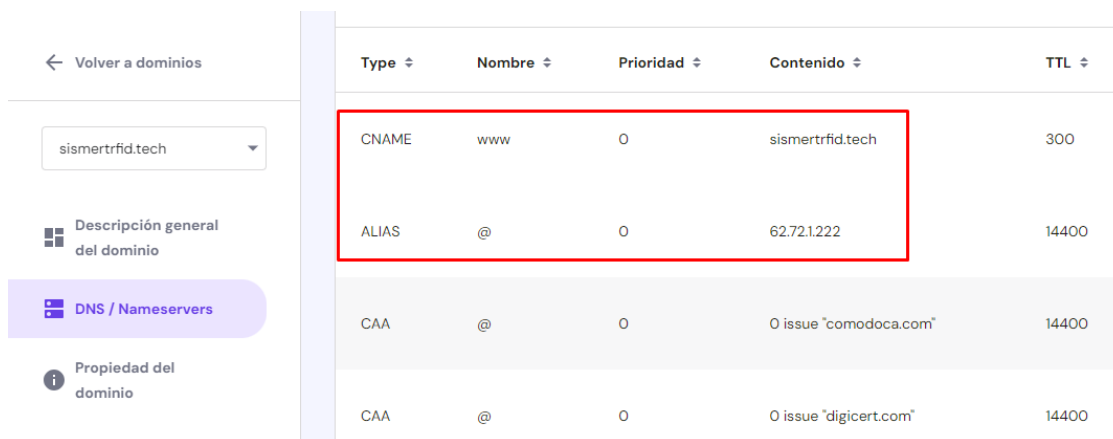
<input type="checkbox"/>	Nombre de dominio	Estado	Expira en	Renovación automática	
<input type="checkbox"/>	<b>sismertfid.tech</b>	✓ Activo	2024-08-02	<input type="checkbox"/>	<b>Administrar</b>



El siguiente paso opcional es la verificación del dominio recientemente creado y la Figura 67 describe el nombre del dominio asignado a la dirección IP que lleva al sistema web de parqueo

Figura 67

### Verificación del DNS



Type	Nombre	Prioridad	Contenido	TTL
CNAME	www	0	sismertfid.tech	300
ALIAS	@	0	62.72.1.222	14400
CAA	@	0	0 issue "comodoca.com"	14400
CAA	@	0	0 issue "digicert.com"	14400

Una vez obtenido el servicio de hosting se requiere cargar todo el sistema SISMERTECH mediante el software “MobaXterm” el cual ofrece una experiencia de administración remota para administrar el sistema. En la Figura 68 se puede ver la asignación del sistema al dominio antes creado para poder acceder desde cualquier red.

Figura 68

### Cargar los archivos al sistema

```

62.72.1.222 (root) (1)
Terminal Sessions View X server Tools Games Settings Macros Help
Session Servers Tools Games Sessions View Split MultiExec Tunneling Packages Settings Help
Quick connect... 2. 62.72.1.222 (root) (1)
MobaXterm 10.4
(SSSH client, X-server and networking tools)
> SSH session to root@62.72.1.222
  • SSH compression : ✓
  • SSH-browser      : ✓
  • X11-forwarding  : ✓ (remote display is forwarded through SSH)
  • DISPLAY         : ✓ (automatically set on remote server)
> For more info, ctrl+click on help or visit our website

#####
###      Welcome to CloudPanel      ###
#####

* Website:      https://www.cloudpanel.io
* Documentation: https://www.cloudpanel.io/docs/v2/
* Best Practices: https://www.cloudpanel.io/docs/v2/best-practices/
* CloudPanel:   https://62.72.1.222:8443
* CloudPanel CLI: clpctl

Last login: Wed Aug  2 13:31:58 2023 from 181.196.12.112
root@sismertfid:~#

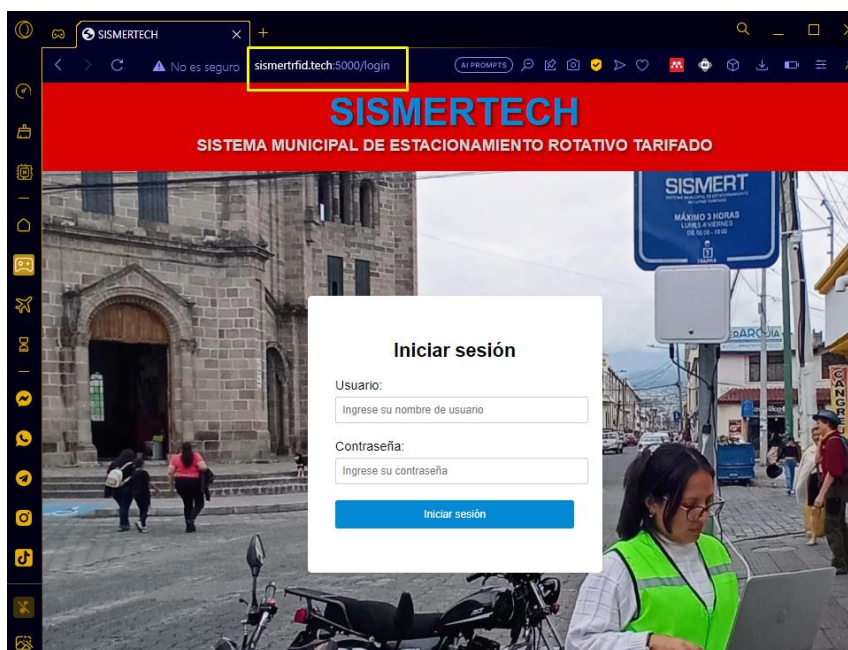
```

A continuación, se presenta la aplicación web ingresando desde el nuevo dominio llamado “sismertfid.tech/” igual como se muestra en la

Figura 69, observando que el sistema ya no se encuentra en un servidor local o “Localhost”.

Figura 69

Interfaz de la página web con nuevo dominio configurado.



## Capítulo IV

### Pruebas de funcionamiento

En este último capítulo después de la implementación de hardware y software, el sistema se encontrará sujeto a diversas pruebas de funcionamiento que garanticen la mejora del rendimiento del sistema de parking tarifado, un resumen de desempeño del alcance estimado y cumplidos por cada prueba realizada, esto bajo los lineamientos de las dos últimas fases de la metodología empleada en el proyecto para obtener una buena ejecución final del sistema.

#### 4.1. Fase V: Implementar y probar la red

De las pruebas por bloque realizadas en la primera etapa se identifican posibles problemas y se desarrollan soluciones desde las unidades más pequeñas del sistema hasta el funcionamiento completo del mismo, ayudando a identificar las causas raíz de los posibles problemas para llegar a solventarlos.

##### 4.1.1. Prueba 1: *Funcionamiento del prototipo*

Las pruebas de integración se revisan si las unidades del sistema pueden comunicarse entre sí según sea necesario

##### 4.1.1.1. *Pruebas de funcionamiento lector y tags RFID*

Se evalúa la operabilidad correcta del lector y los tags con un test de funcionamiento donde el software del lector detecte y se visualizan los 4 tags vehiculares distinguidos por su serial único, la siguiente Figura 70 indica lo mencionado con los seriales y la Figura 71 detalla la lectura del software por cada uno de los seriales detectados.

Figura 70

*Tags identificados con serial único*



Figura 71

*APK del lector detectando los 4 tags que se encuentran dentro el área de cobertura*

The screenshot shows the 'Active Reader management software' interface. The main window displays a table of detected tags with the following data:

Numty	Tag ID	Read time	Antenn	Times	Tag state	RSSI	Other info
1	192.168.1...						
4	2253080050	2023-08-26 18:37:59	1	54	Common tag,Battery...	-83	None
3	2203200112	2023-08-26 18:37:59	1	87	Common tag,Battery...	-86	None
2	2252190176	2023-08-26 18:37:59	1	63	Common tag,Battery...	-83	None
1	2203200111	2023-08-26 18:37:59	1	90	Common tag,Battery...	-80	None

Below the table, the software shows 'All reading times 294' and a 'Records' filter set to 1000 ms. A log window at the bottom displays the following messages:

```

2 18:28:54 192.168.1.168:7086 Connect success
3 18:29:01 192.168.1.168:7086 Device already connected!
4 18:29:12 Read tag Success!
5 18:36:27 Stop success
6 18:36:38 Read tag Success!

```

The interface also includes a sidebar with connection controls (Connect, Disconnect, Restart, Clear), connection type (TCP), IP address (192.168.1.168), port (7086), and a tag count of 4.

Cada tag que se encuentra dentro el área de cobertura del es visualizado en el software del lector con sus respectivas características y en especial el serial único de cada tag, dicha cadena de

números o ID será el distintivo que el vehículo tendrá para reconocer y distinguir cual es el usuario registrado que hará uso del sistema.

#### 4.1.1.2. Prueba de conectividad al servidor web

En cuanto a la conectividad con el servidor se realiza un test de funcionamiento donde el servidor reciba desde el lector los datos de los 4 tags detectados como se observa en la Figura 72

Figura 72

*Datos de los tags recibidos en el servidor*

```
101.112659
¡Etiqueta recibida desde el Lector-RFID: 2203200111,2253080050,2252190176,2203200112!
Contador para etiqueta 2203200111: 0, tiempo: 2023-08-26 23:51:33.778931, tiempo transcurrido: 101.301364
Contador para etiqueta 2253080050: 0, tiempo: 2023-08-26 23:51:33.778931, tiempo transcurrido: 101.301364
Contador para etiqueta 2252190176: 0, tiempo: 2023-08-26 23:51:33.778931, tiempo transcurrido: 101.301364
Nuevo contador para etiqueta 2203200112: 0, tiempo: 2023-08-26 23:53:15.080295
Etiqueta: 2203200111, Contador: 0, Tiempo: 2023-08-26 23:51:33.778931, Tiempo transcurrido: 0:01:41
Etiqueta: 2253080050, Contador: 0, Tiempo: 2023-08-26 23:51:33.778931, Tiempo transcurrido: 0:01:41
Etiqueta: 2252190176, Contador: 0, Tiempo: 2023-08-26 23:51:33.778931, Tiempo transcurrido: 0:01:41
Etiqueta: 2203200112, Contador: 0, Tiempo: 2023-08-26 23:53:15.080295, Tiempo transcurrido: 0:00:00
190.57.181.173 - - [26/Aug/2023 23:53:15] "POST /send_tags HTTP/1.1" 200 -
190.57.181.173 - - [26/Aug/2023 23:53:15] "GET /get_tags HTTP/1.1" 200 -
102.113133
```

De igual forma verificar que la base de datos este conectada al servidor a través de una consulta directa de los datos ingresados por cada tabla (perfil o rol) creada, conectividad a la base de datos y lectura de las tablas en la Figura 73.

Figura 73

*Conexión a la base de datos y lectura de las tablas*

```
monica@sismertfrid:~$ mysql -u monica -p
Enter password:
Welcome to the MySQL monitor.  Commands end with ; or \g.
Your MySQL connection id is 940
Server version: 8.0.33-0ubuntu0.22.04.4 (Ubuntu)

Copyright (c) 2000, 2023, Oracle and/or its affiliates.

Oracle is a registered trademark of Oracle Corporation and/or its
affiliates. Other names may be trademarks of their respective
owners.

Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c' to clear the current input statement.

mysql> use sismert;
Reading table information for completion of table and column names
You can turn off this feature to get a quicker startup with -A
```

Consulta de los tags registrados en la Figura 74, que consta de una cadena de números, dígitos únicos de cada tag con el objetivo de identificar a cada cliente registrado asignándole este ID.

Figura 74

*Consulta de los tags registrados*

```
Database changed
mysql> SELECT * FROM tags;
+-----+-----+-----+
| idTag | serie      | activo |
+-----+-----+-----+
| 1     | 2203200111 | SI     |
| 2     | 2203200112 | SI     |
| 3     | 2253080050 | SI     |
| 4     | 2252190176 | SI     |
+-----+-----+-----+
4 rows in set (0.00 sec)
```

Consultas de las personas con los respectivos datos solicitados, independientemente del rol asignado, datos como el nombre, apellido, cedula, teléfono, correo electrónico, y contraseña, datos usados para el registro al sistema y posterior para proporcionar un usuario y contraseña a cada cliente, en la Figura 75.

Figura 75

*Consulta de las personas registradas*

```
mysql> SELECT*FROM personas;
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| idPersona | nombre      | apellido | cedula      | telefono    | correo                                             | clave | idTipoP1 |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| 1         | Monica     | Rodriguez | 0401940606  | 0997693924 | jesse1455.jr.21@gmail.com                       | 1234  | 1         |
| 6         | Jessenia  | Rodriguez | 0401940607  | 0997693924 | jesse1455.jr.21@gmail.com                       | 1234  | 2         |
| 7         | Christopher | Ortega   | 1004376503  | 0997701688 | ortegac1b@gmail.com                             | 1234  | 2         |
| 8         | Estiven   | Vivas    | 0401945208  | 0979817860 | estivenguillermo@hotmail.com                   | 1234  | 2         |
| 9         | Alexander | Yépez    | 0401057278  | 0984461945 | asyepzgg@utn.edu.ec                             | 1234  | 2         |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
5 rows in set (0.00 sec)
```

Consulta de los tipos de personas o los perfiles creados para cada rol a desempeñar como administrador, vendedor, operador y cliente en la Figura 76.

Figura 76

Consulta de los tipos de perfiles creados

```
mysql> SELECT * FROM tipoPersonas;
+-----+-----+
| idTipoP | descripcionP |
+-----+-----+
|         1 | empleado     |
|         2 | cliente      |
+-----+-----+
2 rows in set (0.00 sec)

mysql> SELECT * FROM tipoEmpleados;
+-----+-----+
| idTipoE | descripcionE |
+-----+-----+
|         1 | operario     |
|         2 | vendedor     |
|         3 | administrador |
+-----+-----+
3 rows in set (0.01 sec)

mysql> SELECT * FROM empleados;
+-----+-----+-----+
| idEmpleado | idPersonal | idTipoE1 |
+-----+-----+-----+
|           1 |           1 |          3 |
+-----+-----+-----+
1 row in set (0.00 sec)
```

A su vez dentro el perfil de cliente se consulta los tipos que existen, clientes temporales y frecuentes siendo estos últimos los clientes con más concurrencia en uso del sistema, datos en la Figura 77, acompañado de los parámetros placa (para registro del vehículo), saldo (valor usado para identificar el dinero disponible del usuario en el sistema), deuda (valor que contiene el saldo pendiente a ser pagado por el usuario de ser el caso), tiempo de ticket y distintivos para determinar qué tipo de persona es dentro el sistema, en este caso un cliente frecuente.

Figura 77

#### *Consulta de los tipos de clientes*

```
mysql> SELECT*FROM tipoClientes;
+-----+-----+
| idTipoC | descripcionC |
+-----+-----+
|         1 | frecuente     |
|         2 | temporal      |
+-----+-----+
2 rows in set (0.00 sec)

mysql> SELECT*FROM clientes;
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| idCliente | placa   | saldo | deuda | tiempoTicket | idPersona2 | idTipoC1 | idTag1 |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|           3 | MJR-111 | NULL  | NULL  | NULL         |           6 |          1 |          1 |
|           4 | CAO-112 | NULL  | NULL  | NULL         |           7 |          1 |          2 |
|           5 | EGR-050 | NULL  | NULL  | NULL         |           8 |          1 |          3 |
|           6 | ASY-176 | NULL  | NULL  | NULL         |           9 |          1 |          4 |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
4 rows in set (0.00 sec)
```

#### 4.1.1.3. Prueba de funcionamiento de recepción y visualización de datos en página Web

Una vez verificado la funcionalidad del lector con la detección de tags y la conexión entre lector y servidor, se procede con el test de funcionamiento para visualización de los datos a través de una interfaz web, principalmente datos del cliente (nombre y placa), tiempo de llegada, tiempo adquirido, para esto se inicia con el montaje de la tarjeta RFID (tag) en el parabrisas de los vehículos previamente registrados como se aprecia en la Figura 78.

Figura 78

*Montaje del tag vehicular en los autos parqueados*

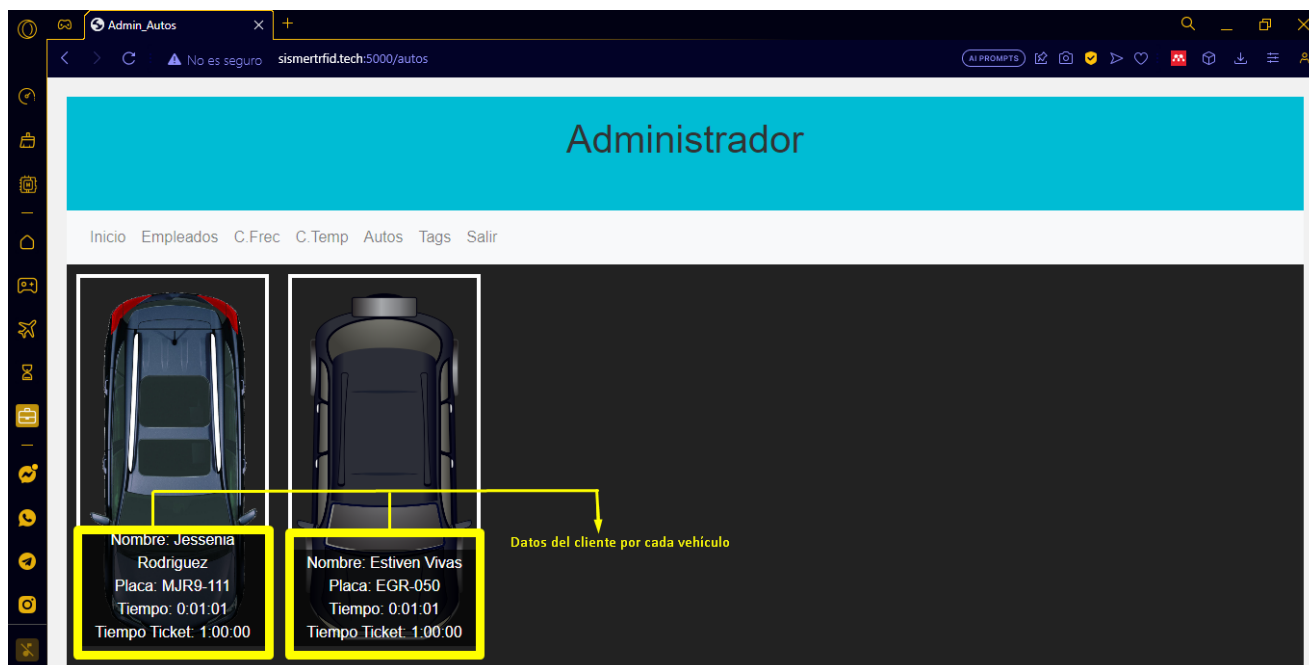


Y ahora la visualización de los datos mencionados, embebidos en una interfaz web como se presenta en la siguiente Figura 79.



Figura 79

*Visualización en la interfaz web los vehículos asignados un tag*



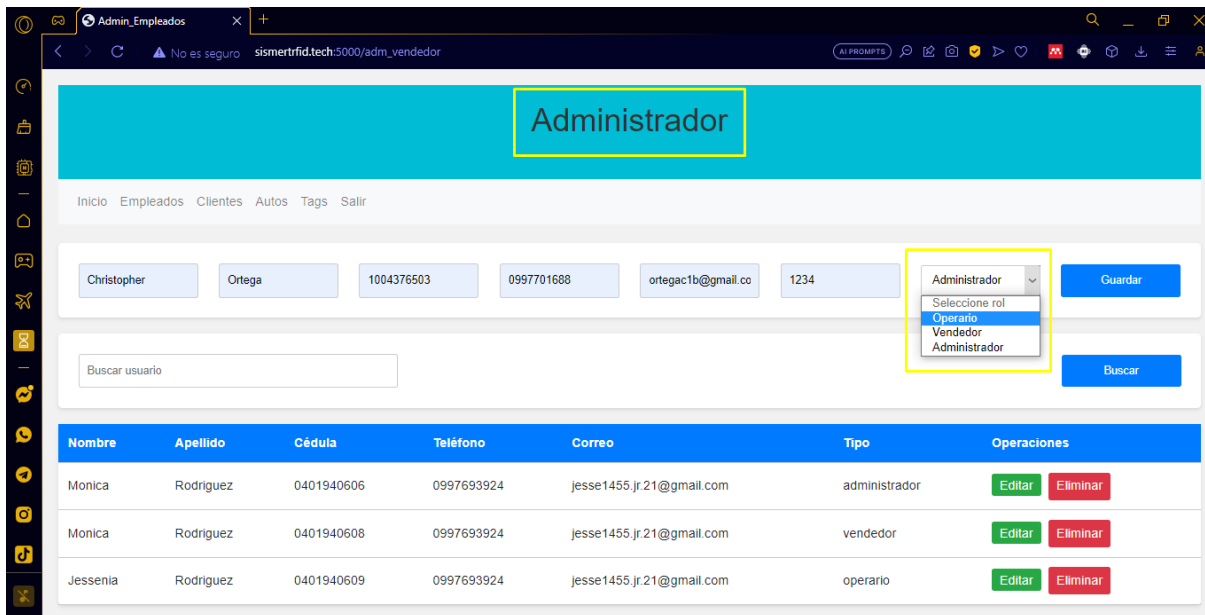
La comprobación de cada parte del prototipo bloque a bloque desde los componentes básicos, permiten avanzar al análisis de los bloques más complejos que su operabilidad depende de la integración correcta y funcional de los anteriores bloques.

#### ***4.1.1.4. Prueba de ingreso de empleados, nuevos clientes frecuentes y temporales a la base de datos***

Para uso del sistema se creó varios perfiles en el área administrativa, un administrador general que tiene la facultad de añadir a los empleados y asignarles roles como observamos en la siguiente Figura 80, solicitando los datos relevantes para el registro; o simplemente editarlos como se verá más adelante.

Figura 80

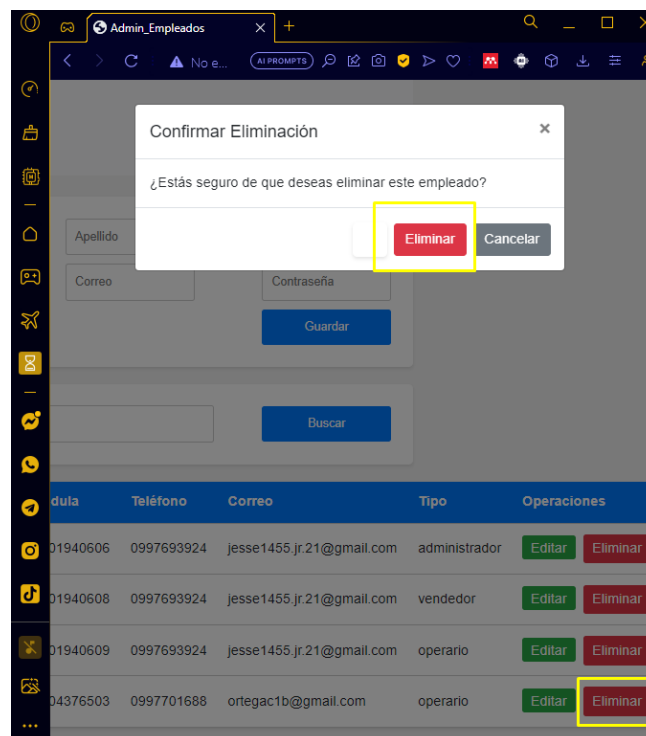
*Perfil administrador, ingreso de empleados*



o eliminar el empleado registrado como en la Figura 81

Figura 81

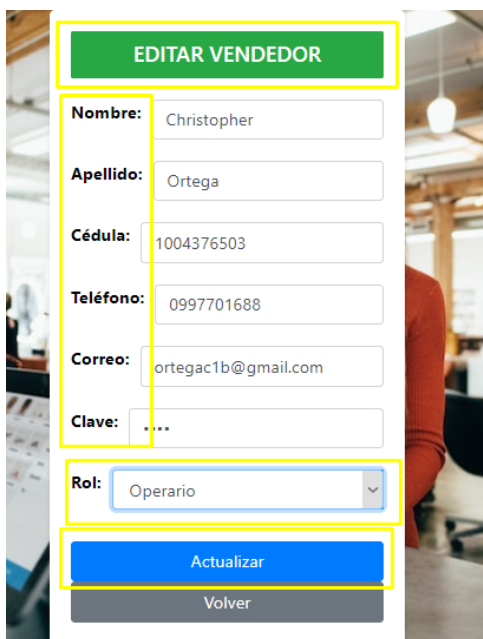
*Eliminar empleados registrados*



Además puede editar los campos del empleado registrado para corregir algún dato erróneo por problemas de tipeo o simplemente cambiar de rol y posterior actualizar los campos, como observamos en la siguiente Figura 82

Figura 82

*Editar datos de un empleado registrado*



The image shows a mobile application interface for editing a vendor's data. The form is titled "EDITAR VENDEDOR" and contains the following fields:

- Nombre:** Christopher
- Apellido:** Ortega
- Cédula:** 1004376503
- Teléfono:** 0997701688
- Correo:** ortegac1b@gmail.com
- Clave:** ....
- Rol:** Operario (dropdown menu)

At the bottom of the form, there are two buttons: "Actualizar" (blue) and "Volver" (grey).

De igual forma en la Figura 83 se presenta el perfil del vendedor con las funciones de agregar clientes frecuentes o temporales, generación de código QR, editar y eliminar al cliente registrado.

Figura 83

## Perfil vendedor, ingreso de clientes

The screenshot shows a web application interface for adding a client profile for a seller. The page is titled "Vendedor" and features a form with the following fields: "Nombre" (Alexander), "Apellido" (Yépez), "Cédula" (0401057278), "Teléfono" (0984461945), "Correo" (asyepezg@utn.edu.ve), "Placa" (1234), "ASV-4444", and "Tipo" (Frecuente). A dropdown menu for "Tipo" is open, showing "Frecuente" selected. Below the form is a search bar labeled "Buscar cliente por el nombre" and a "Buscar" button. The main content area displays a table of existing clients with the following columns: Nombre, Apellido, Cédula, Teléfono, Correo, Tipo, Placa, Serie, En uso, and Operaciones. The table contains three rows of client data.

Nombre	Apellido	Cédula	Teléfono	Correo	Tipo	Placa	Serie	En uso	Operaciones
Jessenia	Rodriguez	0401940607	0997693924	jesse1455.jr.21@gmail.com	frecuente	MJR-1111	2203200111	SI	QR Editar Eliminar
Christopher	Ortega	1004376503	0997701688	ortegac1b@gmail.com	frecuente	CAO-2222	2203200112	SI	QR Editar Eliminar
Estiven	Vivas	0401945208	0979817860	estivenguillermo@hotmail.com	frecuente	EGR-3333	2253080050	SI	QR Editar Eliminar

De igual forma en la Figura 84 se presenta el perfil del operario con las funciones de agregar clientes únicamente temporales, y se observa que el campo de agregar tags desaparece porque es un campo únicamente para los clientes frecuentes, aunque sigue manteniendo la generación de código QR, editar y eliminar al cliente registrado.

Figura 84

*Perfil operario, ingreso de cliente temporales*

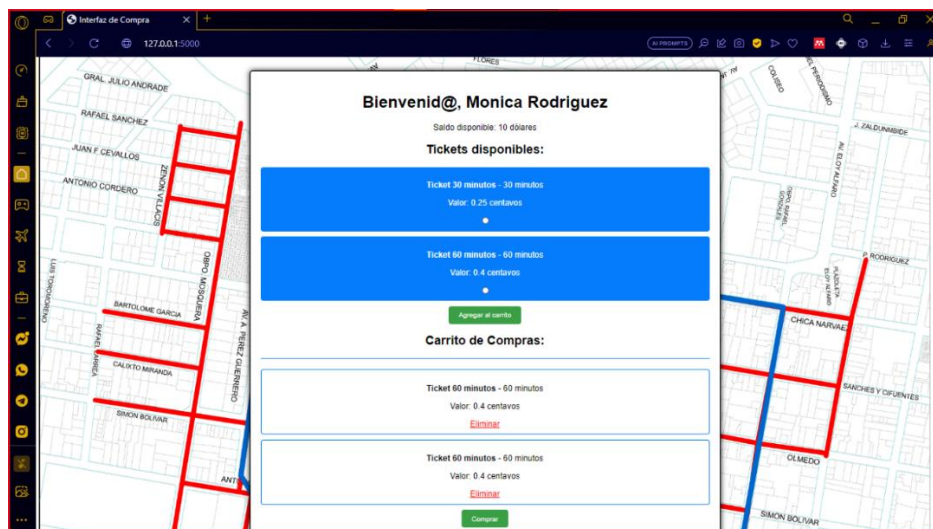
Nombre	Apellido	Cédula	Teléfono	Correo	Tipo	Placa	Serie	En uso	Operaciones
Jessenia	Rodriguez	0401940607	0997693924	jesse1455 jr.21@gmail.com	frecuente	MJR-1111	2203200111	SI	QR Editar Eliminar
Christopher	Ortega	1004376503	0997701688	ortegac1b@gmail.com	frecuente	CAO-2222	2203200112	SI	QR Editar Eliminar
Estiven	Vivas	0401945208	0979817860	estivenguillemo@hotmail.com	frecuente	EGR-3333	2253080050	SI	QR Editar Eliminar

#### ***4.1.1.5. Prueba de recarga de saldo y compra de tickets en el sistema***

En esta prueba se realizará un test de funcionamiento para validar el recargo de dinero a la cuenta de un usuario (cliente temporal o frecuente) y que tenga un saldo disponible para la adquisición de uno o de los 2 tipos de tickets de 30 o 60 minutos (25ctvs o 40ctvs) sin sobrepasar las 3 horas de parking máximas. Se puede observar la interfaz en la Figura 85

Figura 85

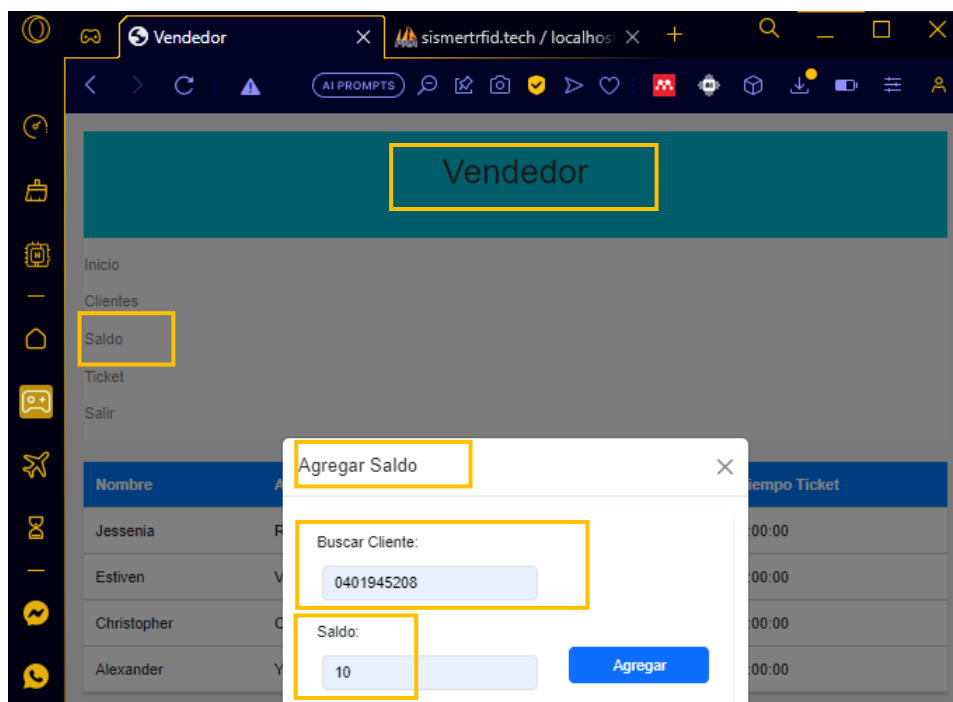
*Interfaz web del cliente*



Para verificar esta compra desde el perfil de vendedor (se lo puede hacer también desde el perfil de operario), es necesario ingresar a la página web con las credenciales registradas para este perfil, en el botón de Saldo buscamos al cliente por su número de cedula para añadirle el saldo solicitado, en la Figura 86 se observa el ingreso de la cedula del usuario y abona \$10.

Figura 86

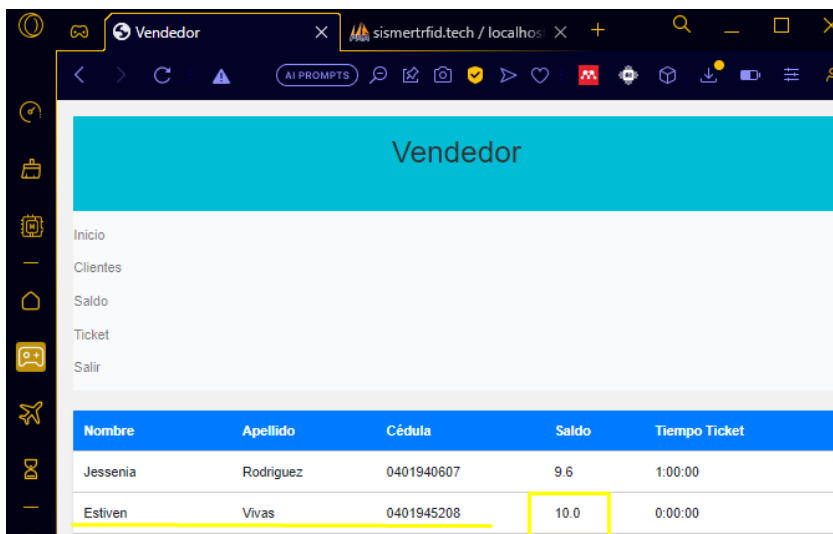
*Perfil vendedor, recarga de dinero*



Para validar que este abono es reflejado, se observa en Figura 87 que en el cliente buscado está agregado \$10 de saldo.

Figura 87

*Saldo agregado al cliente*

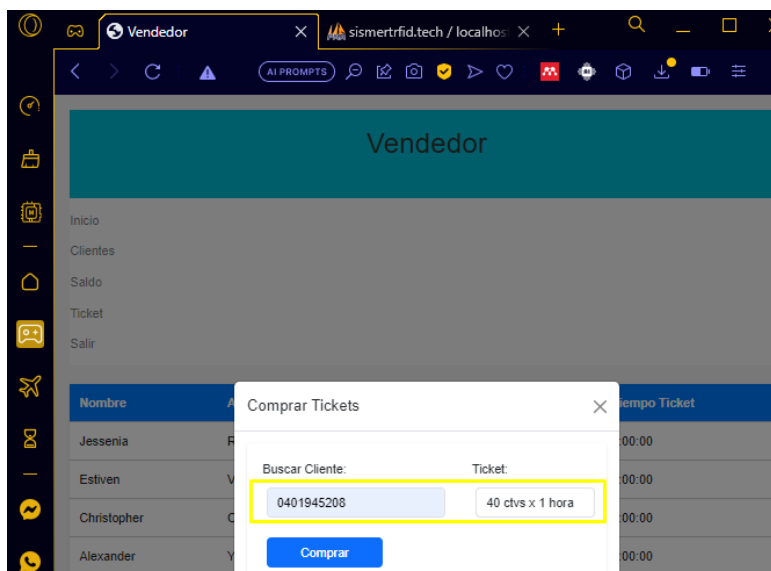


Nombre	Apellido	Cédula	Saldo	Tiempo Ticket
Jessenia	Rodriguez	0401940607	9.6	1:00:00
Estiven	Vivas	0401945208	10.0	0:00:00

Posterior este abono de saldo se procede con la compra del ticket según la necesidad del usuario en este caso se realiza la compra de un ticket de 40 centavos que equivale a una hora de parqueo, como lo detalla en la Figura 88

Figura 88

*Compra de Ticket*



Nombre	Apellido	Cédula	Saldo	Tiempo Ticket
Jessenia	Rodriguez	0401940607	9.6	1:00:00
Estiven	Vivas	0401945208	10.0	0:00:00
Christopher	C...			00:00
Alexander	Y...			00:00

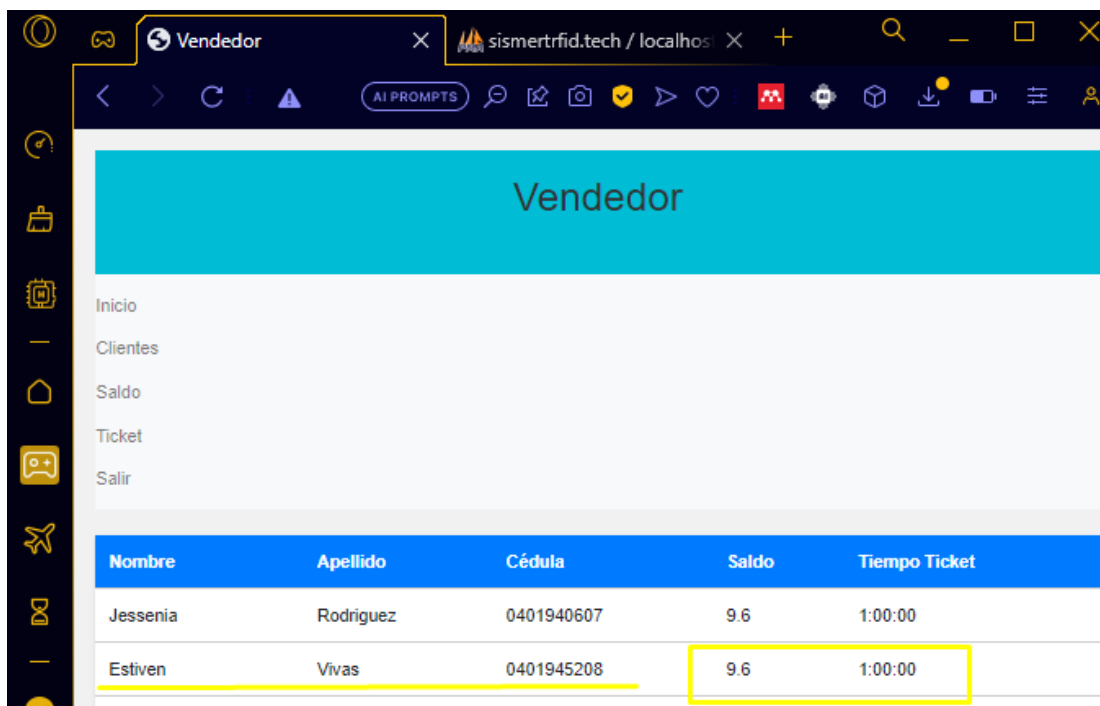
Comprar Tickets

Buscar Cliente:  Ticket:

Luego la compra del ticket requerido se presenta en la Figura 89 en primer lugar la diferencia del saldo que ahora dispone el cliente para compras futuras y también se visualiza el tiempo del ticket que acabó de adquirir.

Figura 89

*Ticket comprado*



Nombre	Apellido	Cédula	Saldo	Tiempo Ticket
Jessenia	Rodriguez	0401940607	9.6	1:00:00
Estiven	Vivas	0401945208	9.6	1:00:00

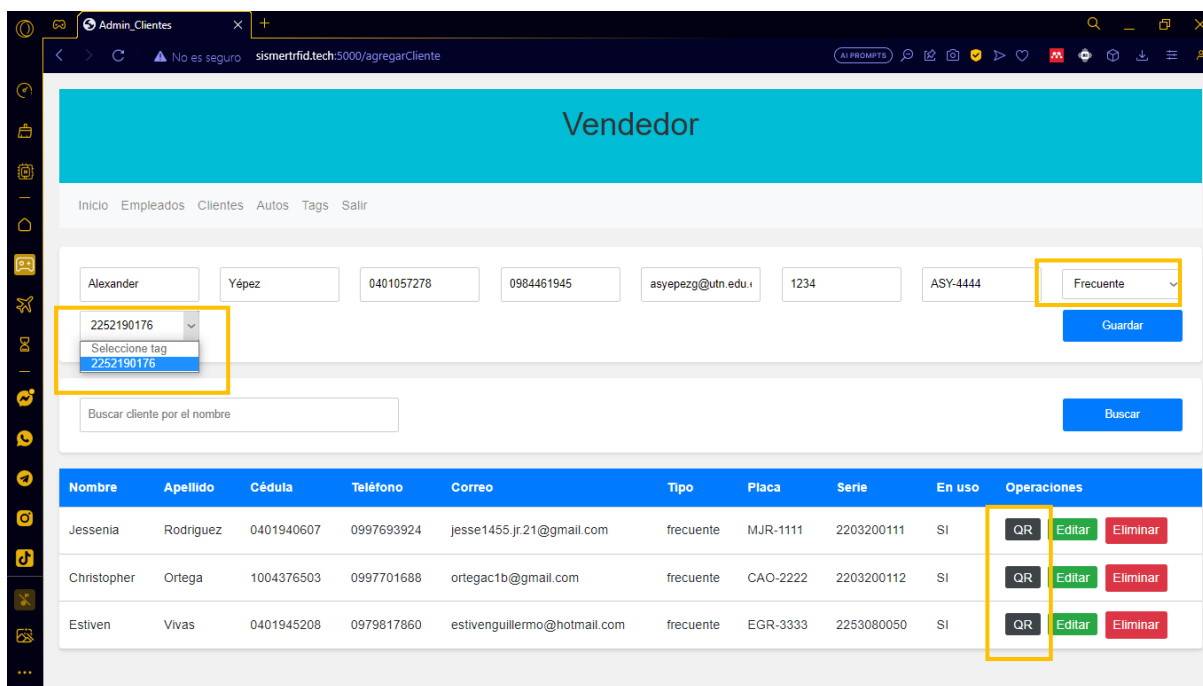
#### ***4.1.1.6. Prueba del generado de códigos QR***

En esta prueba se realizará un test de funcionamiento de obtención del código QR entregado, este QR será entregado a los clientes frecuentes juntamente con el tag vehicular, esta acción de generado se la puede realizar desde cualquier dispositivo móvil. Cuando se registra un nuevo cliente se visualiza un apartado donde indica “QR” como se presenta en la Figura 90.

Figura 90

Generado del código QR

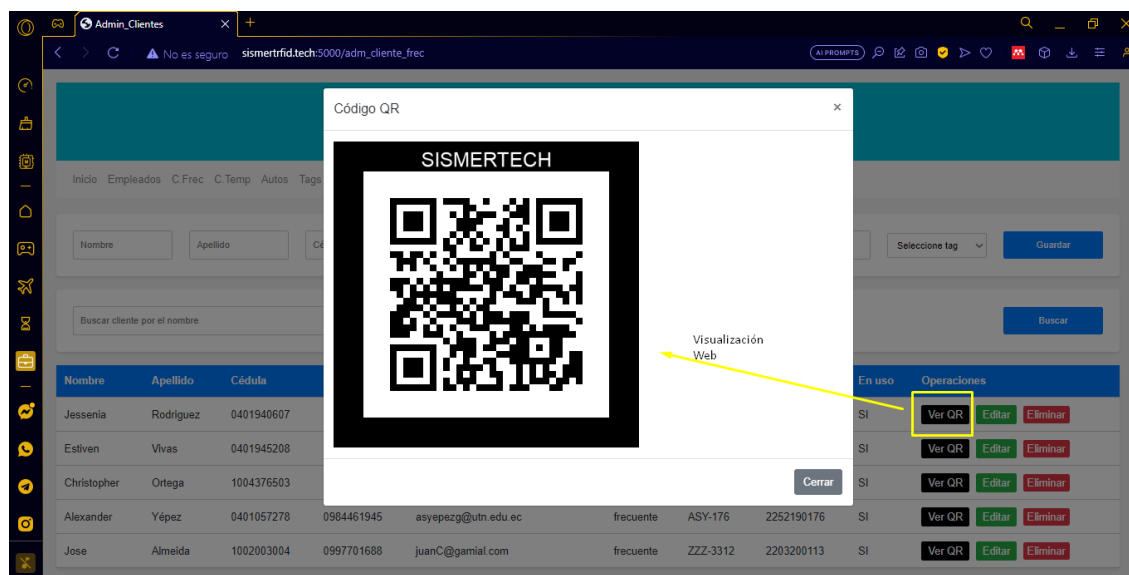




La previsualización de los códigos QR son proyectados de la siguiente manera como en la Figura 91.

Figura 91

### Previsualización del código QR



Los códigos escaneados de cada cliente permiten al operario que es el encargado del seguimiento de los clientes

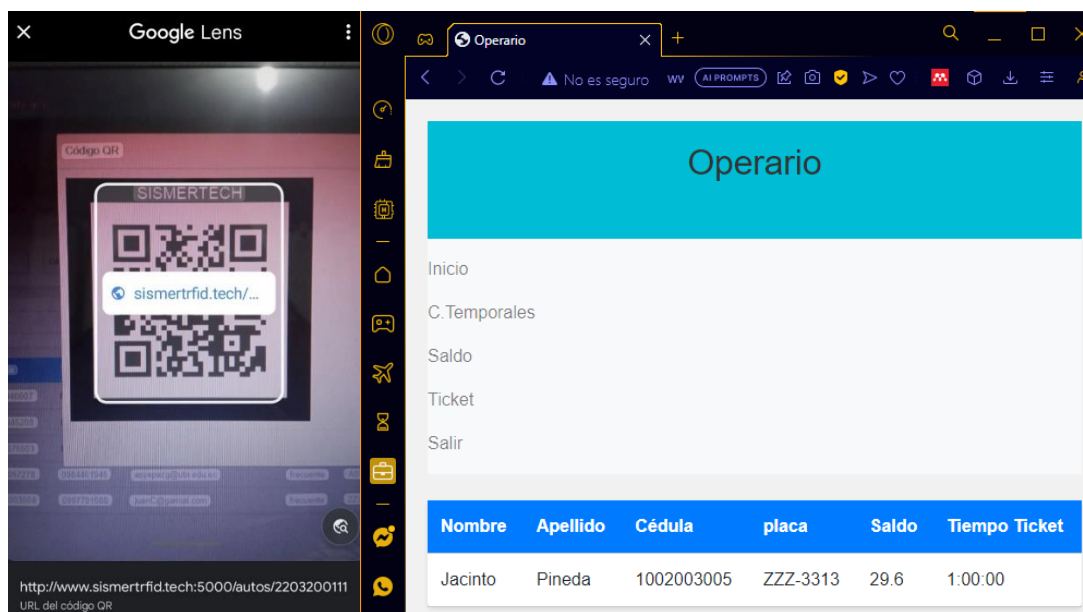
#### 4.1.1.7. Prueba de seguimiento vehicular (Operarios)

Esta prueba tiene la finalidad de navegar por todas las dependencias del perfil de operario para desempeñarlas de forma correcta, porque es el operario quien tiene la función de dar seguimiento vehicular a los clientes temporales; al no contar con un tag ni un código QR debido a su baja permanencia y uso del sistema se hace un registro manual del cliente para el ingreso y para desvincular del sistema tras el retiro del cliente de la plaza de parqueo.

Cabe recalcar que aparte del registro manual de entrada y retiro, la interfaz web del cliente temporal es similar a la ya conocida en el apartado de la Figura 92

Figura 92

*Interfaz del operario para seguimiento vehicular obtenida a través del QR*



#### 4.1.1.8. Prueba de notificaciones SMS por intervalo de tiempo

Para esta prueba se presenta las siguientes tablas que contienen los mensajes enviados a los clientes en el transcurso del tiempo de uso del estacionamiento desde el mensaje de registro en el sistema hasta el mensaje final tras el uso de este, además de mensajes específicos enviados en casos especiales. A continuación de cada tabla se valida el SMS de texto recibido en el

dispositivo móvil del cliente. En la Tabla 31 se detalla el mensaje que da el inicio al proceso de un cliente para ser parte del sistema SISMERTECH.

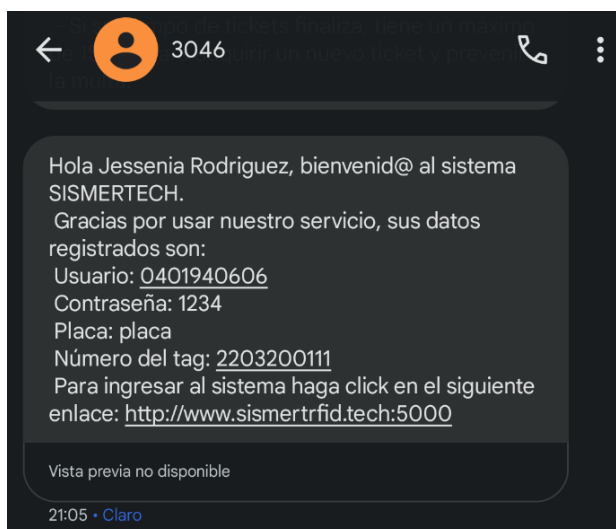
Tabla 31

*Mensaje de registro del cliente*

Tiempo Ticket	Tiempo transcurrido	Notificación SMS	Escenario
0min	0:00:00	Mensaje de registro	<p><b>Hola “Nombre del usuario”, bienvenid@ al sistema SISMERTECH.</b></p> <p>Gracias por usar nuestro servicio, sus datos registrados son:</p> <p><b>Usuario:</b> “cédula del usuario”</p> <p><b>Contraseña:</b> “contraseña del usuario”</p> <p><b>Placa:</b> “placa del vehículo del usuario”</p> <p><b>Número del tag:</b> 0000000000</p> <p>Para ingresar al sistema haga clic en el siguiente enlace:</p> <p><b><u><a href="http://www.simertrfid.tech:5000">http://www.simertrfid.tech:5000</a></u></b></p>

Para verificar el SMS enviado, en la Figura 93 se observa que en el dispositivo móvil del cliente ha recibido el mensaje descrito en la tabla anterior, el mensaje de bienvenida, los datos del cliente y el enlace que lo lleva a la página web.

Figura 93

*Mensaje de registro del cliente*

En la Tabla 32 se detalla el mensaje de bienvenida al cliente previamente registrado. Este mensaje llega a los 3 minutos que el vehículo se encuentre dentro el área de cobertura del lector RFID; se lo estableció a los 3 minutos para discriminar el tiempo que un auto está detenido por un semáforo en rojo o instrucción dada de un agente municipal, incluso se encuentre parqueado temporalmente por 5 minutos como la gaceta oficial rige por normal en este tiempo indicado, por tal motivo en un mensaje de bienvenida al sistema cuando se cumpla los 5 minutos de norma, se enviará un nuevo mensaje.

Tabla 32

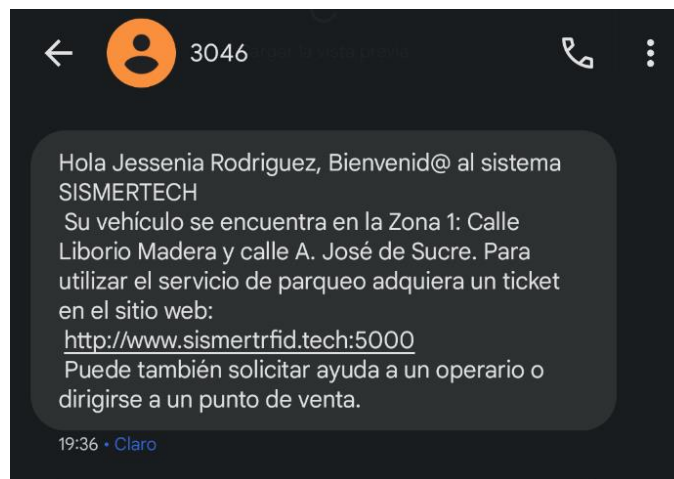
*Mensaje de Bienvenida*

Tiempo Ticket	Tiempo transcurrido	Notificación SMS	Escenario
0min	0:03:00	Mensaje de Bienvenida	<p><b>Hola “Nombre del usuario”, bienvenid@ al sistema SISMERTECH.</b></p> <p>Su vehículo se encuentra en la Zona 1: calle Liborio Madera y calle A. José de Sucre.</p> <p>Para utilizar el servicio de parqueo adquiera un ticket en el sitio web: <b><u><a href="http://www.sismertrfid.tech:5000">http://www.sismertrfid.tech:5000</a></u></b></p> <p>Puede también solicitar ayuda a un operario o dirigirse a un punto de venta.</p>

Para verificar el SMS enviado, en la Figura 94 se observa que en el dispositivo móvil del cliente ha recibido el mensaje descrito en la tabla anterior, la ubicación de la zona donde se encuentra el vehículo del cliente y el enlace que lo lleva a la página web.

Figura 94

*Mensaje de bienvenida al cliente*



En la Tabla 33 se detalla el mensaje de inicio del conteo del tiempo al cliente una vez estacionado y haciendo uso de una plaza de parqueo a los 5 minutos reglamentarios. Este tiempo de contenido es almacenado para posteriormente ser descontado del ticket que el usuario adquiera.

Tabla 33

*Mensaje de inicio del conteo del tiempo*

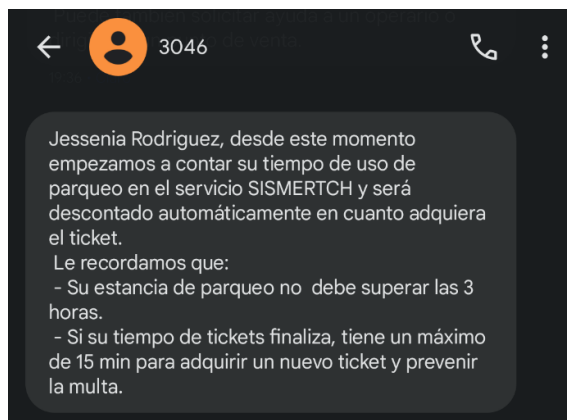
Tiempo Ticket	Tiempo transcurrido	Notificación SMS	Escenario
0min	0:05:00	Mensaje de inicio del conteo del tiempo	<p><b>“Nombre del usuario”</b>, desde este momento <b>empezamos a contar su tiempo de uso de parqueo</b> en el servicio SISMERTCH y será descontado automáticamente en cuanto adquiera el ticket.</p> <p><b>Le recordamos que:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Su estancia de parqueo no debe superar las 3 horas.</li> <li>-Si su tiempo de tickets finaliza, tiene un máximo de 15 min para adquirir un nuevo ticket y prevenir la multa.</li> </ul>

Para verificar el SMS enviado, en la Figura 95 se observa que en el dispositivo móvil del cliente ha recibido el mensaje descrito en la tabla anterior, añadiendo dos recordatorios, el primero cumpliendo con normas de parqueo dentro la gaceta que su parqueo no

debe superar las 3 horas de uso y que si el tiempo de la tarjeta adquirida se termina tiene 15 minutos más adquirir una nueva o retirar su vehículo, esto con el fin de prevenir multas.

Figura 95

*Mensaje de inicio del conteo del tiempo*



En la Tabla 34 se detalla el mensaje para alerta al usuario que el tiempo del ticket adquirido tiene un tiempo restante antes de finalizar, para realizar un ejemplo práctico si el cliente adquiere un ticket de 30 minutos, el sistema informará 5 minutos antes de la finalización del tiempo total, así entonces este mensaje se envía a los 30 minutos recordando que el tiempo de parking se cuenta desde los primeros 5min de parqueo no tarifado.

Tabla 34

*Alerta de tiempo restante.*

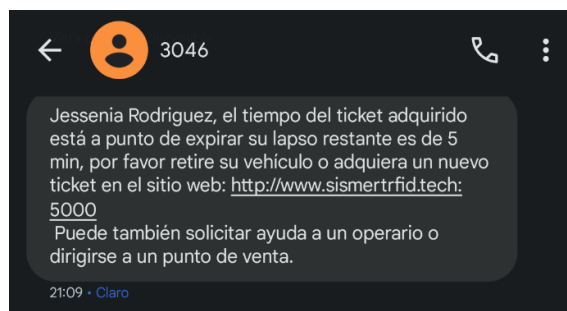
El tiempo del ticket adquirido está a punto de finalizar y se envía la primera alerta.			
Ejemplo: un ticket de 30 minutos			
Tiempo Ticket	Tiempo transcurrido	Notificación SMS	Escenario
30min	0:30:00	Alerta de tiempo restante	<b>“Nombre del usuario”</b> , el tiempo del <b>ticket adquirido está a punto de expirar</b> su lapso restante es de 5 min, <b>por favor retire su vehículo</b> o adquiera un nuevo ticket en el sitio web: <a href="http://www.sismertfid.tech:5000">http://www.sismertfid.tech:5000</a>

			Puede también solicitar ayuda a un operario o dirigirse a un punto de venta.
--	--	--	--

Para verificar el SMS enviado, en la Figura 96 se observa que en el dispositivo móvil del cliente ha recibido el mensaje descrito en la tabla anterior, informándole que tiene 5 minutos restantes de su ticket adquirido, esto con el objetivo que el usuario este pendiente de retirar su vehículo o comprar en la página web un nuevo ticket (sin sobrepasar las 3 horas reglamentarias), de igual manera se añade un apartado donde puede solicitar ayuda a un operario o puntos de venta.

Figura 96

*Mensaje de alerta de tiempo restante*



En la Tabla 35 se detalla el mensaje para informar que el tiempo del ticket adquirido ha finalizado, siguiendo el caso práctico del ticket de 30 minutos, el sistema enviará así entonces este mensaje a los 35 minutos recordando que el tiempo de parking se cuenta desde los primeros 5min de parqueo no tarifado.

Tabla 35

*Alerta de tiempo finalizado*

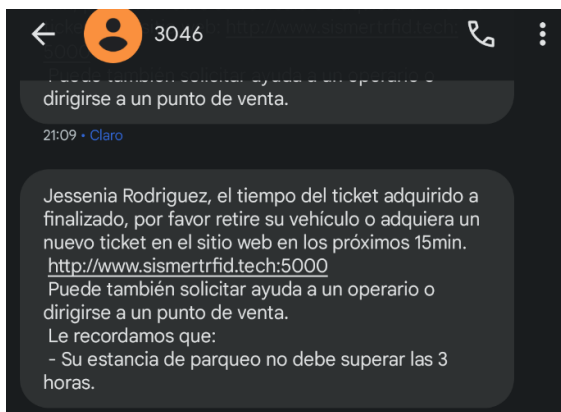
Tiempo Ticket	Tiempo transcurrido	Notificación SMS	Escenario
30min	0:35:00	Alerta de tiempo finalizado	<b>“Nombre del usuario”</b> , el tiempo del ticket adquirido a finalizado, <b>por favor retire su vehículo</b> o adquiera un

			<p>nuevo ticket en el sitio web en los próximos 15min.  <u><a href="http://www.sismertrfid.tech:5000">http://www.sismertrfid.tech:5000</a></u>  Puede también solicitar ayuda a un operario o dirigirse a un punto de venta.  <b>Le recordamos que:</b>  -Su estancia de parqueo no debe superar las 3 horas.</p>
--	--	--	---

Para verificar el SMS enviado, en la Figura 97 se observa que en el dispositivo móvil del cliente ha recibido el mensaje descrito en la tabla anterior, informándole que debe retirar su vehículo del área de parking o comprar en la página web un nuevo ticket (sin sobrepasar las 3 horas reglamentarias), de igual manera se añade un apartado donde puede solicitar ayuda a un operario o puntos de venta.

Figura 97

*Mensaje de alerta de tiempo finalizado*



En la Tabla 36 se detalla uno de los mensajes especiales, este mensaje es para informar que se está iniciando la generación de la multa, siguiendo el caso práctico del ticket de 30 minutos, el sistema enviará así entonces este mensaje a los 50 minutos, exactamente 15 minutos después de la primera alerta de finalización de tiempo del ticket. Reglamentariamente esta multa tiene un costo de \$2,75 en su totalidad por ser la primera infracción cometida (los detalles se observan en la tabla mencionada).



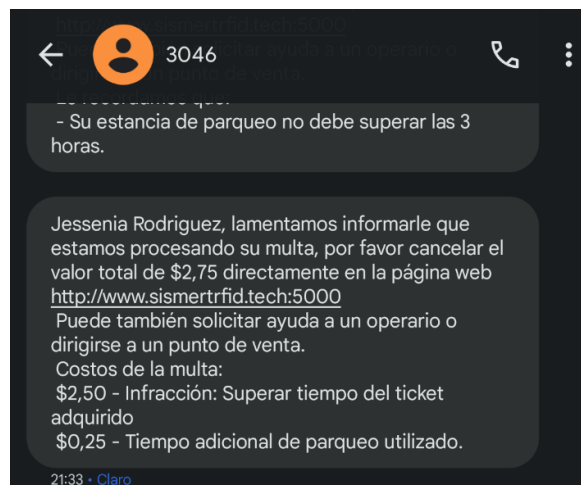
Tabla 36

*Multa por permanencia del vehículo tras finalización del tiempo del ticket adquirido*

El tiempo del ticket adquirido finaliza y el usuario aún no retira su vehículo ni adquiere un nuevo ticket, tras la primera advertencia se procede con la multa.			
Tiempo Ticket	Tiempo transcurrido	Notificación SMS	Escenario
30min	0:50:00	Multa	<p><b>“Nombre del usuario”</b> lamentamos informarle que <b>estamos procesando su multa</b>, por favor cancelar el valor total de <b>2,75\$</b> directamente en la página web <b><u><a href="http://www.sismertfid.tech:5000">http://www.sismertfid.tech:5000</a></u></b></p> <p>Puede también solicitar ayuda a un operario o dirigirse a un punto de venta.</p> <p><b>Costos de la multa:</b>  <b>\$2,50</b> - Infracción: Superar tiempo del ticket adquirido  <b>\$0,25</b> - Tiempo adicional de parqueo utilizado.</p>

Para verificar el SMS enviado, en la Figura 98 se observa que en el dispositivo móvil del cliente ha recibido el mensaje descrito en la tabla anterior, informándole el valor de la multa de debe pagar, acción que puede hacer desde la comodidad de la página web y de igual manera se añade un apartado donde puede solicitar ayuda a un operario o puntos de venta.

Figura 98

*Mensaje de multa*

En la Tabla 37 se detalla otro de los mensajes especiales, este mensaje es para informar que el usuario a pesar de retirar su vehículo sobre el tiempo permitido de parqueo tiene una deuda pendiente que va a quedar registrada hasta nuevamente hacer uso del sistema; mensaje enviado una vez que el auto no registre su presencia dentro el área de cobertura del lector RFID.

Tabla 37

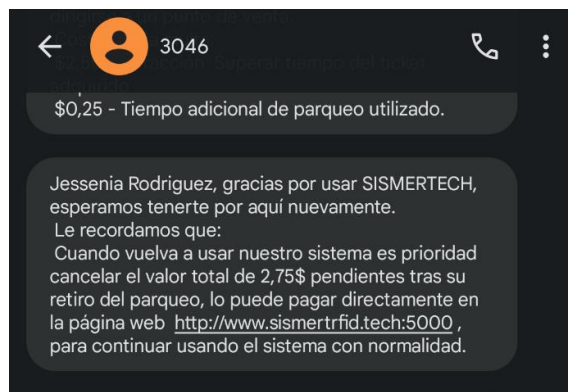
*Mensaje deuda pendiente*

Un mensaje especial que se envía cuando el cliente tiene una deuda pendiente de cancelar y abandona el sitio de parqueo con dicha deuda			
Tiempo Ticket	Tiempo transcurrido	Notificación SMS	Escenario
30min	1:00:00 (varía dependiendo el tiempo de retirada)	Mensaje deuda pendiente	<p><b>“Nombre del usuario”</b> gracias por usar SISMERTECH, esperamos tenerte por aquí nuevamente.</p> <p><b>Le recordamos que:</b></p> <p>Cuando vuelva a usar nuestro sistema es prioridad cancelar el valor total de <b>2,75\$ pendientes tras su retiro del parqueo</b>, lo puede pagar directamente en la página web <a href="http://www.sismertfid.tech:5000">http://www.sismertfid.tech:5000</a>, para continuar usando el sistema con normalidad.</p>

Para verificar el SMS enviado, en la Figura 99 se observa que en el dispositivo móvil del cliente ha recibido el mensaje descrito en la tabla anterior, informándole que tiene un valor pendiente de cancelar en su próximo uso del sistema, acción que puede hacer desde la comodidad de la página web.

Figura 99

*Mensaje enviado tras retiro de un vehículo con una multa pendiente*



En la Tabla 38 se detalla otro de los mensajes especiales, este mensaje es para informar que está bloqueado el sistema del cliente y se procede con una multa acumulativa tras la reincidencia con la primera multa, esta multa es de grado más severo ya que únicamente se puede acercarse a cancelar en un punto de venta porque al ser reincidente y que reglamentariamente se debe colocar un seguro inmovilizador en un neumático del vehículo. Siguiendo el caso práctico del ticket de 30 minutos, el sistema enviará así entonces este mensaje a lo hora y 5 minutos, exactamente 15 minutos después de la notificación de la primera infracción. Reglamentariamente esta multa tiene un costo de \$12,75 en su totalidad por ser la segunda infracción cometida (los detalles se observan en la tabla mencionada).

Tabla 38

*Multa incidencia de permanencia del vehículo finalizado el tiempo del ticket*

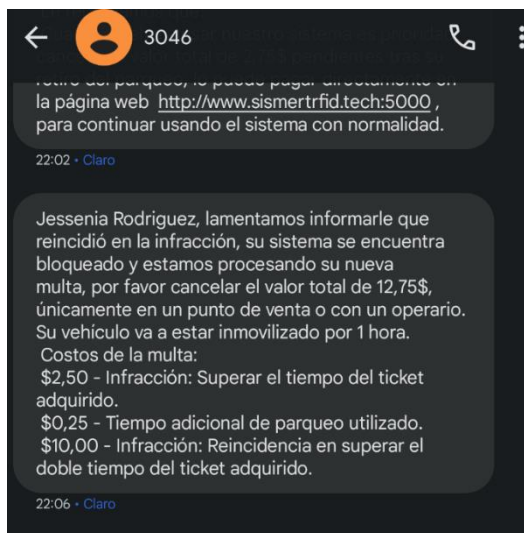
El usuario reincide en la infracción mencionada anteriormente y se procesa la multa acumulativa.			
Tiempo Ticket	Tiempo transcurrido	Notificación SMS	Escenario
30min	1:05:00	Reincidencia	<p><b>“Nombre del usuario”</b> lamentamos informarle que reincidió en la infracción, <b>su sistema se encuentra bloqueado y estamos procesando su nueva multa</b>, por favor cancelar el valor total de <b>12,75\$, únicamente</b> en un punto de venta o con un operario. Su vehículo va a estar inmovilizado por 1 hora.</p>

			<p><b>Costos de la multa:</b></p> <p><b>2,50\$</b> - Infracción: Superar el tiempo del ticket adquirido</p> <p><b>0,25ctvs</b> - Tiempo adicional de parqueo utilizado.</p> <p><b>10,00\$</b> - Infracción: Reincidencia en superar el doble tiempo del ticket adquirido.</p>
--	--	--	---

Para verificar el SMS enviado, en la Figura 100 se observa que en el dispositivo móvil del cliente ha recibido el mensaje descrito en la tabla anterior, informándole el valor de la multa de debe pagar por reincidencia, valor que puede cancelar únicamente desde un punto de venta o con la ayuda de un operario, además de notificarle que el vehículo será inmovilizado por una hora, hasta pagar la multa.

*Figura 100*

Mensaje de reincidencia



En la Tabla 39 se detalla el último de los mensajes especiales, este mensaje es para informar que sigue bloqueado el sistema del cliente y tras ausencia del propietario, el vehículo se condena con la máxima sanción que es ser trasladado a los patios de retención, hasta este extremo el sistema se limita a informar y los trámites respectivos de costos serán manejados en las oficinas pertinentes del municipio. Siguiendo el caso práctico del ticket de 30 minutos, el sistema enviará

así entonces este mensaje a las 2 horas y 5 minutos, exactamente una hora después de la notificación de por reincidencia.

Tabla 39

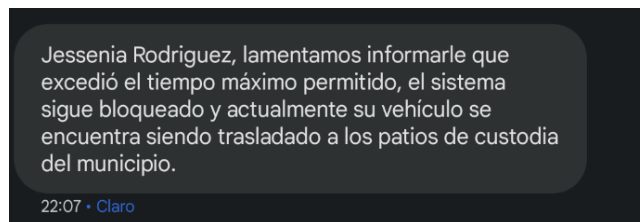
*Mensaje de infracción más grabe*

El tiempo máximo permitido de parqueo ha sido superado y se envía la siguiente y ultima alerta			
Tiempo Ticket	Tiempo transcurrido	Notificación SMS	Escenario
30min	2:05:00	Ultimátum	<b>“Nombre del usuario”</b> lamentamos informarle que excedió el tiempo máximo permitido, el sistema sigue bloqueado y actualmente su vehículo se encuentra siendo trasladado a los patios de custodia del municipio

Para verificar el SMS enviado, en la Figura 101 Figura 97se observa que en el dispositivo móvil del cliente ha recibido el mensaje descrito en la tabla anterior, informándole que el vehículo está siendo trasladado a los patios de custodia del municipio.

Figura 101

*Ultimátum*



En la Tabla 40 se detalla el último mensaje tras la finalización de uso del sistema, cuando el vehículo se retire de la zona donde se encontraba parqueado; siguiendo el caso práctico del ticket de 30 minutos, el sistema enviará así entonces este mensaje a los 38 minutos recordando que el lector RFID censa cada 1 minutos.

Tabla 40

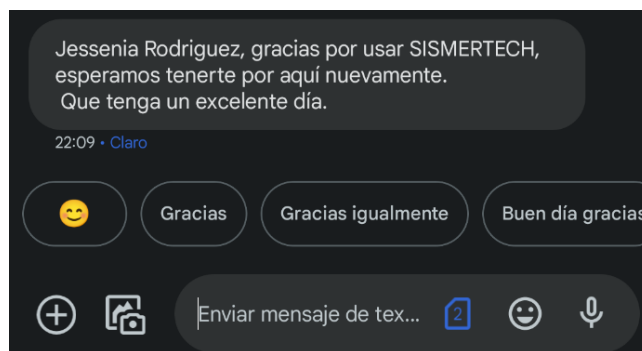
Ultimo mensaje de uso del sistema

El último mensaje enviado tras hacer uso del sistema y el usuario retira su vehículo, se envía un mensaje que cierra el proceso de parqueo.			
Tiempo Ticket	Tiempo transcurrido	Notificación SMS	Escenario
30min	0:38:00	Último mensaje	<p><b>“Nombre del usuario”</b> gracias por usar SISMERTECH, esperamos tenerte por aquí nuevamente.</p> <p>Que tenga un excelente día.</p>

Para verificar el SMS enviado, en la Figura 102 se observa que en el dispositivo móvil del cliente ha recibido el mensaje descrito en la tabla anterior, el mensaje de agradecimiento de uso del sistema.

Figura 102

*Mensaje final*



#### ***4.1.1.9. Resumen de la prueba 1***

El sistema es sometido a una prueba secuencial por bloques, desde las evaluaciones en hardware como las interfaces de los empleados y clientes, estas son intuitivas para cada rol desempeñado y se logra evidenciar de forma puntual el cumplimiento de las pruebas establecidas, esto con el fin de validar el correcto funcionamiento del sistema. A continuación se presenta la Tabla 41 con un resumen evaluativo del nivel de satisfacción estimado en cada prueba.

Tabla 41

*Resumen de la prueba 1*

Ítem prueba	Tipo de prueba	Resultados	Desempeño
1	Pruebas de funcionamiento lector y tags RFID	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todos los tags son detectados dentro el área de cobertura del lector RFID.</li> <li>• La indicación de intensidad de señal recibida (RSSI) de lectura de cada tag varía dependiendo de la cercanía al lector RFID.</li> <li>• Tiempo de respuesta del lector RFID evaluado en segundos.</li> </ul>	CUMPLIDO Y SATISFACTORIO
2	Prueba de conectividad al servidor web	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La conexión entre la base de datos y el servidor es validada a través de consultas SQL.</li> <li>• La conexión entre el Gateway (Lector RFID) y el servidor es validada a través de las peticiones de etiquetas de cada tag.</li> </ul>	CUMPLIDO Y SATISFACTORIO
3	Prueba de funcionamiento de recepción y visualización de	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los tags son detectados por el lector RFID y cada tag detectado es un vehículo usando una plaza de</li> </ul>	CUMPLIDO Y SATISFACTORIO

	datos en página Web	parqueo visualizados en iconos de automóviles en la página web	
4	Prueba de ingreso de empleados, nuevos clientes frecuentes y temporales a la base de datos	<p>Los perfiles creados dependen el nivel administrativo de gestión, teniendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perfil global de un administrador con la facultad de registro de empleados y asignación a los demás roles disponibles.</li> <li>• Perfil de vendedores con desempeño de registro de clientes los clientes regulares y frecuentes</li> <li>• Perfil de operarios con desempeño de registro de clientes únicamente temporales.</li> <li>• Perfil de cliente temporal y frecuente.</li> </ul>	CUMPLIDO Y SATISFACTORIO
5	Prueba de recarga de saldo y compra de tickets en el sistema	<p>Ejecutar un proceso de agregar saldo a un cliente (frecuente o temporal) y posterior la compra de un ticket; además de la visualización del cobro del saldo y a su vez la activación del tiempo del ticket. Desde el perfil:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perfil de vendedores y operario</li> </ul>	CUMPLIDO Y SATISFACTORIO



		<ul style="list-style-type: none"> <li>Perfil de cliente temporal y frecuente.</li> </ul>	
6	Prueba del generado de códigos QR	Verificar que los usuarios registrados tengan su propio código QR y que embeba a la página web del vehículo con la información relevante como tiempo de ticket, tiempo de parqueo, usuario...	CUMPLIDO Y SATISFACTORIO
7	Prueba de seguimiento vehicular (Operarios)	Validar los procesos que desempeña el operario dentro el perfil de la página web con respecto al seguimiento de un usuario temporal	CUMPLIDO Y SATISFACTORIO
8	Prueba de notificaciones SMS por intervalo de tiempo	Verificar el envío y recepción de los SMS al usuario desde el sistema informando el estado de tiempo del vehículo.	CUMPLIDO Y SATISFACTORIO

#### **4.1.2. Prueba 2: Alcance de cobertura del sistema en ambiente controlado**

Las pruebas del sistema se concentran en asegurarse que el proyecto terminado cumple con todos los requerimientos del cliente, probando no solo unidades sino el sistema por completo. Además, los requerimientos del sistema se irán validando al cumplir con las necesidades el usuario y satisfacer las mismas, operando con los elementos de hardware y software seleccionado anteriormente y probando el funcionamiento óptimo de estos en diferentes escenarios.

#### 4.1.2.1. Prueba de alcance del lector RFID – calle periférica

Dentro de la prueba 2 del sistema es relevante hacer un test a la cobertura del lector RFID para determinar en diferentes escenarios la funcionalidad óptima del mismo, para ello se planteó analizar el desempeño del lector en una calle periférica del área de cobertura del SISMERT, la seleccionada es la calle Liborio Madera intersección con calle Antonio José de Sucre y Rocafuerte. La Figura 103 indica la calle y las intersecciones mencionadas.

Figura 103

*Calle periférica, Liborio Madera*



El lector ubicado en la intersección de la calle Juan José de Sucre y Liborio madera como indica la siguiente **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** donde para pruebas prácticas fue montado sobre una señal de SISMERT, durante esta prueba el equipo fue direccionado con línea de vista sobre la calle Liborio Madera.

Además se colocaron los 4 tags físicos adquiridos para medir su indicación de intensidad de señal al ser detectados, como en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, una vez colocados analizar la intensidad de señal (RSSI- Received Signal Strength Indicator) desde la apk del lector como en la Figura 106 y para finalizar se pueden validar los tags físicos con su respectivo serial dentro la página web Figura 107; los restantes 6 autos son agregados manualmente para completar el número de plazas máximo sobre esta calle Liborio y poder visualizar como se verían en la página web si todos las plazas fuesen usadas.

Figura 104

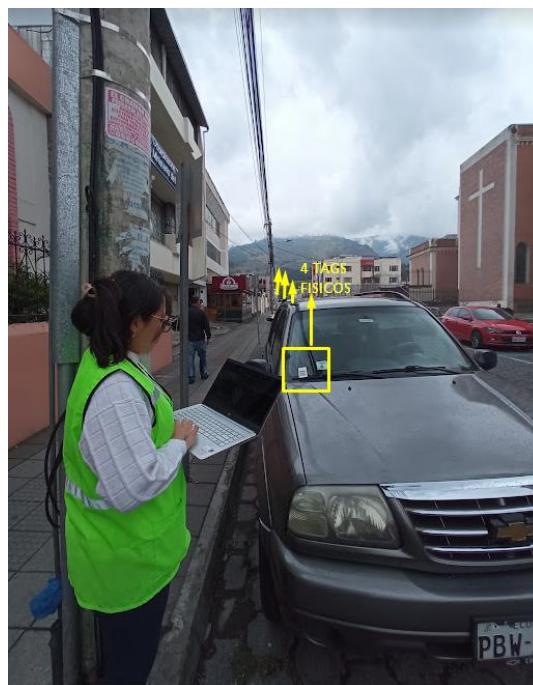
*Montaje lector RFID calle periferica*



*Nota.* Lector RFID sobre la calle Liborio Madera con línea de vista libre.

Figura 105

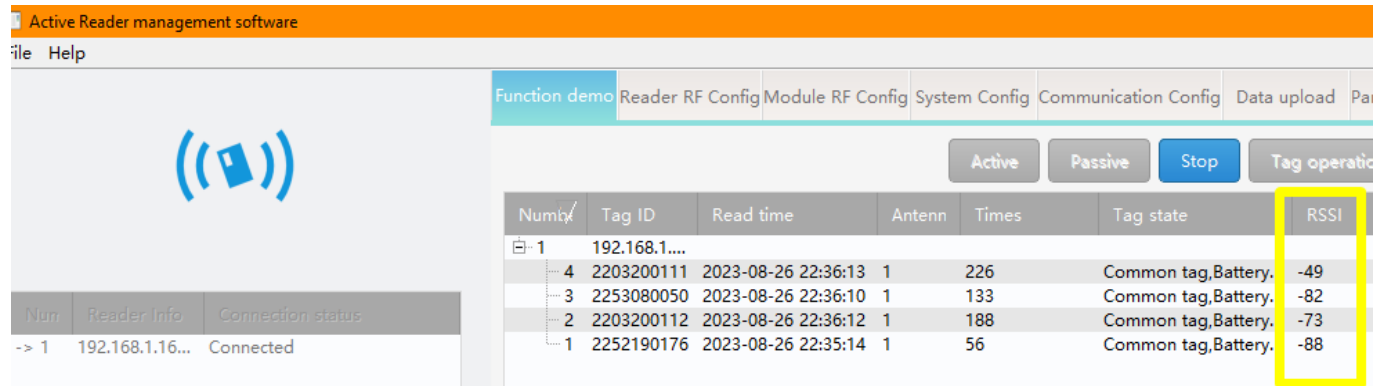
*Tags fisicos en cada vehiculo, calle periferica*



*Nota.* Tags colocados en 4 autos extendidos sobre la calle Liborio Madera intersección con la calle Sucre y Rocafuerte.

Figura 106

Lectura tags físicos desde la apk del lector, calle periférica.



Active Reader management software

File Help

Function demo Reader RF Config Module RF Config System Config Communication Config Data upload Pa

Active Passive Stop Tag operatio

Numt	Tag ID	Read time	Antenn	Times	Tag state	RSSI
-> 1	192.168.1....					
4	2203200111	2023-08-26 22:36:13	1	226	Common tag,Battery.	-49
3	2253080050	2023-08-26 22:36:10	1	133	Common tag,Battery.	-82
2	2203200112	2023-08-26 22:36:12	1	188	Common tag,Battery.	-73
1	2252190176	2023-08-26 22:35:14	1	56	Common tag,Battery.	-88

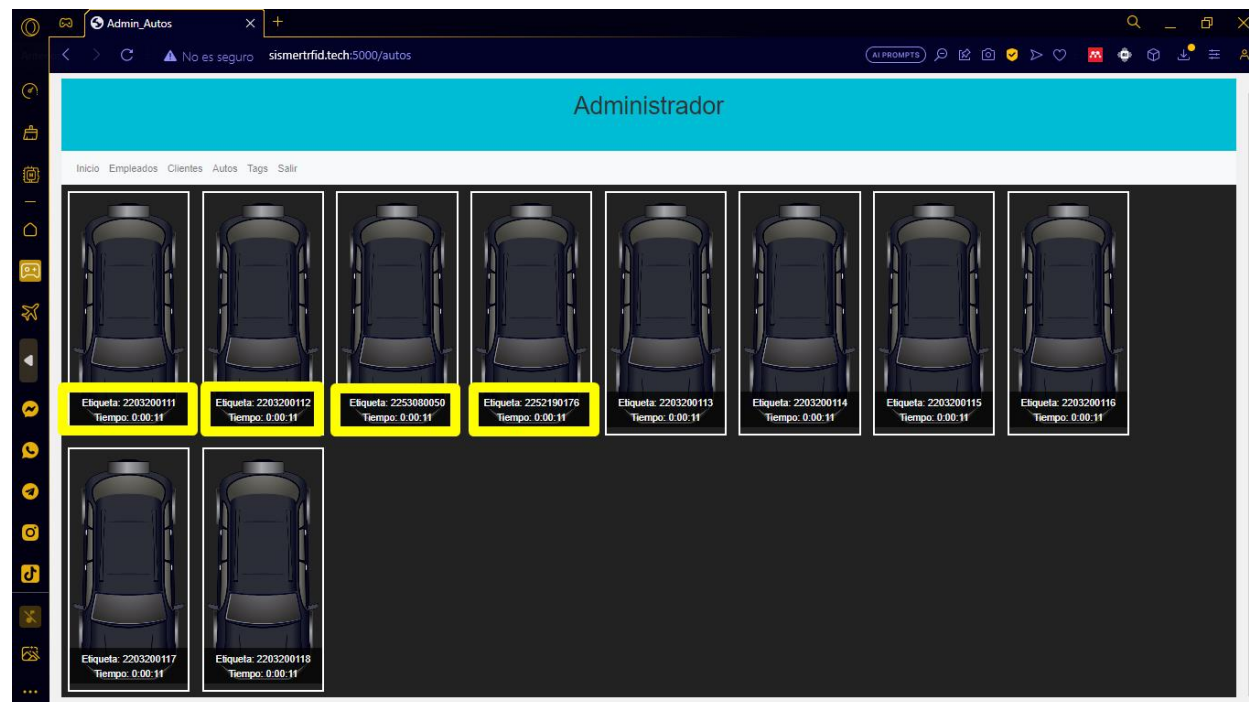
Num Reader Info Connection status

-> 1 192.168.1.16... Connected

Nota. La indicación de intensidad de señal RSSI varía entre los -49 a -88dBm, siendo el tag con una RSSI de -49dBm el que está más cercano al lector.

Figura 107

Página web autos detectados en el sistema, calle periférica



Nota. Los autos con los seriales enmarcados son los tags físicos puestos en vehículos reales sobre la calle Liborio, los 6 autos restantes son agregados manualmente para cubrir las plazas de la calle mencionada.

#### 4.1.2.2. Prueba de alcance del lector RFID – calle zona centro

El segundo escenario se planteó analizar el desempeño del lector en una calle comúnmente transitada dentro del área de cobertura del SISMERT, la seleccionada es una calle de alrededor de 80 metros (Una cuadra) calle Antonio José de Sucre intersección con la calle Liborio Madera e intersección con la Cristóbal Colón. La Figura 108 indica la calle y las intersecciones mencionadas.

Figura 108

*Calle concurrida, A. José de Sucre*



En este escenario el lector ubicado en la intersección de la calle Juan José de Sucre y Liborio Madera como indica la siguiente Figura 109 donde para pruebas prácticas fue montado sobre una señal de SISMERT, durante esta prueba el equipo fue direccionado con línea de vista sobre la calle A. José de Sucre.

Además se colocaron los 4 tags físicos adquiridos para medir su indicación de intensidad de señal al ser detectados, como en la Figura 110, una vez colocados se analiza la intensidad de señal (RSSI- Received Signal Strength Indicator) desde la apk del lector como en la Figura

111 Figura 111 y para finalizar se pueden validar los tags físicos con su respectivo serial dentro la página web Figura 112; los restantes 6 autos son agregados manualmente para completar el número de plazas máximo sobre esta calle Sucre y poder visualizar como se verían en la página web si todos las plazas fuesen usadas.

Figura 109

*Montaje lector RFID calle concurrida*



*Nota.* Lector RFID sobre la calle A. José de Sucre con línea de vista libre.

Figura 110

*Tags físicos por vehículo, calle concurrida*



*Nota.* Tags colocados en 4 autos estacionados sobre la calle A. José de Sucre intersección con la calle Liborio Madera y Colón

Figura 111

*Lectura tags físicos desde la apk del lector, calle concurrida*

Active Reader management software

File Help

Function demo Reader RF Config Module RF Config System Config Communication Config Data upload Para

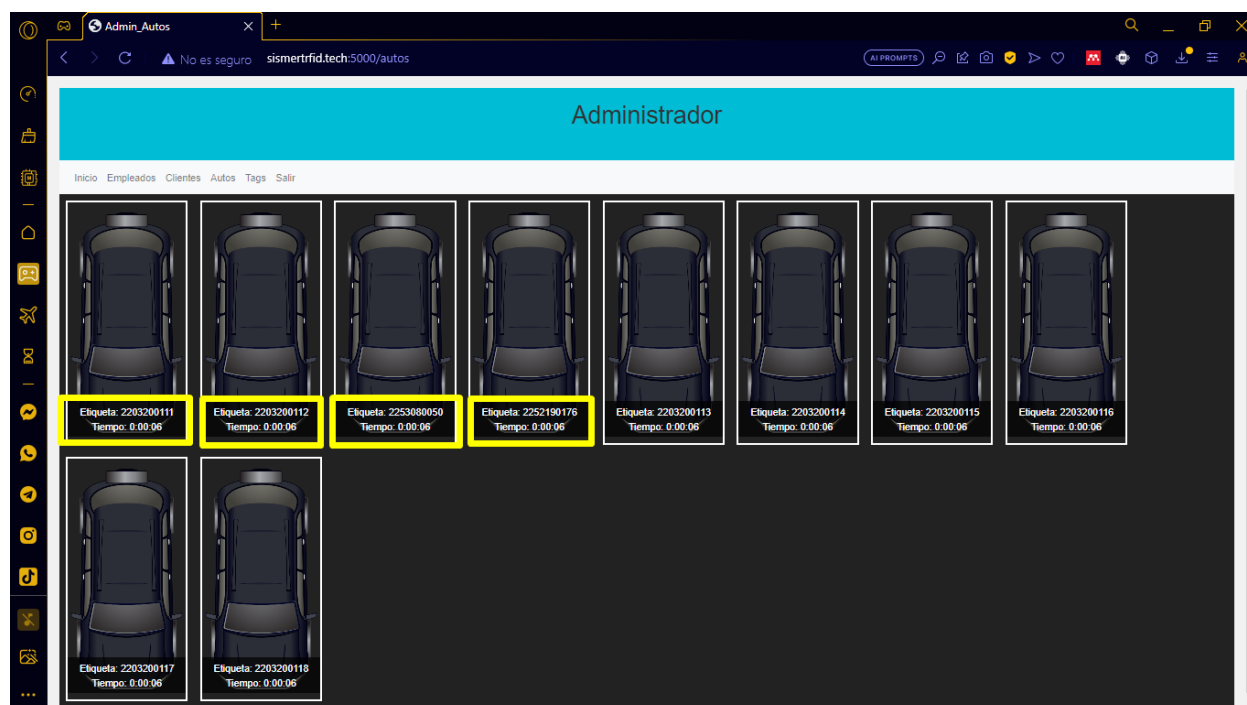
Active Passive Stop Tag operation

Num	Reader Info	Connection status	Num	Tag ID	Read time	Antenn	Times	Tag state	RSSI
-> 1	192.168.1.16...	Connected	1	192.168.1...					
			4	2203200111	2023-08-26 22:36:48	1	262	Common tag,Battery...	-68
			3	2253080050	2023-08-26 22:36:48	1	149	Common tag,Battery...	-81
			2	2203200112	2023-08-26 22:36:46	1	216	Common tag,Battery...	-71
			1	2252190176	2023-08-26 22:36:41	1	63	Common tag,Battery...	-89

*Nota.* La indicación de intensidad de señal RSSI varía entre los -68 a -89dBm, siendo el tag con una RSSI de -68dBm el que está más cercano al lector. Los tags fueron ubicados a lo largo de los vehículos únicamente sobre esta cuadra por tal motivo varía la intensidad de señal.

Figura 112

*Página web autos detectados en el sistema, calle concurrida*



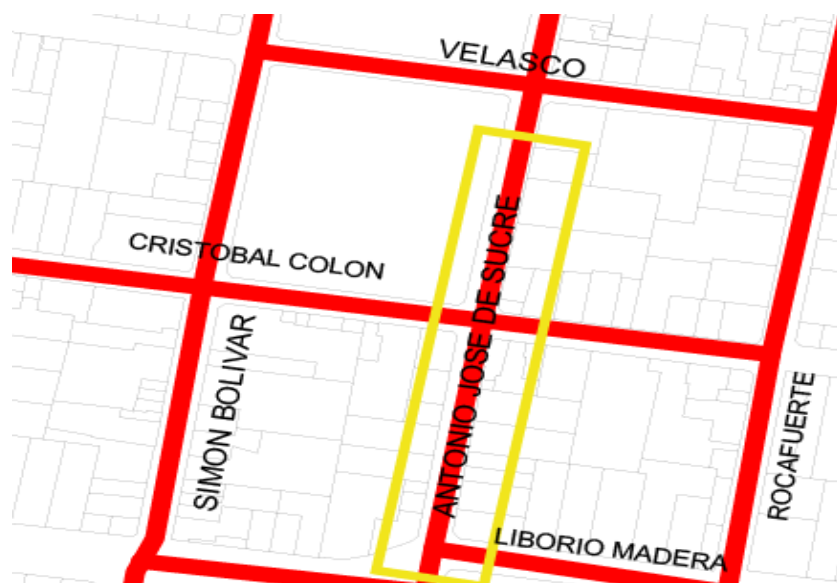
*Nota.* Los autos con los seriales enmarcados son los tags físicos puestos en vehículos reales sobre la calle Sucre, los 6 autos restantes son agregados manualmente para cubrir las plazas de la calle mencionada.

#### 4.1.2.3. Prueba de alcance del lector RFID sobre la calle Antonio José de Sucre

Para el tercer y último escenario se planteó analizar el desempeño del lector en dos calles comúnmente transitadas dentro del área de cobertura del SISMERT, la seleccionada es una calle de alrededor de 160 metros (dos cuadras) calle Antonio José de Sucre intersección con la calle Liborio Madera e intersección con la Juan de Velasco. La Figura 108 indica la calle y las intersecciones mencionadas.

Figura 113

*Dos cuadras de calle concurrida, A. José de Sucre*



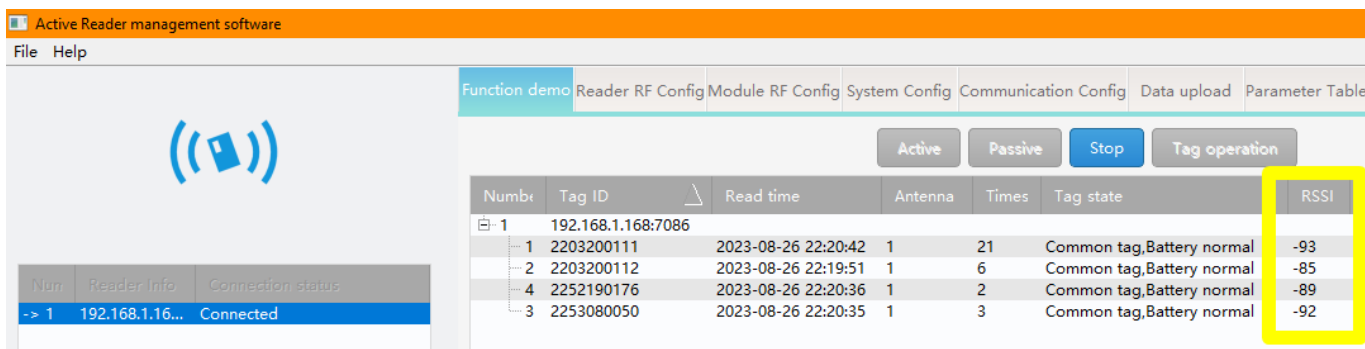
En este escenario el lector ubicado en la misma intersección del escenario 2, la calle Juan José de Sucre y Liborio madera como indicaba la Figura 109 donde para pruebas prácticas fue montado sobre una señal de SISMERT, durante esta prueba el equipo fue direccionado con línea de vista sobre la calle A. José de Sucre, para poner a prueba el alcance máximo del lector de dos cuadras. Además se colocaron los 4 tags físicos adquiridos para medir su indicación de intensidad de señal al ser detectados, como se observó en la Figura 110, una vez colocados se analiza la intensidad de señal (RSSI- Received Signal Strength Indicator) desde la apk del lector como en la Figura 114 y para finalizar se pueden validar los tags físicos con su respectivo serial



dentro la página web Figura 115; los restantes 16 autos son agregados manualmente para completar el número de plazas máximo sobre esta calle Sucre y poder visualizar como se verían en la página web si todos las plazas fuesen usadas.

Figura 114

*Lectura tags físicos desde la apk del lector, calles concurridas*



Active Reader management software

File Help

Function demo Reader RF Config Module RF Config System Config Communication Config Data upload Parameter Table

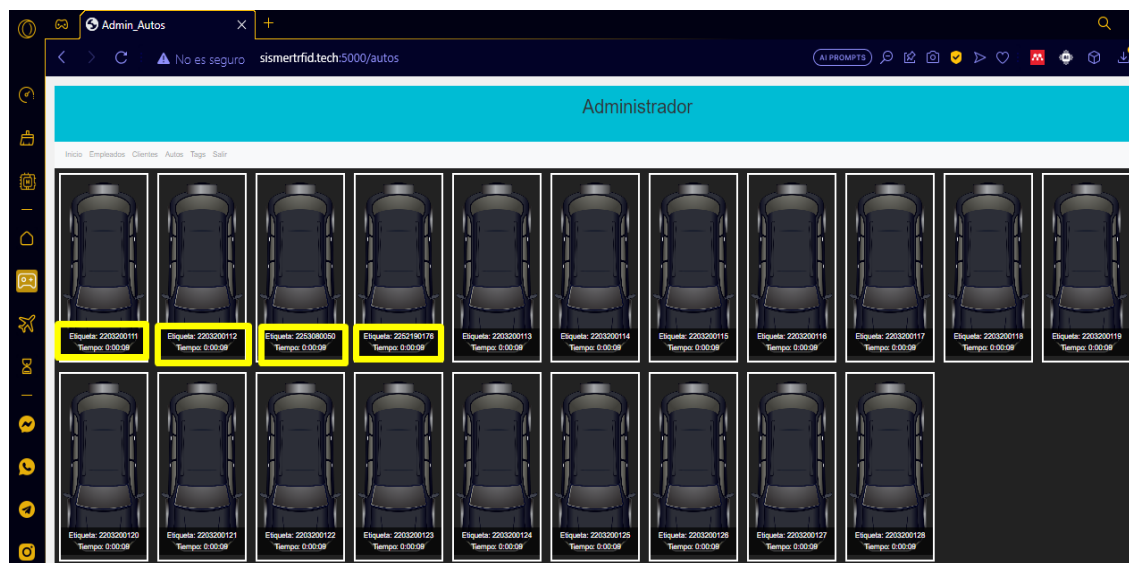
Active Passive Stop Tag operation

Numbr	Tag ID	Read time	Antenna	Times	Tag state	RSSI
1	192.168.1.168:7086					
1	2203200111	2023-08-26 22:20:42	1	21	Common tag,Battery normal	-93
2	2203200112	2023-08-26 22:19:51	1	6	Common tag,Battery normal	-85
4	2252190176	2023-08-26 22:20:36	1	2	Common tag,Battery normal	-89
3	2253080050	2023-08-26 22:20:35	1	3	Common tag,Battery normal	-92

*Nota.* La indicación de intensidad de señal RSSI varía entre los -85 a -93dBm, siendo el tag con una RSSI de -93 y -92dBm los que está más lejanos al lector (se encuentran en la segunda cuadra). Los tags fueron ubicados en los vehículos a lo largo de estas dos cuadras por tal motivo varía la intensidad de señal.

Figura 115

*Página web autos detectados en el sistema, calles concurridas*



*Nota.* Los autos con los seriales enmarcados son los tags físicos puestos en vehículos reales sobre la calle Sucre, los 16 autos restantes son agregados manualmente para cubrir todas las plazas de la calla mencionada.

#### **4.1.2.4. Resumen de la prueba 2**

El sistema es sometido a una prueba de rango de cobertura in situ, para logra evidenciar de forma puntual el cumplimiento de dicha prueba establecida en escenarios específicos, esto con el fin de validar el correcto funcionamiento del sistema en tres circunstancias. A continuación se presenta la Tabla 42 con un resumen evaluativo del nivel de satisfacción estimado en cada prueba.

La sentencia a ser evaluada es la siguiente en 3 diferentes escenarios: Los 4 tags son detectados dentro el área establecida in situ sobre tres calles del sistema SISMERT validando la variación del RSSI de la señal por cada tag y comprobar que se encuentran en ubicaciones con metros de distancia, a su vez se logran visualizar en la página web los autos que cuentan con un tag físico y los autos restantes añadidos manualmente para ocupar todas las plazas de parqueo en un escenario real de 100% de uso del área de parking.

Tabla 42

#### *Resumen de la prueba 2*

Ítem prueba	Tipo de prueba	Escenario	Desempeño
1	Prueba de alcance del lector RFID – calle periférica	<b>Calle periférica</b> con 10 plazas de parking Calle: <b>Liborio Madera</b>	CUMPLIDO Y SATISFACTORIO

2	Prueba de alcance del lector RFID – calle zona centro	<b>Calle céntrica</b> y concurrida con 10 plazas de parking Calle: <b>Antonio José de Sucre</b> intersección calle Colón	CUMPLIDO Y SATISFACTORIO
3	Prueba de alcance del lector RFID sobre la calle Antonio José de Sucre	<b>2 calles céntricas</b> y concurridas con 20 plazas de parking Calle: <b>Antonio José de Sucre</b> intersección calle Liborio Madera y Juan de Velasco	CUMPLIDO Y SATISFACTORIO

#### 4.2. Fase VI: Monitorear y Optimizar el Sistema

Fase final de la metodología planteada. En esta fase se constata el rendimiento que tendrá todo el sistema para poder establecer los márgenes iniciales de un sistema tradicional y los nuevos alcances que se tendrá con la optimización del sistema digital tarifado.

##### 4.2.1. Prueba 3: Rendimiento del sistema en tiempo de compra y adquisición de tickets

###### 4.2.1.1. Prueba de tiempo del proceso de uso completo del sistema Sismertech

En esta última prueba se realizará una toma de tiempo del uso total del sistema en un ciclo completo desde que el cliente es detectado dentro el área de parking y refleja el auto dentro la página web y lograr establecer una comparación entre el tiempo del sistema tradicional (obtenido de los resultados de la encuesta del Anexo 1 ESTRUCTURA DE ENCUESTAS A USUARIOS SISMERT) y el tiempo que se lleva a cabo actualmente usar el sistema digital para determinar la optimización de pago a través de SISMERTECH.

El servidor de hosting permite visualizar todas las interacciones y acciones dentro de él, a continuación se presenta figuras por cada interacción con el sistema hecha.

La Figura 116 inicia el proceso de interacción con el servidor donde se hospeda la base de datos y la página web; se observa que llega la etiqueta del tag que es detectado desde el lector RFID con el ID: 2253080050 asignado al usuario “Estiven Vivas” en el apartado 1, en el apartado 2 indica el tiempo desde que inició la detección del tag a los **55 segundos**, por otro lado el apartado 3 indica el tiempo transcurrido del ticket y al estar dentro los 5 minutos iniciales libre de parking entonces no inicia el conteo del ticket adquirido a posterior; el apartado 4 es el conteo previo antes de visualizarse el auto dentro la página web.

Figura 116

*Primera interacción detectada por el server.*

```

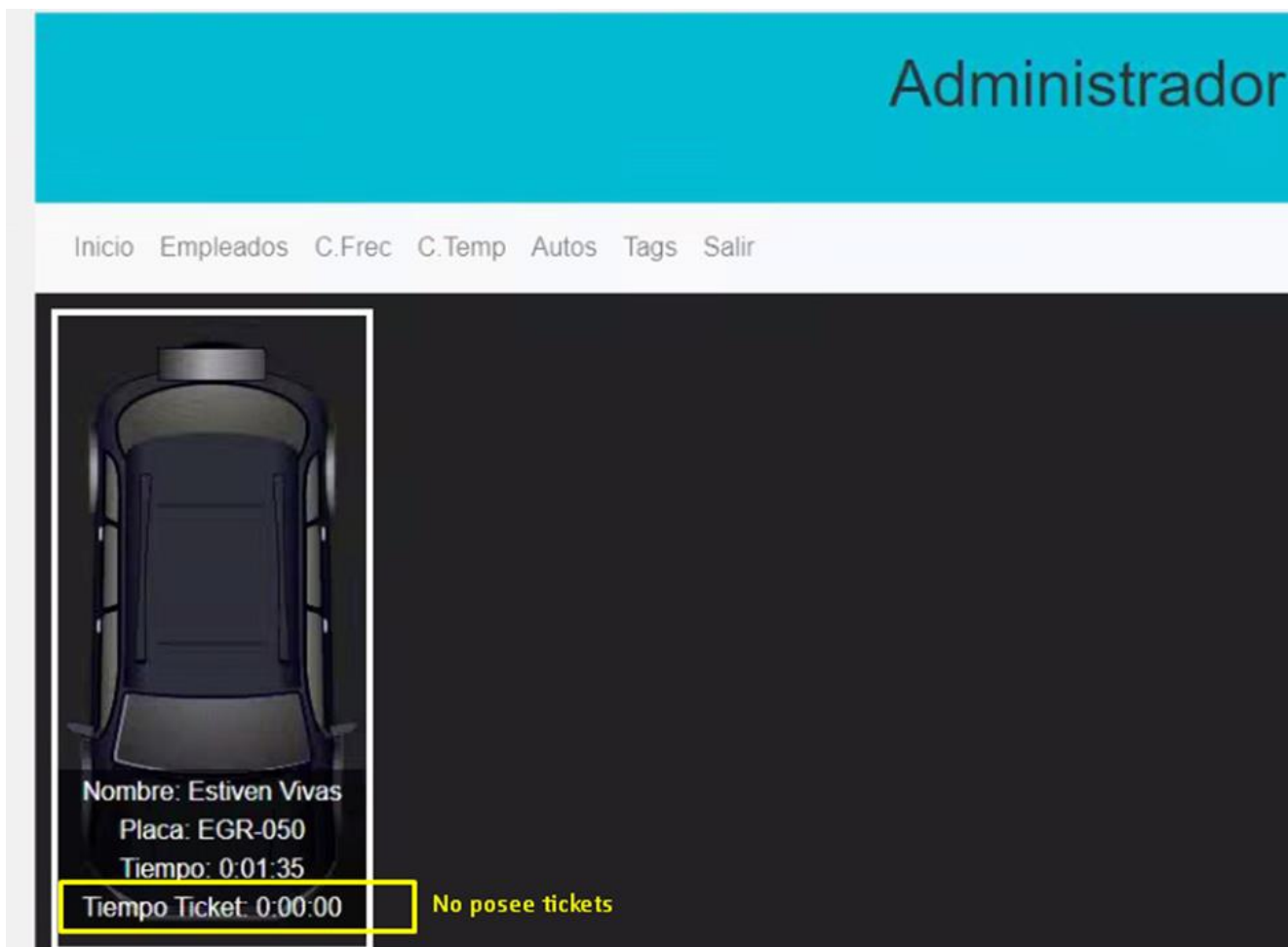
Quick connect... 2.monica@sismertfid:~/RFIDv1 x
181.196.12.145 - - [01/Sep/2023 06:00:13] "GET /get_tags HTTP/1.1" 200 -
secuencia 28
181.196.12.145 - - [01/Sep/2023 06:00:13] "GET /get_tags HTTP/1.1" 200 -
secuencia 29
181.196.12.145 - - [01/Sep/2023 06:00:14] "GET /get_tags HTTP/1.1" 200 -
consulta a la base de datos
secuencia 1
181.196.12.145 - - [01/Sep/2023 06:00:15] "GET /get_tags HTTP/1.1" 200 -
secuencia 1
181.196.12.145 - - [01/Sep/2023 06:00:16] "GET /get_tags HTTP/1.1" 200 -
secuencia 2
181.196.12.145 - - [01/Sep/2023 06:00:17] "GET /get_tags HTTP/1.1" 200 -
181.196.12.145 - - [01/Sep/2023 06:00:17] "GET /administrador HTTP/1.1" 200 -
181.196.12.145 - - [01/Sep/2023 06:00:18] "GET /static/fondos/fondos1.jpg HTTP/1.1" 304 -
{"Etiqueta recibida desde el Lector-RFID: 2253080050", "Nuevo contador para etiqueta 2253080050: 0, Tiempo: 2023-09-01 06:00:55.085477", "Etiqueta: 2253080050, Contador: 0, Tiempo: 2023-09-01 06:00:55.085477", "Tiempo transcurrido: 0:00:00"}
181.196.12.145 - - [01/Sep/2023 06:00:55] "POST /send_tags HTTP/1.1" 200 -
0.628289
1.62917
2.629823
3.630434
4.630959
5.631583
6.63224
7.632916
8.633553
9.634198
10.634797
11.635435
12.636017
13.636568
14.637154
15.637733
16.638359
17.642285
18.643094
19.643636
  
```

La siguiente

Figura 117 indica como el auto detectado es visualizado dentro la página web, con los datos requeridos de información como el nombre del cliente frecuente, la placa, le tiempo total que lleva parqueado y el tiempo de ticket que adquirió en este caso cero porque aún no carga saldo para comprar un ticket.

Figura 117

*Visualización del automóvil detectado dentro el área de cobertura del lector RFID*

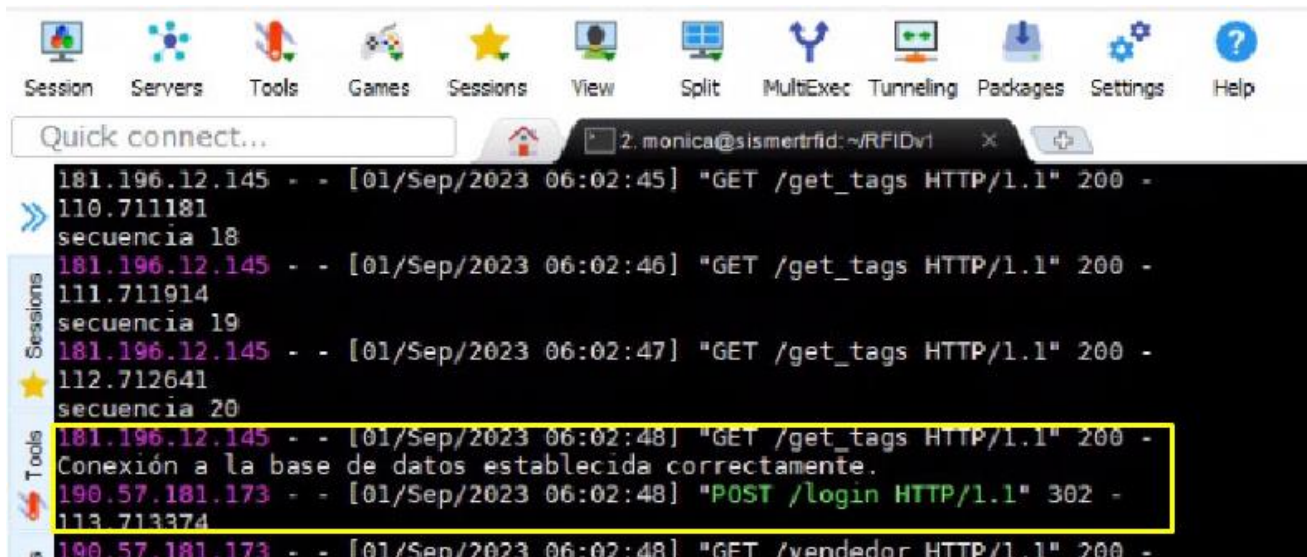


En la siguiente ; el tiempo del proceso se acumula a **2 minutos y 48 segundos**.

Figura 118 se detalla el mensaje de conexión exitosa a la base de datos embebida en la página web, para iniciar sesión y adquirir un ticket de parqueo; el tiempo del proceso se acumula a **2 minutos y 48 segundos**.

Figura 118

*Interacción con el server de ingreso a la página web del sistema conectada a la BBDD*



```

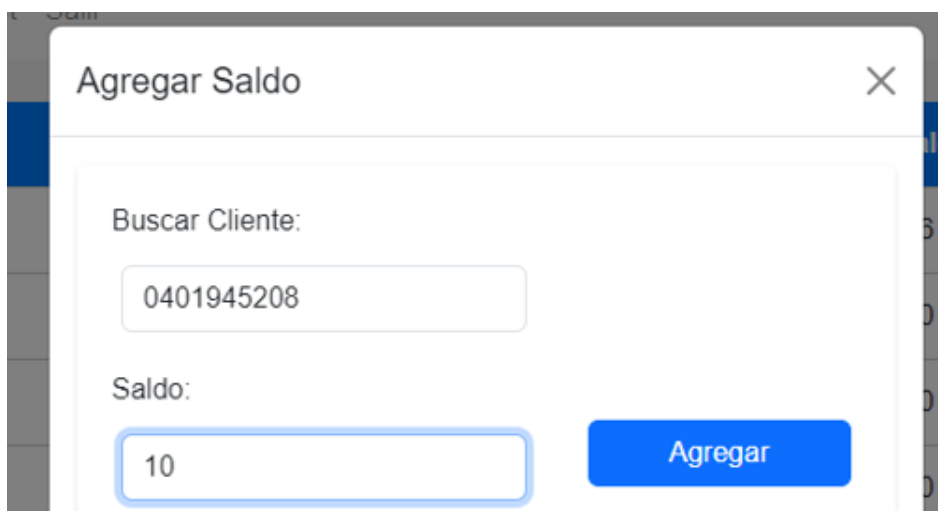
181.196.12.145 - - [01/Sep/2023 06:02:45] "GET /get_tags HTTP/1.1" 200 -
110.711181
secuencia 18
181.196.12.145 - - [01/Sep/2023 06:02:46] "GET /get_tags HTTP/1.1" 200 -
111.711914
secuencia 19
181.196.12.145 - - [01/Sep/2023 06:02:47] "GET /get_tags HTTP/1.1" 200 -
112.712641
secuencia 20
181.196.12.145 - - [01/Sep/2023 06:02:48] "GET /get_tags HTTP/1.1" 200 -
Conexión a la base de datos establecida correctamente.
190.57.181.173 - - [01/Sep/2023 06:02:48] "POST /login HTTP/1.1" 302 -
113.713374
190.57.181.173 - - [01/Sep/2023 06:02:48] "GET /vendedor HTTP/1.1" 200 -

```

Se realiza el abono de saldo al cliente registrado, ingresando la cantidad de dinero para tener disponible antes de adquirir un ticket de tiempo como se indica en la Figura 119Figura 119, y en la siguiente Figura 120Figura 120 se observa la interacción con el servidor detectando el cliente registrado y la etiqueta que indica el adono del dinero.

Figura 119

*Registro del cliente para abono de saldo para compra de ticket*



### Agregar Saldo

Buscar Cliente:

Saldo:

Figura 120

*Interacción con el server, registro del cliente y abono de dinero*

```

151.743235
secuencia 29
181.196.12.145 - - [01/Sep/2023 06:03:26] "GET /get_tags HTTP/1.1" 200 -
152.743035
consulta a la base de datos
Auto detectado: ('Estiven', 'Vivas', 'EGR-050', datetime.timedelta(0), '2253080050')
Tiempo Ticket: 0:00:00
secuencia 1
181.196.12.145 - - [01/Sep/2023 06:03:27] "GET /get_tags HTTP/1.1" 200 -
153.744383
secuencia 1
181.196.12.145 - - [01/Sep/2023 06:03:28] "GET /get_tags HTTP/1.1" 200 -
154.744979
secuencia 2
181.196.12.145 - - [01/Sep/2023 06:03:29] "GET /get_tags HTTP/1.1" 200 -
155.745534
secuencia 3
181.196.12.145 - - [01/Sep/2023 06:03:30] "GET /get_tags HTTP/1.1" 200 -
156.746064
secuencia 4
181.196.12.145 - - [01/Sep/2023 06:03:31] "GET /get_tags HTTP/1.1" 200 -
157.746581
secuencia 5
181.196.12.145 - - [01/Sep/2023 06:03:32] "GET /get_tags HTTP/1.1" 200 -
190.57.181.173 - - [01/Sep/2023 06:03:33] "POST /vendAddTicket HTTP/1.1" 400 -
158.747187

```

*Nota.* El servidor indica que el auto ha sido detectado en el sistema, refleja los datos con los que ha registrado el cliente más un tiempo de ticket de cero, para evidenciar el abono realizado en la etiqueta del final; el tiempo del proceso hasta el abono del dinero es **3 minutos y 33 segundos**.

El proceso continua ahora con saldo disponible se puede adquirir tickets como los preestablecidos por SISMERT, tickets de 25ctvs o de 40ctvs, 30 y 60 minutos respectivamente, como se indica en la Figura 121Figura 121, y en la siguiente Figura 122Figura 122 se observa la interacción con el servidor detectando el cliente registrado y la etiqueta que indica la compra del ticket.

Figura 121

*Interacción con el server, registro del cliente*

Figura 122

### Interacción con el server, registro

```

Session Servers Tools Games Sessions View Split MultiExec Tunneling Packages Settings Help
Quick connect... 2.monica@sismertfid:~/RFIDv1 x
181.196.12.145 - - [01/Sep/2023 06:03:56] "GET /get_tags HTTP/1.1" 200 -
182.764002
consulta a la base de datos
Auto detectado: ('Estiven', 'Vivas', 'EGR-050', datetime.timedelta(seconds=3600), '2253080050')
Tiempo Ticket: 1:00:00
secuencia 1
181.196.12.145 - - [01/Sep/2023 06:03:57] "GET /get_tags HTTP/1.1" 200 -
183.764746
secuencia 1

```

*Nota.* El servidor vuelve a indicar los datos del cliente pero al final tiene un tiempo de ticket de 1 hora es decir adquisición del ticket de 40ctvs; el tiempo del proceso hasta la compra del ticket para usar el parking sin problema ha sido un total de **3 minutos y 57 segundos**. El tiempo que tardó el usuario en ser detectado su vehículo y reflejado en la página web y recargar dinero para comprar tickets, dura aproximadamente cuatro minutos con relación al tiempo que un usuario tarda en emplear el sistema tradicional (10 minutos según la encuesta del Anexo 1 ESTRUCTURA DE ENCUESTAS A USUARIOS SISMERT) se ha logrado disminuir 6 minutos aproximadamente. Anexo 1 ESTRUCTURA DE ENCUESTAS A USUARIOS SISMERT) se ha logrado disminuir 6 minutos aproximadamente.

También dentro de la página web en la fila perteneciente al cliente, se puede validar dos cosas, la primera que el saldo recargado se ha actualizado a \$9 con 60ctvs tras la compra del



ticket de 40 centavos y que el ticket comprado fue de 60 minutos reflejados de igual forma, como detalla la siguiente Figura 123

Figura 123

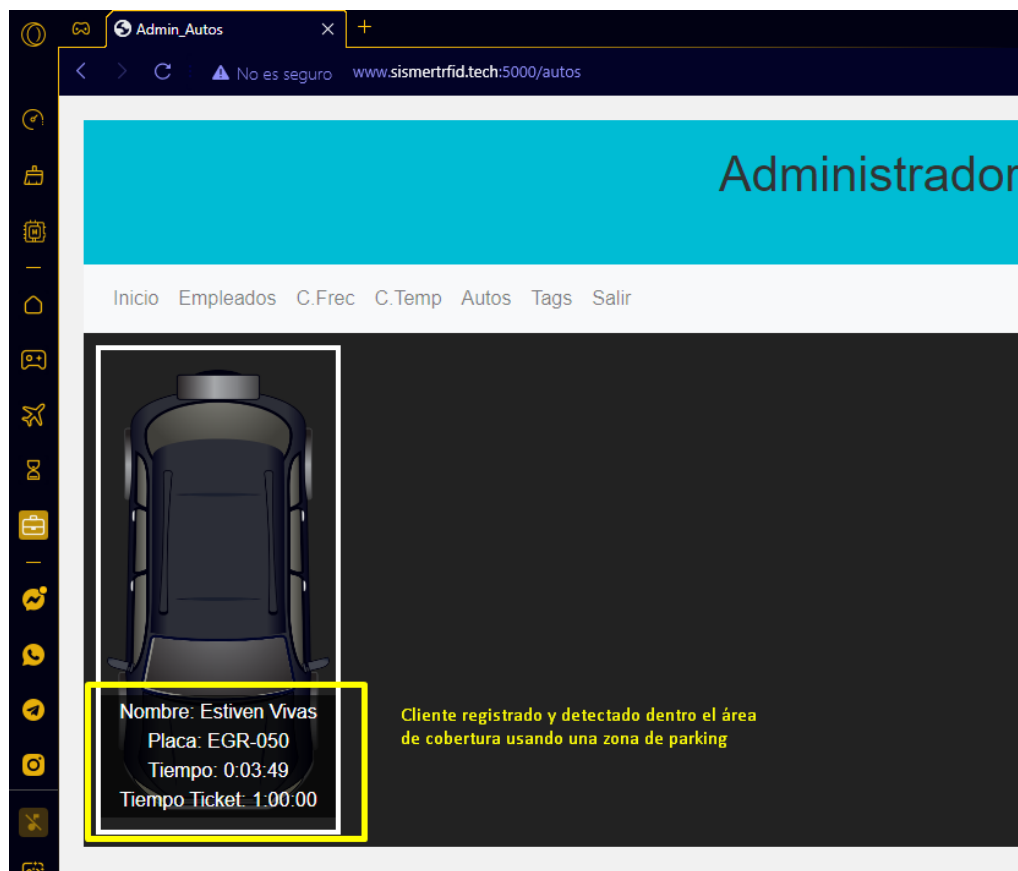
*Saldo abonado y tiempo de ticket adquirido*

Clientes Frecuentes Temporales Saldo Ticket Salir					
Nombre	Apellido	Cédula	Tipo	Saldo	Tiempo Ticket
Jessenia	Rodriguez	0401940607	frecuente	9.6	1:00:00
Estiven	Vivas	0401945208	frecuente	9.6	1:00:00
Christopher	Ortega	1004376503	frecuente	0.0	0:00:00

Finalmente tras el recargo y la compra del ticket se puede validar también en la información del vehículo dentro la página web como en la siguiente Figura 124

Figura 124

*Información de parking del vehículo actualizada.*



#### ***4.2.1.2. Prueba de generación de datos estadísticos para el análisis del sistema***

Para cerrar las pruebas se va a realizar tomas estadísticas para conocer el rendimiento del servidor para la gestión total del sistema, datos como propiedades del servidor, ancho de banda usado, tiempos de respuesta del servidor. A continuación se detalla cada dato obtenido, iniciando con la información del servidor privado virtual (VPS) como en la Figura 125Figura 125.

Figura 125

*Características del servidor hosting (VPS)*

Información de VPS	Acceso SSH	Panel de acceso	detalles del plan
Plan actual	KVM 1		
Fecha de vencimiento	2023-09-02		
Núcleos de CPU	1		
Memoria	4 GB		
Ancho de banda	1 TB		
Espacio del disco	50 GB		

La **Figura 126** indica el uso del CPU que está operando en un 3% lo que significa que la carga del del sistema es ligera con una cantidad de datos significativa, por lo que se puede seguir alimentando el sitio de recursos sin afectar el rendimiento del CPU. Además con este porcentaje de uso se puede tener picos altos de actividad en el sistema sin presentar caídas o fallos

Figura 126

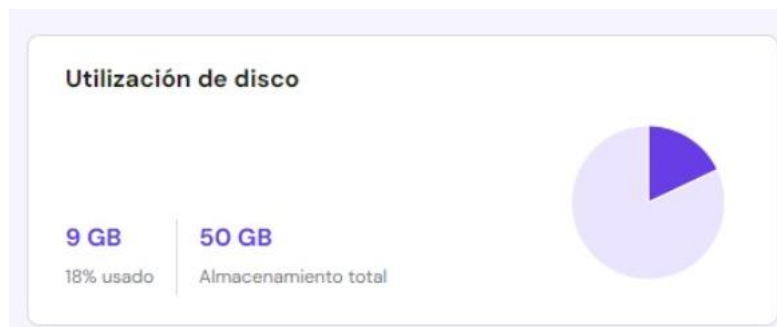
*Uso del CPU*

La **Figura 127** detalle el espacio usado del disco que es un 18% lo que indica que se actualmente se está usando 9GB de 50GB disponibles esto es una ventaja de crecimiento para seguir almacenando datos, archivos que optimicen el sistema además sigue siendo importante las

supervisiones del uso del disco para tomar medidas adecuadas de administración y optimización del mismo.

Figura 127

*Uso del disco*



A continuación la **Figura 128** indica que el uso de la memoria RAM es de un 92% indicando que el servidor opera con una carga alta referente al consumo de la RAM disponible, este escenario es visto cuando todo el sistema está en marcha simultáneamente. Actualmente funciona sin problema y en las mejores condiciones pero se podría hacer una escalabilidad del plan del VPS.

Figura 128

*Uso de la memoria*



También fue medido el uso del ancho de banda indicando un uso del 0,001TB de una tera disponible como indica la **Figura 129**, el servidor tiene una capacidad de transferencia de datos y se genere una mayor cantidad de tráfico antes de alcanzar el máximo del

plan de ancho de banda, sin embargo se debe continuar con el monitoreo de los recursos del VPS para asegurar el correcto funcionamiento.

Figura 129

*Uso del ancho de banda*



En la **Figura 130** indica que el ping realizado al dominio del servidor es de promedio 108 milisegundos tras la solicitud de conexión desde el dispositivo y respuesta desde el VPS.

En cuanto a la latencia de red, este tiempo de ping refiere a una comunicación rápida ya que no llega ni un segundo en responder; un tiempo de 108ms es moderado y no debería causar problemas significativos.

Figura 130

*Ping al VPS*

```

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Versión 10.0.19045.3393]
(c) Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

C:\Users\jesse>ping www.sismetrifid.tech

Haciendo ping a sismetrifid.tech [62.72.1.222] con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 62.72.1.222: bytes=32 tiempo=108ms TTL=44
Respuesta desde 62.72.1.222: bytes=32 tiempo=110ms TTL=44
Respuesta desde 62.72.1.222: bytes=32 tiempo=107ms TTL=44
Respuesta desde 62.72.1.222: bytes=32 tiempo=108ms TTL=44

Estadísticas de ping para 62.72.1.222:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
    Mínimo = 107ms, Máximo = 110ms, Media = 108ms
  
```

### 4.2.1.3. Resumen de la prueba 3

Esta vez se realizó pruebas para medir el rendimiento del sistema, tanto en el tiempo que se tarda el navegar en la página web y mediciones del uso de los recursos del VPS esto con el fin de validar el correcto funcionamiento del sistema por completo. A continuación se presenta la *Tabla 43* con un resumen evaluativo del nivel de satisfacción estimado en cada prueba.

Tabla 43

#### Resumen de la prueba 3

Ítem prueba	Tipo de prueba	Resultados	Desempeño
1	Toma de tiempo del proceso de uso completo del sistema Sismertech	El proceso de detectar al vehículo y ser visualizado en la página web, el de recargar saldo y compra del ticket debe ser medido y comprobar que con relación al tiempo que un usuario tarda en emplear el sistema tradicional (10 minutos según la encuesta del Anexo 1 ESTRUCTURA DE ENCUESTAS A USUARIOS SISMERT) vs SISMERTECH ha disminuido.	CUMPLIDO Y SATISFACTORIO
2	Generación de datos estadísticos para el análisis del sistema	Obtener datos cuantitativos de los recursos del VPS operando en óptimas condiciones. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso del CPU, disco de almacenamiento, memoria RAM, ancho de banda.</li> </ul>	CUMPLIDO Y SATISFACTORIO

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• El VPS debe responder al ping realizado desde cualquier dispositivo con un tiempo de respuestas en segundos.</li> </ul>	
--	--	--	--

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

Culminado el proyecto de titulación empleando TOP DOWN como metodología de desarrollo y apoyado de la tecnología de identificación por radio frecuencia se ha cumplido con los objetivos planteados logrando optimizar el pago del sistema tradicional de SISMERT con un sistema digital SISMERTECH embebido en un VPS con una página web de acceso mediante diferentes niveles de gestión como administrador, vendedor y operario y un nivel de usuario final como son los clientes frecuentes y temporales.

Tras la investigación bibliográfica tanto de sistemas de parqueaderos tradicionales y automatizados con el hardware y software requerido se solidificó una base de partida para el diseño de optimización del sistema tradicional a uno digital como lo es SISMERTECH, que ahora representa un avance significativo local en la gestión de parqueaderos. La investigación a través de encuestas y entrevistas también permitió conocer los desafíos y oportunidades que tendría SISMRETECH además de tener un plus de reducción de tickets de papel contribuyendo a un entorno más sostenible disminuyendo la generación de residuos.

TOP DOWN en su primera fase se centra en el análisis de los requerimientos, logrando determinar que la tecnología RFID ha sido empleada ampliamente en soluciones de control de acceso al identificar o rastrear objetos de una manera precisa al identificar cada objeto con una etiqueta RFID, etiquetas que permiten adaptar su uso a las necesidades del sistema. Promoviendo el sistema a un nivel escalable que permitirá crear rutas de ubicación vehicular al rastrear los sitios donde fue identificado el auto gracias a la autenticación de las etiquetas y los lectores desplegados en un área de parking extensa.

Se desarrolló el diseño de la arquitectura y diagramas lógicos antes de realizar la implementación del sistema con el fin de analizar la interconexión de los bloques de funcionamiento que componen a SISMERTECH, desde el bloque de censado hasta el bloque de visualización; se estableció acorde a TOP DOWN con la fase II diseño lógico, fase III diseño físico y fase IV implementación del hardware y software, el diseño físico en concreto se lo levantó por secciones a medida que se iba seleccionando el hardware y software para proporcionar el primer funcionamiento del sistema.

Una de las fases finales es la V centrada en la implementación del sistema se realizó pruebas in situ en tres diferentes calles pertenecientes al área que cubre SISMERT tomando en cuenta el uso frecuente de los usuarios sobre estas o calles periféricas con el fin de conocer el rendimiento de los equipos y del sistema, los cuales operaron en óptimas condiciones sin caídas del servicio ni pérdida de datos, cumpliendo con los dimensionamientos de alcance para la detección de los autos, además se realizó la toma de tiempos y datos estadísticos que resultando una reducción del



tiempo usado en el pago por tarjetas de parking en el sistema digital vs el sistema tradicional que en relación a las encuestas presentaba un tiempo mayor.

La fase final es la VI con un enfoque en la optimización con respecto a los recursos que usa el VPS con la cantidad de datos que maneja y el sistema se desempeñó de forma robusta en cuanto a disco de almacenamiento, uso del CPU, ancho de banda, tiempos de respuesta con medias porcentuales que no superan el 50% del recurso total del servidor pero, con una limitación en cuanto a la memoria RAM y a pesar de estar cerca de alcanzar el 100% el sistema responde de forma eficiente y sin interrupciones.

## Recomendaciones

El sistema cumple con la mayoría de los requerimientos planteados sin embargo se lo puede enriquecer con una colaboración más estrecha con los usuarios finales quienes son las personas que utilizarán el servicio a diario para que el administrador pueda brindar a través del servicio una experiencia personalizada, considerar también la posibilidad de uso de nuevas tecnologías emergentes de comunicación dentro el campo de parqueaderos inteligentes.

Se considera que se debe realizar un monitoreo constante del VPS y el servicio en general para programar mantenimientos preventivos del software y hardware para crear un sistema a la vanguardia de la tecnología y dispuesto a regirse con la demanda del mercado y tecnología. evitando a futuro incurrir en costos innecesarios de mantenimiento correctivos o tener un sistema obsoleto, además tener en cuenta que la actualización no solo pertenece a los equipos sino también al talento humano involucrado en el sistema por ende se recomienda desarrollar capacitaciones al personal con esto garantizando una completa actualización e implementación exitosa sin problemas.

El plan adquirido del VPS es un plan básico más que necesario para la cantidad de datos generados para la funcionalidad del sistema con una demanda en cuanto a la RAM que es donde usa un 92% del recurso de memoria, si la implementación se extiende a un área de cobertura mayor o a un alcance del área real del SISMERT entonces es recomendado ampliar el plan del VPS y adquirir uno más robusto con propiedades profesionales y previo antes de una

implementación a gran escala es importante realizar pruebas piloto de todo el sistema zona por zona para evaluar un área limitada que ayudará a identificar y solventar posibles problemas.

A parte de finalizar el levantamiento del diseño físico y puesto a prueba in situ es importante recalcar el uso de aplicar una metodología para la investigación, para este proyecto se empleó TOP DOWN una metodología por fases, con el fin de avanzar con metas concretas siguiendo los lineamientos que establece la metodología garantizando una gestión eficiente de recursos y de los tiempos y sobre todo para ir contrastando cada fase con cada objetivo planteado al inicio del proyecto.

## REFERENCIAS

- Amazon Web Services - AWS. (2022). *¿Qué es IoT? - Guía del Internet de las cosas para principiantes - AWS*. <https://aws.amazon.com/es/what-is/iot/>
- Andrés Saavedra Arancibia, C., Michael Ordoñez Riofrio, D., Boris Ramos, I., Galindo, G., & Perimetral, vía. (2015). *Diseño e Implementación de una Red de Sensores Inalámbricos para el Monitoreo de Temperatura Corporal Facultad de Ingeniería de Electricidad y Computación (1) (2) (3) Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) (1) (2) (3) Campus*.  
<https://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/31096/Dise%C3%B1o%20e%20Implementaci%C3%B3n%20de%20una%20Red%20de%20Sensores%20Inal%C3%A1mbricos%20para%20el%20Monitoreo%20de%20Temperatura%20Corporal.pdf#:~:text=El%20proyecto%20consiste%20en%20el%20dise%C3%B1o%20e%20implementaci%C3%B3n,de%20error%2C%20sobre%20los%20valores%20de%20potencias%20recibidas.>
- Cirfid. (2023a). *2.4Ghz Active RFID Readers | Cirfid Technology*.  
<https://www.cirfid.com/products/2.4ghz-active-rfid/readers/>
- Cirfid. (2023b). *2.4Ghz Active RFID Tags | Cirfid Technology*.  
<https://www.cirfid.com/products/2.4ghz-active-rfid/tags/>
- Dominguez, A. (2020). *“Diseño de una red de sensores inalámbricos LPWAN para el monitoreo de cultivos y materia organica en la granja experimental La Prader de la Universidad Tecnica del Norte*. 184.
- Domínguez, K. (2020). *Diseño de una red de sensores inalámbricos LPWAN para el monitoreo de cultivos y materia orgánica en la granja experimental La Pradera de la Universidad Técnica del Norte*. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/10297>

- el Universo. (2019, agosto 22). *La congestión vehicular en horas pico colapsa la circulación en Quito | Ecuador | Noticias | El Universo*.  
<https://www.eluniverso.com/noticias/2019/08/22/nota/7481736/congestion-vehicular-horas-pico-colapsa-circulacion-quito/>
- Erazo, C. (2019). *Prototipo de detección de aparcamientos libres mediante visión artificial en un parqueadero de la Universidad Técnica del Norte* [Universidad Técnica del Norte].  
<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/9075>
- GAD Ibarra. (2015, noviembre 19). *Gaceta Oficial Nro. 5 by GAD IBARRA - Issuu*.  
[https://issuu.com/gadibarra/docs/gaceta\\_5](https://issuu.com/gadibarra/docs/gaceta_5)
- GAD-Ibarra. (2019). *Gaceta Oficial Nro. 5 by GAD IBARRA - Issuu*.  
[https://issuu.com/gadibarra/docs/gaceta\\_5](https://issuu.com/gadibarra/docs/gaceta_5)
- GAD-Ibarra. (2023). *Ibarra, Ciudad blanca a la que siempre se vuelve*.  
<https://www.ibarra.gob.ec/site/#>
- García-García, L., Jiménez, J. M., Abdullah, M. T. A., & Lloret, J. (2018). Wireless Technologies for IoT in Smart Cities. *Network Protocols and Algorithms*, 10(1), 23–64.  
<https://doi.org/10.5296/NPA.V10I1.12798>
- Grizhnevich, A. (2018, mayo 3). *IoT for Smart Cities: Use Cases and Implementation Strategies*.  
<https://www.scnsoft.com/blog/iot-for-smart-city-use-cases-approaches-outcomes>
- Guamán, L. (2014). *Sistema de control del parqueo tarifado (SISMERT) para el Gobierno Autónomo Descentralizado de la ciudad de Ibarra*.  
<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/2663>
- IONOS. (2018, julio 19). *Tipos de redes informáticas| WAN, LAN, MAN y GAN*.  
<https://www.ionos.es/digitalguide/servidores/know-how/los-tipos-de-redes-mas-conocidos/>

ITU-T. (2012). *UIT-T Rec. Y.2060 -Descripción general de Internet de los objetos*.

<http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en>.

Khaddar, M. A. el. (2021). *Middleware Solutions for the Internet of Things: A Survey*.

*Middleware Architecture*. <https://doi.org/10.5772/INTECHOPEN.100348>

López, C. (2021, febrero 2). *¿Qué es una pasarela de red y para qué sirve? - CCM*.

<https://es.ccm.net/contents/294-equipos-de-red-pasarelas>

Oppenheimer, Priscilla. (2011). *Top-down network design*. Cisco Press.

Ortiz, L., Gómez, R., & Flores, F. (2010). *Diseño y construcción de un prototipo inalámbrico RF para el monitoreo de la seguridad residencial de forma remota empleando Internet*.

Otis, B., & Rabaey, J. (2007). *Wireless Sensor Networks*. En B. Otis & J. Rabaey (Eds.), *Ultra-Low Power Wireless Technologies for Sensor Networks* (pp. 1–12). Springer US.

[https://doi.org/10.1007/978-0-387-49313-8\\_1](https://doi.org/10.1007/978-0-387-49313-8_1)

Prieto Blázquez, J. (2015). *Introducción a los sistemas de comunicación inalámbricos*.

[https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Tecnologia\\_y\\_desarrollo\\_en\\_dispositivos\\_moviles/Tecnologia\\_y\\_desarrollo\\_en\\_dispositivos\\_moviles\\_\(Modulo\\_1\).pdf](https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles_(Modulo_1).pdf)

Reed, D. P. (2023, mayo 8). *Smart Parking Systems - A Growing Need - 2023 | Cllax - Top of IT*.

<https://cllax.com/smart-parking-systems-a-growing-need.html>

Revathi, G., & Dhulipala, V. R. S. (2012). *Smart parking systems and sensors: A survey*. 2012 *International Conference on Computing, Communication and Applications, ICCCA 2012*.

<https://doi.org/10.1109/ICCCA.2012.6179195>

Rymarczyk, J. (2020a). *Technologies, opportunities and challenges of the industrial revolution 4.0: Theoretical considerations*. *Entrepreneurial Business and Economics Review*, 8(1),

185–198. <https://doi.org/10.15678/EBER.2020.080110>

Rymarczyk, J. (2020b). Technologies, opportunities and challenges of the industrial revolution 4.0: Theoretical considerations. *Entrepreneurial Business and Economics Review*, 8(1), 185–198. <https://doi.org/10.15678/EBER.2020.080110>

Saavedra, J. C. (2017, junio 18). [Infografía] Metodología Top-Down para el Diseño de Redes - JuanCarlosSAAVEDRA.net. <http://juancarlosaavedra.me/2017/06/infografia-metodologia-top-down-para-el-diseno-de-redes/>

Sánchez Peñafiel, I. P., & Shicay Arias, C. F. (2015). *Diseño de infraestructura de red para gestión de parqueo en el casco urbano de la ciudad de Cuenca*. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/8049>

SISMERT GAD-Loja. (2022). *SIMERT / Municipio de Loja*. <https://www.loja.gob.ec/contenido/simert>

Tanenbaum, A. S., & Wetherall, D. J. (2012). *Redes de computadoras*. Pearson Educación.

Tarek, A., Cabrera, F., & Roa, O. (2022). Análisis del congestionamiento vehicular para el mejoramiento de vía principal en Guayaquil-Ecuador. *Dirección de urbanismo, avalúos y ordenamiento territorial, Subdirección de proyectos específicos. Anexo A Oficio DUOT-PE-2016-10709*. 2016, 21(2), 4–23. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/5703/570363740001/html/index.html>

Tiwari, P., Saxena, V., Mishra, R., & Bhavsar, D. (2015). Wireless Sensor Networks: Introduction, Advantages, Applications and Research Challenges. *HCTL Open International Journal of Technology Innovations and Research (IJTIR)*, 14.

tp-link. (2023). *TL-WR850N / N300 Wi-Fi 4 Router Gigabit Ethernet | TP-Link España*. <https://www.tp-link.com/es/service-provider/wifi-router/tl-wr850n/>

Williams, L. (2022, octubre 8). *IoT Tutorial: Introduction to Internet of Things (IoT Basics)*.

<https://www.guru99.com/iot-tutorial.html>



## ANEXOS

### **Anexo 1 ESTRUCTURA DE ENCUESTAS A USUARIOS SISMERT**

Encuestas con preguntas de opción múltiple y de argumento, aplicada a los beneficiarios del sistema SISMERT, con el fin de darle robustez a la información pública del sistema de parqueo y alimentar el desarrollo del Proyecto de Titulación denominado: DISEÑO DE UN SISTEMA TARIFADO DE ESTACIONAMIENTO VEHICULAR BASADO EN LA METODOLOGÍA TOP DOWN PARA OPTIMIZAR EL PAGO DE HORA FRACCIÓN DE PARQUEOS EN EL CENTRO DE LA CIUDAD DE IBARRA.

Forms en línea: <https://forms.office.com/r/fBCw5ZP20W>

**1. Con que género se identifica (Respuesta en la figura)**

- a. Hombre
- b. Mujer
- c. No especificar

**2. ¿A qué rango de edad pertenece? (Respuesta en la figura)**

- a. De entre los 18 años a los años 30
- b. De entre los 35 años a los 40 años
- c. De entre los 40 años a los 50 años
- d. De 50 años hasta 65 años

**3. ¿Reside usted en la ciudad de Ibarra o es temporal su visita? (Respuesta en la figura)**

- a. Reside en la ciudad.
- b. Está de visita

4. **¿Ud. ha presentado un problema en encontrar puntos de venta cerrados? (Respuesta en la figura)**
- a. Si
  - b. No
5. **¿Le gustaría que la forma de pago de los tickets SISMERT sea a través de una aplicación? (Respuesta en la figura)**
- a. Si
  - b. No
6. **¿Qué tiempo tarda en la compra de un ticket para acceso a la zona azul? (Respuesta en la figura)**
- a. 0 a 5 min
  - b. 5 a 10 min
  - c. más de 10 min
7. **¿Cuál es su permanencia de uso en una plaza de parqueadero? (Respuesta en la figura)**
- a. 0 a 30 minutos
  - b. 30 60 minutos
  - c. Más de 60 minutos
8. **Normalmente, ¿Qué tipo de tarjeta adquiere? (Respuesta en la figura)**
- a. Una de 30 minutos
  - b. Una de 60 minutos
  - c. Mas de una tarjeta

**9. De acuerdo con su experiencia, ¿cuál de las siguientes formas de pago prefiere ud?**

**(Respuesta en la figura)**

- a. Tradicional (Ir a un punto de venta SISMERT)
- b. Sistema tecnológico (Aplicación digital)

**10. Alguna vez a manejado una aplicación para de pago de tarjeta para parqueo?**

**(Respuesta en la figura)**

- a. Si he manejado una aplicación de parqueadero
- b. Si conozco pero no he manejado una de estas aplicaciones
- c. No conozco, tampoco he manejado una de estas aplicaciones

**11. ¿Cuál de estos beneficios cree usted que le otorgará la aplicación para el método de**

**pago? (Respuesta en la figura)**

- a. Ahorro tiempo
- b. Disminución de transito
- c. Fácil acceso
- d. Recargas para compra de tickets
- e. Alertas de tiempo de parqueo
- f. Prevención de multas
- g. Todos los mencionados

**12. ¿Qué tipos de servicios adicionales debería tener esta aplicación? (Respuesta en la**

**figura)**

- a. Pagos y/o revisión de impuestos municipales
- b. Certificado de no adeudar al SISMERT
- c. Certificado de no adeudar al municipio

d. Revisión de impuestos y deudas municipales

**13. Cree usted necesaria la optimización del sistema de pago tradicional (tarjetas SISMERT) para la zona azul en el centro de la ciudad de Ibarra por un sistema digital de tarifado (A través de una aplicación)? (Respuesta en la figura)**

- a. Si
- b. No

## RESULTADOS

Figura 131

*Diagrama de respuestas pregunta uno*

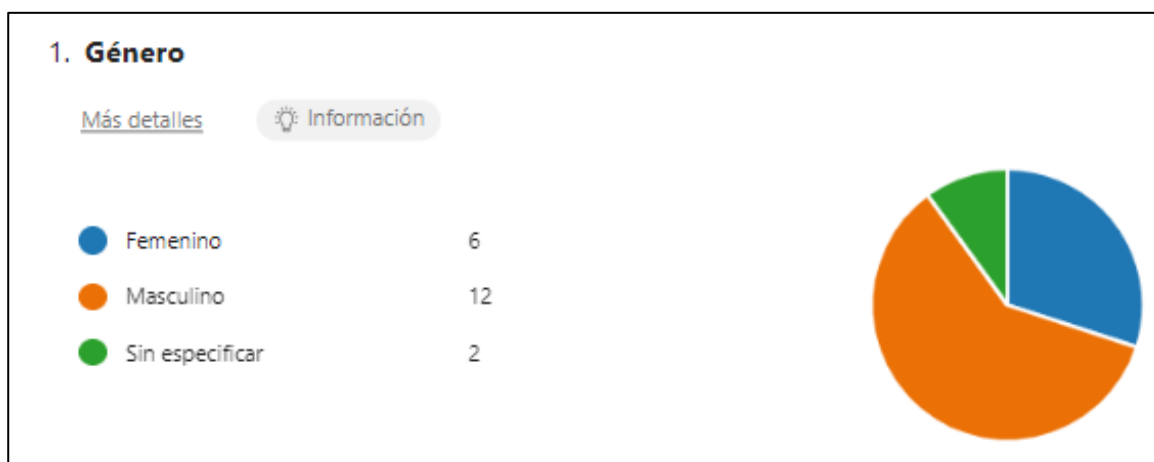


Figura 132

*Diagrama de respuestas pregunta dos*



Figura 133

Diagrama de respuestas pregunta tres

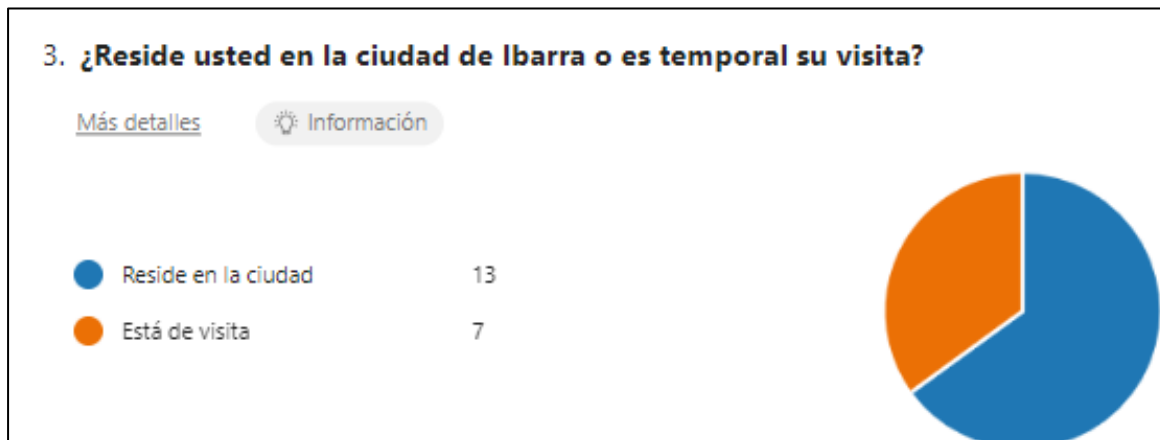


Figura 134

Diagrama de respuestas pregunta cuatro

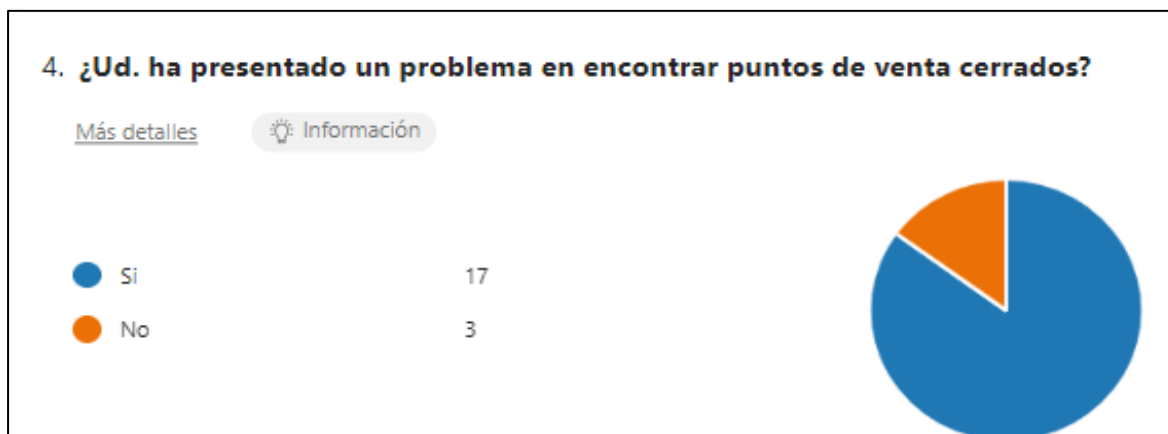


Figura 135

Diagrama de respuestas pregunta cinco

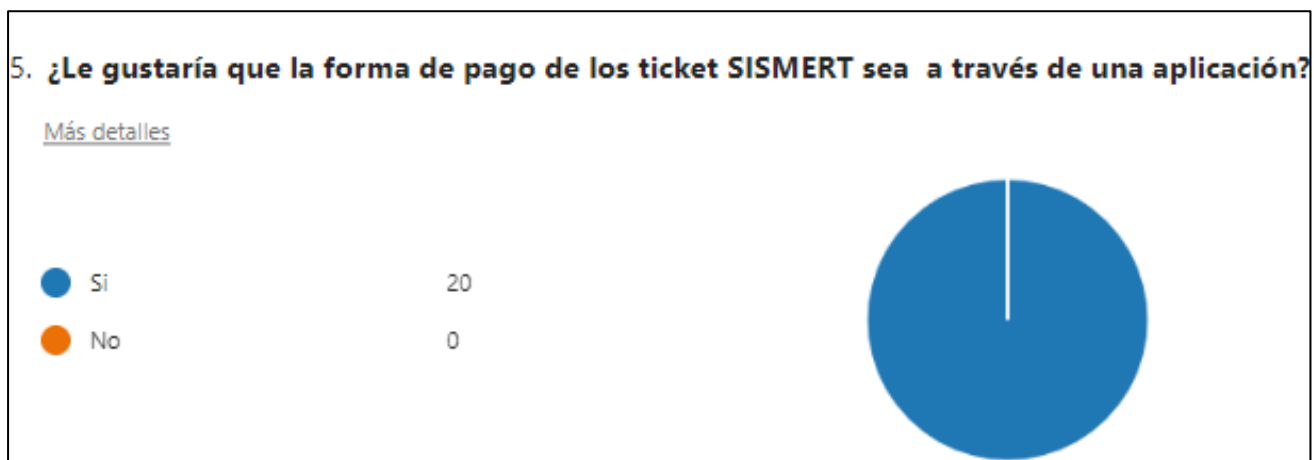


Figura 136

Diagrama de respuestas pregunta seis

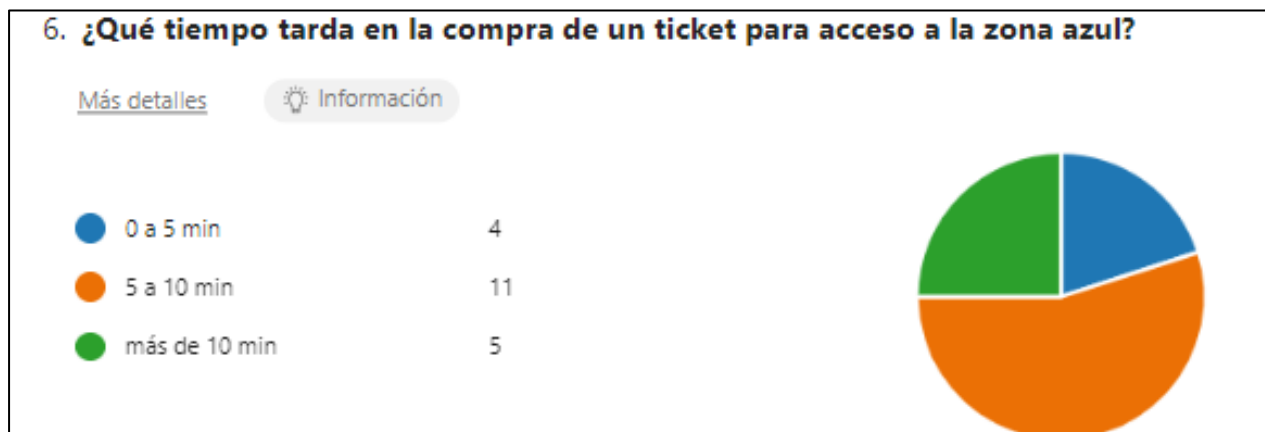


Figura 137

Diagrama de respuestas pregunta siete

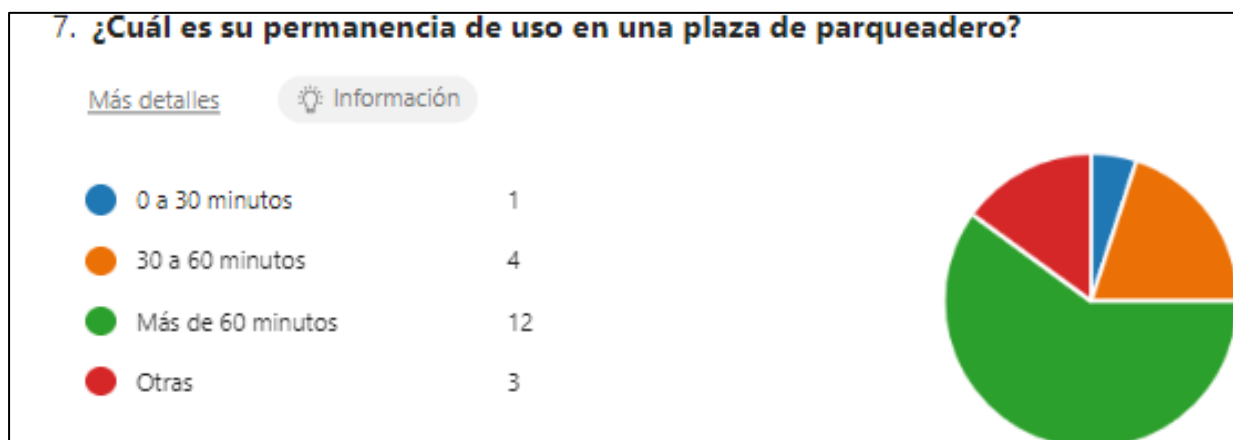


Figura 138

Diagrama de respuestas pregunta ocho

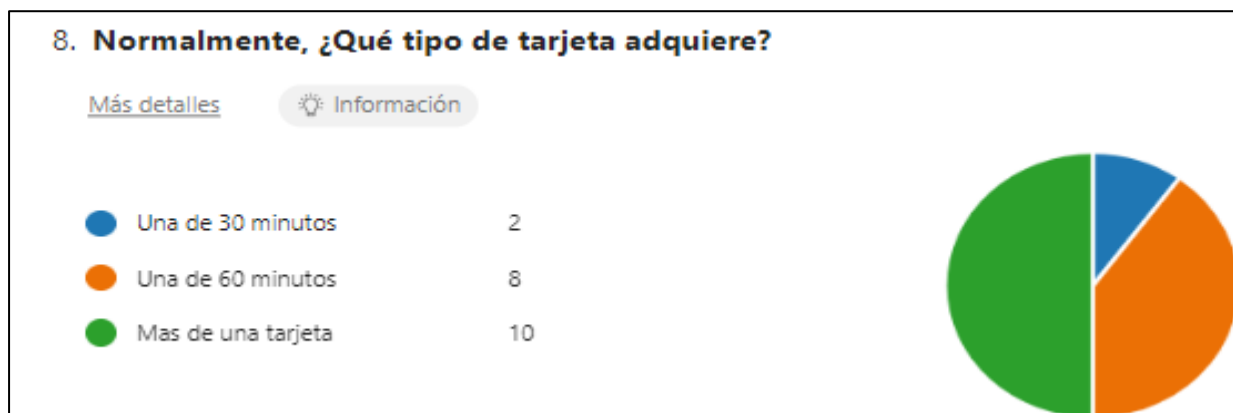


Figura 139

*Diagrama de respuestas pregunta nueve*

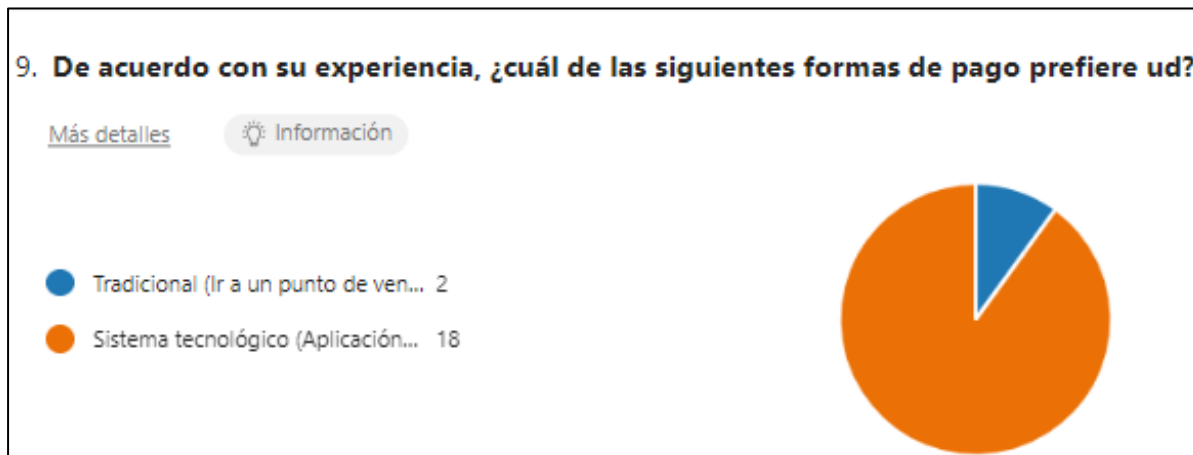


Figura 140

*Diagrama de respuestas pregunta diez*

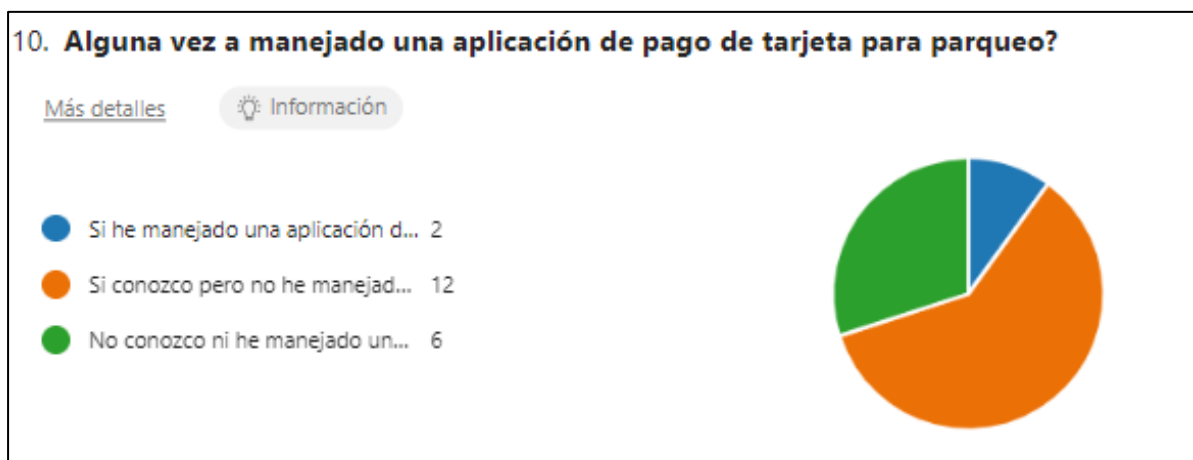


Figura 141

*Diagrama de respuestas pregunta once*

11. **¿Cuál de estos beneficios cree usted que le otorgará la aplicación para el método de pago? (Puede seleccionar más de una)**

[Más detalles](#)

● Ahorro tiempo	20
● Disminución de tráfico	0
● Fácil acceso	10
● Recargas para compra de tickets	9
● Alertas de tiempo de parqueo	10
● Prevención de multas	9
● Otras	1

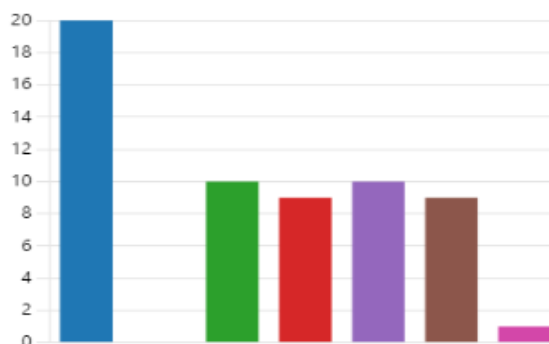


Figura 142

*Diagrama de respuestas pregunta doce*

12. **¿Qué tipos de servicios adicionales debería tener esta aplicación?**

[Más detalles](#)

● Pagos y/o revisión de impuestos...	9
● Certificado de no adeudar al SIS...	12
● Certificado de no adeudar al mu...	0
● Revisión de impuestos y deudas...	2



Figura 143

*Diagrama de respuestas pregunta trece*

13. **Cree usted necesaria la optimización del sistema de pago tradicional (tarjetas SISMERT) para la zona azul en el centro de la ciudad de Ibarra por un sistema digital de tarifado (A través de una aplicación)?**

[Más detalles](#)

[Información](#)

● Si	19
● No	1





## Anexo 2: MODELO DE ENTREVISTAS ANALISTA SISMERT

La siguiente Tabla 44 contiene la estructura de las preguntas y respuestas del líder analista del sistema SISMERT, además la carta confidencialidad socializada previo la entrevista.

Tabla 44

*Anexo modelo de entrevista*

<b>MODELO DE ENTREVISTAS ANALISTA SISMERT</b>
<b>BLOQUE I: Área de cobertura, tarifas y costos.</b>
Con respecto a la información existente de la gaceta publica de SISMERT bajo regulación del GAD-Ibarra, actualmente:
<b>1. El área de cobertura se ha ampliado adicional a las calles siguientes mencionadas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redacción del área de cobertura en el apartado <b>Área de Cobertura</b></li> </ul>
<b>2. Que tarifas existen dependiendo el tipo de usuario adicionales a las siguientes mencionadas</b>
<p>Se conoce dos tarifas existentes dependiendo el tipo de usuario:</p> <p style="padding-left: 40px;">- TARIFA CONVENCIONAL</p> <p>Todos los usuarios propietarios de vehículos de traslado personal y de carga liviana que hagan uso de una zona de parqueo SISMERT más de 6 minutos tienen acceso a la tarifa convencional por fracción de horaria de mínimo 30 min y máximo 3 horas.</p> <p>Los vehículos que transporten personas con discapacidad podrán hacer uso del doble tiempo acreditado por la tarjeta adquirida y el espacio utilizado automáticamente se convertirá en una plaza especial.</p> <p style="padding-left: 40px;">- NO TARIFADO</p> <p>Para las plazas de parqueo SISMERT momentáneas no más de 5 minutos</p>

Plazas de parqueo SISMERT para motocicletas/motos y bicicletas.

Observación.- Si las motocicletas hacen uso de las plazas demarcadas para vehículos, están obligadas a pagar la tarifa correspondiente como vehículo.

Usuarios como personas con discapacidad y mujeres embarazadas que hagan uso de las plazas especiales SISMERT tienen una tarifa cero y sin límite de tiempo.

### **3. El costo de la tarifa vigente se mantiene con el mencionado a continuación**

Se conoce que el sistema tiene costos dependiendo la tarifa por fracción de hora adquirido. Cualquier tipo de usuario que haga uso del sistema de parqueo con tarifado convencional está en la obligación de comprar una tarjeta de hora fracción pasado los 5 minutos de estancia y el costo por tarifa es la siguiente:

- VEHICULOS LIVIANOS (PERSONALES): 25 ctvs. – 30 min y 40 ctvs. – 60 min
- MOTOCICLETAS/MOTOS O BICILETAS: No pagan una tarifa convencional salvo hagan uso de una zona azul de parqueo destinada a vehículos livianos o especiales

### **4. El costo de la tarifa vigente para los fines de semana y días festivos se mantiene con el mencionado a continuación**

Los horarios de aplicación regulada del SISMERT que los usuarios están obligados a pagar serán:

- LUNES A VIERNES DE 8H00 A 17H00
- SÁBADOS, DOMINGOS Y FERIADOS NO APLICA EL SISMERT

## **BLOQUE II: Infracciones y Sanciones**

Con respecto de las infracciones y sanciones establecidas en la gaceta oficial (CAPÍTULO IV)

**1. Que contravenciones son infracciones a la ordenanza que generen una sanción en específico?**

- La permanencia de un vehículo en una plaza de estacionamiento dentro de la zona regulada del SISMERT sin el documento que habilite la ocupación de la plaza ordenada.
- La permanencia de un vehículo en la zona regulada del SISMERT con el documento habilitante de ocupación de vía pública alterado o remarcado que no haya sido emitido por el administrador del sistema.
- Colocación de forma incorrecta o poco visible el documento habilitante de uso del SISMERT
- La permanencia de un vehículo en la zona regulada luego de haber transcurrido el tiempo acreditado por el documento habilitante de uso del SISMERT.
- La permanencia de un vehículo común en la zona regulada, luego de haber transcurrido el tiempo máximo permitido de 3 horas continuas a pesar de cubrir el tiempo excedido con un documento habilitante de uso del SISMERT.
- Estacionarse en sitios prohibidos establecidos en el Reglamento General a la Ley Orgánica del Transporte Terrestre y Seguridad Vial.
- Tarjeta en blanco o sin marcar
- Error en marcación de hora
- Retirar o intentar retirar el candado inmovilizador
- Por no utilizar correctamente las normas establecidas en el parqueadero la playa.

**OBSERVACIÓN.-** Cada contravención debe estar tipificada y normada en su procedimiento de verificación y registro, para ser notificada y/o comunicada al usuario.

<p><b>2. Que tipos de sanciones existen después de haber alertado o notificado por primera vez al usuario?</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Multas</li> <li>- Inmovilización del vehículo</li> <li>- Traslado y custodia del vehículo</li> </ul>
<p><b>3. Que consecuencias y valor económico tiene cada sanción?</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Multas.- Son consideradas de carácter leve y educador hacia el respeto del espacio público más no serán de carácter punitivo o intimidatorio y serán pagadas de manera inmediata</li> </ul> <p>El valor determinado para la multa (después de la notificación al usuario infractor) será de 2,5\$ (dos dólares con cincuenta centavos), además de la obligatoriedad del pago del tiempo transcurrido en uso, con un límite máximo de ocupación de 3 horas.</p> <p>OBSERVACIÓN.- De negarse a cancelar el valor e incurrir en la inmovilización o el traslado del vehículo, el infractor cancelará los valores de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo de ocupación y multa de 2,5\$</li> <li>• Reincidencia de 10\$</li> <li>• Por inmovilización</li> <li>• Por traslado y custodia los valores que esto genere, de conformidad a la ley de la materia.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Inmovilización del vehículo.- De mantenerse la ocupación una vez transcurrido el tiempo máximo permitido, se procederá con la inmovilización del vehículo infractor, el tiempo máximo que un vehículo infractor puede estar inmovilizado será de una</li> </ul>

hora después de transcurridas las tres horas de ocupación permitida para luego proceder con la remoción de este al patio de custodia.

Los vehículos reincidentes en infracciones o los que hayan cancelado el valor de la multa notificada, serán inmovilizados de forma inmediata

**OBSERVACIÓN.-** De negarse al pago de la multa facultará la inmovilización del vehículo. La retirada del mecanismo de bloqueo de este. La retirada del mecanismo de bloqueo de este se realizará posterior al pago de 10\$ (diez dólares americanos), más el pago del tiempo de ocupación, esto se realizará en las oficinas de recaudación del Municipio de Ibarra o puntos de pagos autorizados.

- Traslado del vehículo al patio de custodia del sistema.- El abandono del vehículo infractor o una vez que haya transcurrido el tiempo máximo permitido, se procederá con la remoción del vehículo al patio de custodia.

La recuperación del vehículo obligará a que el infractor deba asumir los gastos operativos que conllevan la remoción y traslado, así como el pago del tiempo de custodia. El pago se lo realizará en un periodo máximo de 48h, caso contrario se procederá con la acción coactiva correspondiente.

**OBSERVACIÓN:** Desde el momento en que el vehículo es retirado mediante grúa o plataforma del área de estacionamiento, por haber incurrido en una contravención a esta ordenanza, la responsabilidad de su traslado y custodia; corresponde a la Municipalidad.

Daños en bienes públicos, si un conductor con su vehículo causarse daño a los bienes públicos, mobiliario urbano, equipamiento del SISMERT, el automotor será inmovilizado y sujeto de traslado al patio de custodia, hasta que se determine el valor de los daños ocasionados y su responsabilidad.

**4. Como se hace la notificación de que el usuario ha excedido de la hora fracción comprada?**

Cada usuario infractor tiene un primer acercamiento del personal de administración del sistema para notificar la infracción cometida (enumeradas en el bloque III ítem 2) posterior a ello el si el usuario vuelve a reincidir se aplica las respectivas sanciones enumeradas en el bloque III ítem 3.

**OBSERVACIÓN:** Se entiende por reincidencia, cuando un vehículo ha sido multado por más de dos veces, durante un mismo año calendario del 1 de enero hasta el 31 de diciembre, por cualquier contravención que constan en la ordenanza, siempre y cuando el propietario del vehículo haya cancelado todas las multas pendientes con referencia a la Unidad Municipal SISMERT.

Información Tomada de referencia de la Gaceta Oficial Nro. 5 del GAD – Ibarra Administración 2015 - 2019, publicada el 5 de noviembre del 2015. [https://issuu.com/gadibarra/docs/gaceta\\_5](https://issuu.com/gadibarra/docs/gaceta_5)

**CARTA DE CNFIDENCIALIDAD**

8 de junio de 2023

Yo Mónica Jessenia Rodríguez Vivas, estudiante de Electrónica y Redes de Comunicación de la Universidad Técnica del Norte, suscribo el presente compromiso de confidencialidad, con los datos obtenidos en relación a la encuesta para usuarios SISMERT y entrevista con el señor analista del Sistema de Estacionamiento Rotativo Tarifado – SISMERT, con el objetivo de levantar una situación actual del sistema para ser la base fundamental del proyecto de titulación denominado: “DISEÑO DE UN SISTEMA TARIFADO DE ESTACIONAMIENTO VEHICULAR BASADO

EN LA METODOLOGÍA TOP DOWN PARA OPTIMIZAR EL PAGO DE HORA FRACCIÓN DE PARQUEOS EN EL CENTRO DE LA CIUDAD DE IBARRA”.

En consecuencia suscribo la presente carta de confidencialidad con pleno conocimiento, manifestando que:

1. Se considerará confidencial, toda aquella información que le proporcione el señor analista SISMERT y los resultados obtenidos en la encuesta para usuarios SISMERT, para el desarrollo del proyecto.
2. Se obliga a utilizar la información recolectada únicamente para el desarrollo del proyecto es decir fines académicos y de investigación; por tanto, no podrá reproducirla o copiarla, en todo o en parte, en ningún formato, no podrá usarla con fines lucrativos y/o comerciales, ni venderla o enajenarla por cualquier medio a persona alguna.

Si por algún motivo faltase a cualquiera de mis compromisos, acepto mi responsabilidad por cada uno de mis actos y sus posibles consecuencias. Por lo antes expuesto, me comprometo a guardar absoluta confidencialidad respecto de la totalidad de la información recolectada.

Las partes manifiestan su conformidad y asumen sin restricción alguna las condiciones y responsabilidades que les corresponden. Ibarra, 08 de junio de 2023.

Mónica Jessenia Rodríguez Vivas

Jaime Oswaldo Jarrín Terán

---

CI:0401940606

---

Analista del Sistema de Estacionamiento

Estudiante de Electrónica y Redes

Rotativo Tarifado

### Anexo 3: SCRIPT CREACIÓN DE BASE DE DATOS

La siguiente Tabla 45 contiene el script que usa para crear la base de datos bd\_sismert junto con sus correspondientes tablas.

Tabla 45

*Anexo script base de datos*

```
-- Este código se usa para crear la base de datos sismert y las tablas

-- Borrar base de de datos
    drop database sismert;

-- Creación de la base de datos
    create database sismert;

-- Uso de la base de datos
    use sismert;

-- Tabla de Tags
create table tags(
    idTag int not null auto_increment primary key,
    serie varchar(10) not null unique,
    activo varchar(2) not null,
    unique(idTag)
);

-- Tabla tipoPersonas
create table tipoPersonas(
    idTipoP int not null auto_increment primary key,
    descripcionP varchar(30) not null
);

-- Tabla personas
create table personas(
    idPersona int not null auto_increment primary key,
```



```
nombre varchar(30) not null,
apellido varchar(30) not null,
cedula varchar(30) not null unique,
telefono varchar(30) not null,
correo varchar(40) not null,
clave varchar(30) not null,
idTipoP1 int not null,
foreign key(idTipoP1) references tipoPersonas(idTipoP)
);
-- Tabla tipoEmpleados
create table tipoEmpleados(
    idTipoE int not null auto_increment primary key,
    descripcionE varchar(30) not null
);
-- Tabla Empleados
create table empleados(
    idEmpleado int not null auto_increment primary key,
    idPersona1 int not null,
    idTipoE1 int not null,
    foreign key(idPersona1) references personas(idPersona),
    foreign key(idTipoE1) references tipoEmpleados(idTipoE)
);
-- Tabla tipoClientes
create table tipoClientes(
    idTipoC int not null auto_increment primary key,
    descripcionC varchar(30) not null
);
-- Tabla Clientes
```

```
create table clientes(  
    idCliente int not null auto_increment primary key,  
    placa varchar(8) not null,  
    saldo float default 0.00,  
    deuda float default 0.00,  
    tiempoTicket time default '00:00:00',  
    idPersona2 int not null,  
    idTipoC1 int not null,  
    idTag1 int not null unique,  
    foreign key(idPersona2) references personas(idPersona),  
    foreign key(idTipoC1) references tipoClientes(idTipoC),  
    foreign key(idTag1) references tags(idTag)  
);  
  
#Se necesita ingresar esto manualmente al reiniciar el sistema para crear un admin  
  
-- 1. Insertar datos en la tabla Tags  
insert into tags(idTag, serie, activo) values  
    (1, '2203200111', 'NO');  
  
-- 2. Insertar datos en la tabla tipoPersonas  
insert into tipoPersonas(idTipoP, descripcionP) values  
    (1, 'empleado'), (2, 'cliente');  
  
-- 3. Insertar datos en la tabla Personas  
insert into personas(idPersona, nombre, apellido, cedula, telefono, correo, clave, idTipoP1) values  
    (1, 'Monica', 'Rodriguez', '0401940606', '0997693924', 'jesscjr.21@gmail.com', '1234', 1);  
  
-- 4. Insertar datos en la tabla tipoEmpleados  
insert into tipoEmpleados(idTipoE, descripcionE) values  
    (1, 'operario'),  
    (2, 'vendedor'),
```

```
(3, 'administrador');

-- 5. Insertar datos en la tabla Empleados
insert into empleados(idEmpleado, idPersona1, idTipoE1) values
    (1, 1, 3);

-- 6. Insertar datos en la tabla tipoClientes
insert into tipoClientes(idTipoC, descripcionC) values
    (1, 'frecuente'),
    (2, 'temporal');

-- 7. Insertar datos de cliente 2 con su respectivo tag
insert into personas(idPersona, nombre, apellido, cedula, telefono, correo, clave, idTipoP1) values
    (2, 'Laura', 'Mendoza', '1002003004', '098765432', 'laura@gmail.com', '1234', 2);
insert into clientes(idCliente, placa, idPersona2, idTipoC1, idTag1) values
    (null, 'ABC-0123', 2, 1, 1);

set @idTag1 = last_insert_id();

update tags set activo = 'SI' where idTag = @idTag1;
```