



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables

Carrera Ingeniería en Mecánica Automotriz

Diseño e Implementación de un contador de vehículos para la gestión de estacionamientos en la ciudad de Loja

Trabajo de titulación previo a la
obtención del Título de Ingeniero
Mecánico Automotriz

AUTOR:

Santiago José Loja Reyes

DIRECTORA:

Ing. Génesis Jahel Vásquez Rodríguez, Mg.Sc.

Loja - Ecuador

2023

Certificación.

Loja, 10 de febrero de 2023

Ing. Génesis Jahel Vásquez Rodríguez, Mg. Sc.
DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **Diseño e Implementación de un contador de vehículos para la gestión de estacionamientos en la ciudad de Loja**”, previo a la obtención del título de **Ingeniero Mecánico Automotriz**, de la autoría del estudiante **Santiago José Loja Reyes**, con **cédula de identidad Nro. 1105195596**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.



Ing. Génesis Jahel Vásquez Rodríguez, Mg. Sc.
DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Autoría.

Yo, **Santiago José Loja Reyes**, declaro ser autor del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Titulación en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.



Firma

Cédula de Identidad: 1105195596

Fecha: 10 de abril de 2023

Correo electrónico: santiago.loja@unl.edu.ec / santiago.loja2@gmail.com

Teléfono: 0967010616

Carta de autorización por parte del autor, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Titulación.

Yo **Santiago José Loja Reyes** declaro ser autor del Trabajo de Titulación denominado: **Diseño e Implementación de un contador de vehículos para la gestión de estacionamientos en la ciudad de Loja**, como requisito para optar el título de **Ingeniero Mecánico Automotriz**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los diez días del mes de abril del dos mil veintitrés.



Firma:

Autor: Santiago José Loja Reyes

Cédula: 1105195596

Dirección: Loja-Ecuador (Barrio Daniel Álvarez: Calle Juan El Bautista & Moisés)

Correo electrónico: santiago.loja@unl.edu.ec

Teléfono: 07-2109333/ 967010616

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Directora del Trabajo Titulación: Ing. Génesis Jahel Vásquez Rodríguez, Mg. Sc.

Dedicatoria.

Dedico este trabajo a mi familia, a mi madre Nancy, a mi padre José y mi hermano Darío que fueron los que siempre estuvieron ahí conmigo y nunca me dejaron solo. A mi pilar fundamental mi abuelita Mercedes que le prometí que me vería como ingeniero, a mis sobrinos mostrándoles un ejemplo de superación y de manera especial agradecer a mis tíos que me apoyaron a pesar de todo. A mis amigos que me dieron ese plus para continuar. Este logro es para ustedes.

Santiago José Loja Reyes

Agradecimiento.

Quiero agradecer a Dios por esta oportunidad que me ha brindado, mostrándome que todo está previsto en cada momento de la vida.

Gracias a la prestigiosa Universidad Nacional de Loja por darme la oportunidad de superarme, agradecer a la carrera de Ingeniería Automotriz que me supo abrir las puertas para estudiar, gracias, a mi docente la Ing. Génesis Jahel Vásquez Rodríguez por el apoyo y la confianza con el desarrollo de mi Trabajo de Titulación.

Santiago José Loja Reyes

Índice de contenido.

Portada	i
Certificación.....	ii
Autoría.....	iii
Carta de autorización.....	iv
Carta de autorización.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Índice de contenido.....	vii
Índice de tablas:.....	x
Índice de figura:	x
Índice de anexos:	xii
1 Título	1
2 Resumen.....	2
2.1 Abstract.....	3
3 Introducción.....	4
4 Marco Teórico.....	5
4.1 Estacionamientos	5
4.1.1 Distribución en espacios de estacionamientos	5
4.1.2 Modelos de control utilizados en estacionamientos	5
4.1.3 Dimensiones en estacionamientos.....	6
4.1.4 Señalización	7

4.1.5	Sistemas de gestión inteligentes	7
4.2	Ingeniería del Tránsito	8
4.2.1	Volumen del tránsito	8
4.2.2	Flujo Vehicular.....	9
4.3	Sensores y dispositivos para la adquisición de datos (Hardware).....	10
4.3.1	Sensores de proximidad	10
4.3.2	Arduino.....	12
4.3.3	Módulo de comunicación NodeMCU ESP8266	15
4.4	Sistemas para el procesamiento y visualización de la información (Software)	18
4.4.1	Cloud Computing (Servidores Web).....	18
4.4.2	Redes Inalámbricas WLAN (Wi-Fi)	18
4.4.3	Protocolos de comunicación (HTTP).....	20
4.4.4	Lenguajes de programación	20
5	Metodología.....	23
5.1	Materiales y Herramientas.....	23
5.2	Matriz de proceso de desarrollo de la metodología.....	24
5.3	Fase 1(Diseño y Programación)	25
5.3.1	Diseño del prototipo	25
5.3.2	Funciones y programación de Arduino	26
5.3.3	Funciones y programación del módulo NodeMCU ESP8266	28
5.4	Fase 2 (Implementación de la aplicación móvil).....	30
5.4.1	Estructura del servidor y aplicación móvil.....	30

5.4.2	Arquitectura del servidor Web	32
5.4.3	Arquitectura de la aplicación móvil	33
5.4.4	Funciones de prototipo en modo trabajo	34
5.5	Fase 3 (Análisis de datos).....	35
5.5.1	Zona de observación.....	36
5.5.2	Datos obtenidos del flujo vehicular.....	37
6	Resultados	39
6.1	Primero objetivo (fase 1)	39
6.1.1	Montaje del prototipo	39
6.2	Segundo Objetivo (Fase 2)	43
6.2.1	Implementación de la aplicación.....	43
6.2.2	Pruebas de funcionamiento	44
6.3	Tercer Objetivo (Fase 3).....	46
6.3.1	Resultados del flujo vehicular.	46
6.3.2	Gestión de control de espacios para los estacionamientos.....	52
7	Discusión	53
8	Conclusiones	55
9	Recomendaciones	56
10	Bibliografía	57
11	Anexos	62

Índice de tablas:

Tabla 1. Controles utilizados en estacionamientos.	6
Tabla 2. Dimensiones para los estacionamientos acorde a la normativa NT2-INEN-2248.....	6
Tabla 3. Funciones de los componentes de la placa de desarrollo de Arduino.	13
Tabla 4. Especificaciones técnicas de cada componente de la placa Arduino.	14
Tabla 5. Funciones de los componentes de la placa Node MCU.	16
Tabla 6. Especificaciones del Módulo ESP8266.....	17
Tabla 7. Funciones del proceso de desarrollo de cada objetivo.	24
Tabla 8. Función de Trabajo/Gestión en operaciones del servidor.	32
Tabla 9. Función de Trabajo/Gestión en operaciones de la aplicación móvil.....	34
Tabla 10. Tabla de registro de datos.....	36
Tabla 11. Eficiencia del sistema de detección.....	42
Tabla 12. Tasa de flujo para los sectores A y B en intervalos de 15 minutos.....	46

Índice de figura:

Figura 1. Modelo E-parking.	8
Figura 2. Características del tránsito.	9
Figura 3. Características del tránsito.	11
Figura 4. Configuraciones emisor-receptor de un sensor infrarrojo.	11
Figura 5. Sensor E18-D80NK.	12
Figura 6. Placa de desarrollo Arduino Uno.....	14
Figura 7. Placa de desarrollo NodeMCU ESP8266	17
Figura 8. Clasificación de redes inalámbricas.....	19

Figura 9. Interfaz Arduino IDE.....	21
Figura 10. Programación del lenguaje JSON es visual studio code.....	22
Figura 11. Diseño del contador.....	25
Figura 12. Diagrama de flujo para la placa de desarrollo Arduino.....	27
Figura 13. Programación de Arduino.....	28
Figura 14. Diagrama de flujo del módulo ESP8266.....	29
Figura 15. Desarrollo de la programación del módulo NodeMCU ESP8266.....	30
Figura 16. Estructura y funciones del proyecto en cada una de sus etapas.....	30
Figura 17. Arquitectura del servidor.....	32
Figura 18. Arquitectura de la aplicación móvil.....	33
Figura 19. Funciones del prototipo en modo trabajo.....	34
Figura 20. Presencia de estacionamientos.....	36
Figura 21. Intersección A.....	37
Figura 22. Intersección B.....	37
Figura 23. Implementación del prototipo.....	39
Figura 24. Conexión del sensor de proximidad.....	39
Figura 25. Comunicación del ESP8266 con Arduino.....	40
Figura 26. Detección del prototipo en modo trabajo.....	40
Figura 27. Datos registrado en la base de datos.....	41
Figura 28. Espacio de pruebas del contador.....	41
Figura 29. Sistema de detección de entrada.....	43
Figura 30. Sistema de detección de salida.....	43
Figura 31. Interfaz de la aplicación móvil.....	44
Figura 32. Registro de ID.....	44
Figura 33. Registro de entrada/salida.....	45

Figura 34. Cambio de datos en la salida.	45
Figura 35. Cambio de datos en la entrada.	46
Figura 36. Resultados del flujo vehicular 07:30/08:30 am.	47
Figura 37. Resultados del flujo vehicular 10:00/11:30 am.	48
Figura 38. Resultados del flujo vehicular 12:30/13:30 pm.	49
Figura 39. Resultados del flujo vehicular 15:00/16:00 pm.	50
Figura 40. Resultados del flujo vehicular 17:30/18:30 pm.	50

Índice de anexos:

Anexo 1. Acceso a la base de datos.	62
Anexo 2. Interfaz del servidores.	62
Anexo 3. Registro de un sensor.	63
Anexo 4. Lista de sensores registrados.	63
Anexo 5. Configuraciones del sensor.	64
Anexo 6. Registro de entradas y salidas.	64
Anexo 7. Graficas de operación.	65
Anexo 8. Interfaz de la aplicación móvil.	66
Anexo 9. Modelo del boton lista con estacionamientos registrados.	66
Anexo 10. Información del parqueadero.	67
Anexo 11. Certificado de traducción.de resumen	68

1 Título

Diseño e Implementación de un contador de vehículos para la gestión de estacionamientos en la ciudad de Loja

2 Resumen.

El presente proyecto, se orienta en un contador de vehículos para la gestión de estacionamientos en la ciudad de Loja. Se diseñó un prototipo que permite contar los vehículos que ingresan a un estacionamiento con Arduino como sistema de detección y NodeMCU ESP8266 como sistema de comunicación con la implementación de una aplicación móvil compatible con dispositivos Android.

El tema de titulación abarca tres fases conforme los objetivos planteados; la primera fase consta del diseño para la conexión y programación del prototipo con las placas de desarrollo y los sensores de proximidad utilizados.

La segunda fase consiste en la implementación de una aplicación móvil, la cual coordina la comunicación del prototipo con un servidor web que permite enviar los datos por medio de un ID como identificador para poder visualizar la información del estacionamiento en el que se encuentra el prototipo.

Se analiza con la tercera fase mediante un análisis de flujo vehicular, se obtuvo los datos de la cantidad de vehículos que pasan por una intersección para determinar la cantidad de vehículos en horas pico que circulan por las calles de la ciudad.

De esta forma, se ha logrado de desarrollar un prototipo que integra sensores, programación, comunicaciones inalámbricas aplicaciones web y análisis estadísticos para demostrar como la implementación de nuevas tecnologías son la solución para los problemas de tráfico y movilidad en las ciudades.

***Palabras Claves:** Estacionamientos, flujo vehicular, detección de vehículos, tráfico, movilidad.*

2.1 Abstract.

This project focuses on a vehicles counter for a parking lot management in the city of Loja. We designed a prototype with the purpose to count vehicles that enter inside a parking lot which uses Arduino a system that has the function of detecting the vehicles, and NodeMCU ESP8266 as communication system for sending data, and the implementation of a mobile application compatible with Android devices.

The research work has three phases. The first phase consists of the design for the connection and programming of the prototype with the development boards and the proximity sensors used.

The second phase consists of the implementation of a mobile application, which coordinates the communication of the prototype with a web server that allows sending the data by means of an ID as an identifier to be able to visualize the information of the parking lot where the prototype is located.

The third phase is analyzed by means of a vehicular flow analysis; data was obtained on the number of vehicles passing through an intersection to determine the number of vehicles circulating on city streets at peak hours.

In this way, it has been possible to develop a prototype that integrates sensors, programming, wireless communications, web applications and statistical analysis to demonstrate how the implementation of new technologies is the solution to traffic and mobility problems in cities.

Keywords: *Parking lots, Vehicular flow, vehicle detection, Traffic, Mobility.*

3 Introducción.

Los sistemas de gestión inteligente no han sido temas de última generación. Se conoce que en el transporte se han venido usando desde los años 70 en Estados Unidos y desde los 80 en Japón, siendo uso para la innovación del tránsito en dichas épocas (Martínez,2012).

En la actualidad los avances tecnológicos se han convertido en soluciones que inciden en la mayor parte de actividades de la automatización, digitalización y la industrialización. Uno de los sectores que sigue avanzado es la industria automotriz y lo que trae ligado a los controles de acceso vehicular que han venido en desarrollo empezando con el uso de sistemas de gestión inteligente.

En la provincia de Loja según los datos tabulados por el INEC para el año 2021 existe un total de 70.757 vehículos matriculados, y para el periodo del 2022 en el cantón Loja existe un total de 27.000 vehículos matriculados. Lo que implica los problemas de movilidad y transporte que los conductores y transeúntes experimentan a diario por las calles de la ciudad ameritan que se innoven en proyectos tecnológicos que propongan soluciones a corto o largo plazo.

Desde la academia, una de las alternativas que se propone con este proyecto de titulación es, la gestión de los estacionamientos con el diseño e implementación de un prototipo que integra el uso de sensores infrarrojos, placas de desarrollo como Arduino, comunicaciones inalámbricas, programación web y un análisis del flujo vehicular para obtener un sistema que gestiona de manera inteligente los estacionamientos en la ciudad de Loja.

Los objetivos planteados fueron los siguientes; diseñar un contador inteligente que permita tener una lectura de los vehículos que ingresan al estacionamiento, implementar una aplicación móvil que permita identificar las plazas con disponibilidad y la cantidad de vehículos en el estacionamiento y analizar el estado del flujo vehicular en las horas pico para una gestión de los lugares de estacionamiento.

4 Marco Teórico.

4.1 Estacionamientos

El concepto de estacionamientos se abarca como espacios auxiliares para cumplir con el propósito de dar cabida a todo tipo de vehículos en todo momento, con el fin de mantener la seguridad y reducir los problemas de congestión causados por el número de automóviles que circulan por las calles de la ciudad. (Cal, et al., 2019)

Los tres componentes que se aplican a la composición de los sistemas de transporte son: las carreteras, estacionamientos y los vehículos. Los estacionamientos se caracterizan por ser lugares de espera dentro de los cuales existen espacios de aparcamiento para vehículos, motocicletas, buses, vehículos de descarga entre otros.

4.1.1 Distribución en espacios de estacionamientos

Los estacionamientos son modelos de espacios para abordar el descongestionamiento. Sin embargo, (Escobar et al, 2017) mencionan que: “ha existido una serie de problemas con respecto al tiempo de espera, los niveles de congestión, el aumento de emisiones contaminantes, problemas de seguridad vial entre otros” Los registros establecidos para algunas zonas de estacionamiento se dictaminan por criterios de:

- Capacidad (número de espacios)
- Límite de tiempo y horarios de operación.
- Tipo de Propiedad (sea público o privado)
- Sistema de pago.
- Espacio de estacionamiento (piso elevado, subterráneo o terreno destinado a estacionamiento).

Agregado a lo anterior, es importante que el conductor tenga una manera de tomar decisiones para estacionar de manera que logre analizar las posibilidades de búsqueda de espacios en lo que sería una distribución de lugares de parqueo disponibles (Barter, 2016).

4.1.2 Modelos de control utilizados en estacionamientos

Los estacionamientos suelen utilizar sistemas de control tanto en la entrada como salida, y muchos de ellos ya se han venido utilizando en diversos espacios, pero ninguno ha mantenido su progreso constantemente, lo que ocasiona el optar de nuevas alternativas para el desarrollo de sistemas en los estacionamientos. A continuación, se muestran algunas opciones utilizadas:

Tabla 1.

Controles utilizados en estacionamientos.

Modelo	Definición	Desventaja
Estacionómetros	Activados con monedas en donde tienen un controlador interno que marca la disponibilidad de tiempo.	Para una persona que necesita un tiempo largo se necesita depositar varias monedas para seguir utilizando el mismo estacionamiento a varias horas.
Control con sistemas impresos	Sistemas de tarjetas que marcan la hora de inicio y el tiempo en un determinado estacionamiento a utilizar.	Son sistemas activos en algunos sectores de la ciudad y tienen un límite de tiempo por lugar.
Expendedor automático de boletos	Sistemas instalados en la entrada de los estacionamientos que indican el lugar, la hora, fecha y en donde se puede estacionar.	Tiempo pre establecido por el cual cobra comisión si hay un tiempo extra generando alza de precio.

Nota. Parámetros de los modelos de estacionamientos utilizados en la actualidad en el que muestra las desventajas de cada uno.

4.1.3 Dimensiones en estacionamientos

El diseño de un estacionamiento se enfoca en una visión estratégica para espacios físicos que permita el uso de espacios acorde a la plaza con su respectiva capacidad para los vehículos. Además, los diseños tienen que ver con la ubicación en donde se pretende estacionar debido al tráfico vehicular y la reducción del congestionamiento.

Según la norma técnica ecuatoriana (NTE-INEN-2248); las dimensiones según el espacio que se requiera para un tipo de vehículo, respetando sus extensiones mínimas para vehículos y motocicletas de un estacionamiento, como se muestran en la tabla 2:

Tabla 2.

Dimensiones para los estacionamientos acorde a la normativa NT2-INEN-2248.

Tipo de vehículo	DIMENSIONES MÍNIMAS (MM)		
	a (Ancho)	b (Longitud)	h (Altura mínima libre)
L (Motocicletas)	2.400	2.400	2.200
N1(Vehículo particular)	2.400	5.000	2.200

M2 (Furgonetas)	2.400	5.400	2.600
-----------------	-------	-------	-------

4.1.4 Señalización

La señalización se refiere como un lenguaje de información hacia las personas que se utiliza como una guía en donde la visualización de señales debe ser captada de forma inmediata sin necesidad de aprender e intentar expresar una instrucción, advertencia o dirección técnica del lugar para poder comprender la intención de la señal orientadas a las personas (INEN,2010).

Las autoridades emergentes colocan dispositivos de control en o cerca de calles y carreteras para tratar de orientar, regular y prevenir a los usuarios, de las precauciones que deben tomar. Con respecto a las restricciones del segmento de tráfico y las condiciones específicas de la calles o carrera (Cal, et al., 2019).

En lo que respecta a la señalización en estacionamientos, se debe tener una correcta señalización que indique las entradas, salidas, vías y toda señal que permita proporcionar seguridad, fluidez y confort para el conductor. Los dispositivos para el control de control de tránsito para las calles, estaciones, carreteras y estacionamientos se clasifican en:

- Señales Verticales (preventivas, restrictivas, informativas, diversas)
- Señales Horizontales (rayas, marcas, botones)
- Dispositivos para protección de obras (barreras, conos, señales manuales)
- Semáforos (de tiempo fijo, acciones por el tránsito, especiales)
- Dispositivos de seguridad (barreras de protección, alertadores de salida, amortiguadores de impacto).

Los dispositivos de control necesitan de un estudio previo a que el ingeniero de tránsito establezca si existe la necesidad de utilizar dispositivos de control y previo a esto se dictamina las consideraciones necesarias para su implementación según satisfagan los requisitos anteriormente mencionados (Cal, et al., 2019).

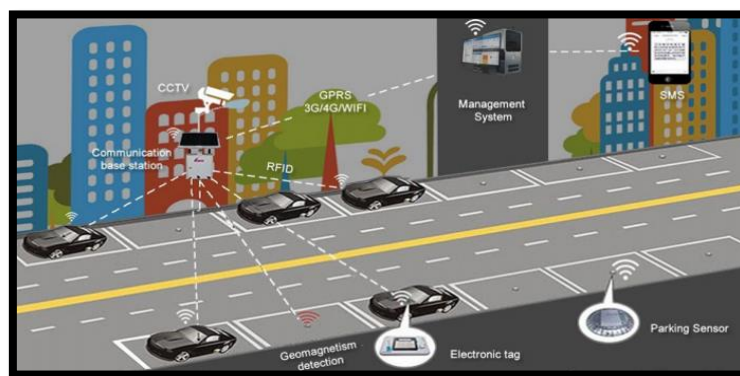
4.1.5 Sistemas de gestión inteligentes

Su principal objetivo se ha venido desarrollando hace más de diez años, sin embargo, en los últimos cinco años los sistemas inteligentes se ven más elaborados debido al uso de sistemas que son capaces de entrar al internet y buscar información de ayuda cuando más se lo necesita (Lin, 2015).

La principal razón de tener sistemas de parqueo inteligente es porque son de ayuda para que los conductores puedan encontrar plazas de estacionamiento de una manera más fácil con el uso de tecnologías de información y comunicación.

Los sistemas de parqueo inteligentes pretenden ser la solución al congestionamiento vehicular de modo que los usuarios puedan conocer y consultar la disponibilidad de un lugar para estacionar y en el caso poder reservar lugares. Por ejemplo, el sistema E-parking (figura 1) puede tener acceso a lo que es la consulta de la disponibilidad de una plaza de estacionamiento por medio de diferentes métodos como lo es mediante mensajes SMS, teléfonos inteligentes, aplicaciones web entre otros dispositivos que puedan entrar a la red (Idna Idris, et al., 2009).

Figura 1.
Modelo E-parking.



4.2 Ingeniería del Tránsito

4.2.1 Volumen del tránsito

Consiste en aquella fase de la ingeniería de transporte que tiene que ver con la planeación segura y eficiente, el proyecto geométrico y la operación del tránsito por las calles y carreteras, sus redes, terminales, tierras adyacentes y su relación con otros modos de transporte motorizado y no motorizado (Cal et al., 2018).

Los estudios de tránsito toman características de 5 elementos como lo muestran la figura 2 que son: el conductor, el peatón, el vehículo, la vía, el medio ambiente y la relación que existen entre dichos elementos (Radelat, 2003).

La ingeniería de tránsito es una fase que combina ciencias físicas, matemáticas y geométricas para la definición de movilidad sostenible efectuando estándares de calidad como alternativas rápidas, económicas y amigables con el medio ambiente.

Figura 2.

Características del tránsito.



Debido a esto, surge la necesidad de enfocar estudios en los que se puede conocer de sistemas que permitan compartir la información del número de vehículos que circulan a una respectiva hora, la velocidad de circulación en lugares. céntricos, la presencia de problemas de accidentes de tránsito y también la localización de lugares para aparcar los vehículos “estacionamientos”.

4.2.2 Flujo Vehicular

El flujo vehicular o tasa de flujo, se refiere al número de vehículos que atraviesan una sección durante un intervalo de tiempo determinado, el cual, abarca la calidad de circulación en lo que respecta la congestión vehicular y los tiempos de desplazamiento que son relacionados con la demora por parte de los conductores (Sanchez.,2012).

La idea del flujo vehicular se sustenta con escalas de tiempo, expresados por segundos, minutos o por horas. Dependiendo del tipo de dato, se ve reflejado el avance de los vehículos convirtiéndose en una medida de la teoría del flujo de tráfico (Moyolema Chaglla et al., 2022)

Con lo que respecta a las variables, la tasa de flujo (q) es igual al número total de vehículos (N) que pasan en un intervalo de tiempo específico (T), como se mencionó anteriormente, las escalas son expresadas por intervalos de vehículos por minuto (veh/min) por segundo (veh/s) o hora (veh/h) dependiendo del tipo de dato que se requiera utilizar (Mozo Sánchez, 2012), por lo tanto:

$$q = \frac{N}{T} \quad \text{Ecuación (1)}$$

Donde:

q: tasa de flujo [q]

N: Número de vehículos [N]

T: Intervalo de tiempo [veh/min]

Entonces:

- ✓ Se determina el número total de vehículos.
- ✓ Se establece la escala para el intervalo de vehículos.
- ✓ Se determina la tasa de flujo en los tiempos determinados.

Con la fórmula mencionada, se podrá realizar un análisis del flujo vehicular, en el que se permitirá sugerir soluciones a los problemas que se presentan a diario, en especial lo que son las horas pico, y así realizar estudios para el sistema de movilidad en las calles de la ciudad.

4.3 Sensores y dispositivos para la adquisición de datos (Hardware)

El hardware corresponde a la parte física de un dispositivo (computadora o equipo), la cual se compone de diversas partes que pueden ser electrónicas, electromecánicas y mecánicas. Viene adherido el uso de componentes como cables, circuitos, sensores, módulos, memorias, microcontroladores, fuentes de energía y todo elemento físico que necesita un espacio necesario para el funcionamiento del dispositivo.

Una manera de clasificar a los sistemas físicos es dividirlo por categorías, es lo que se denomina como hardware primario al conjunto básico de componentes para proporcionar una funcionalidad mínima del dispositivo. Actualmente, el hardware también se refiere a la parte física de varios tipos de dispositivos, como electrodomésticos, automóviles, teléfonos inteligentes, tablets, cámaras, dispositivos electrónicos etc.

4.3.1 Sensores de proximidad

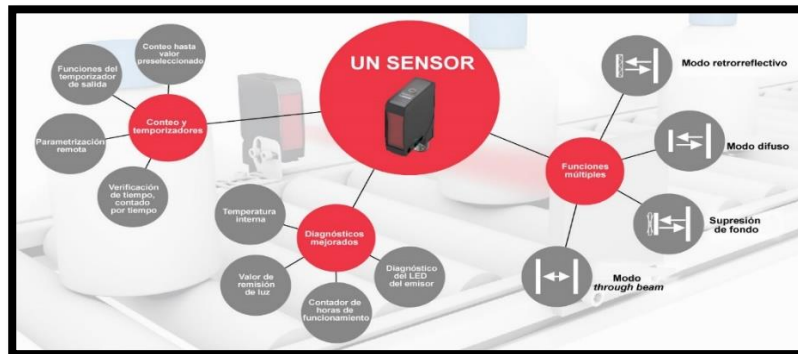
Un sensor es un dispositivo de entrada que proporciona datos a un sistema de medición, que detalla la información obtenida por una variable física de salida que puede ser medida. La clasificación de los sensores nos permite saber cómo se miden las variables en función del tipo de sensor.

Los sensores inteligentes surgen de la necesidad de minimizar los problemas que representan los costos de ensamblar tantos componentes discretos, porque en un solo elemento combinan funciones que antes requerían varios dispositivos. Dependiendo de la

escala de integración del sensor inteligente, estas funciones se implementan en una sola tarjeta integrada como se muestra en la figura 3.

Figura 3.

Características del tránsito.



Nota. Tomada de Blog de automatización, sensores inteligentes IO-LINK.

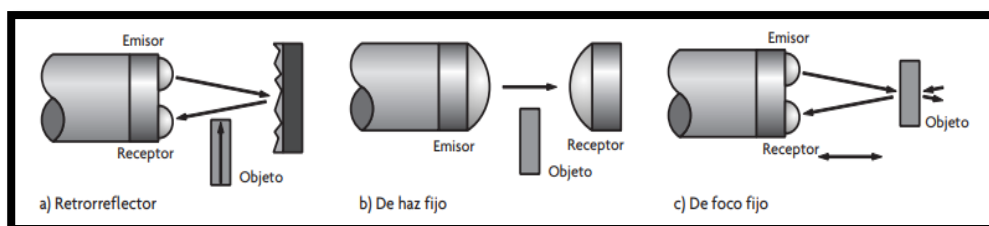
Dependiendo de la escala de integración del sensor inteligente, estas funciones se implementan en una sola tarjeta integrada. Los sistemas de detección suelen estar equipados con elementos emisor y receptor enfrentados a cierta distancia entre sí, en la que, si existe un giro de un objeto en el camino de ambos, la señal se detendrá por lo que la señal de detección se activará.

Los sensores de proximidad son sensores de medida que son utilizados con el denominado codificador, en el que un emisor de luz infrarroja y un elemento fotosensible se encargan de detectar el cambio de posición del disco separador en las partes opacas y transparentes (Corona Ramírez et al., 2019).

La figura 4, muestra la posibilidad de las diferentes configuraciones de este tipo de sensor para que puedan monitorizar la intensidad de la luz formada por el triángulo a través del emisor, el objeto detectado y el receptor (Corona Ramírez et al., 2019).

Figura 4.

Configuraciones emisor-receptor de un sensor infrarrojo.



Nota. Tomada de Blog de Ramírez, L. G. C., Jiménez, G. S. A., & Carreño, J. M. (2014). *Sensores y actuadores*. Grupo Editorial Patria.

El sensor E18-D80NK (figura 5) permite la detección de objetos a través de una fácil integración con sistemas digitales como Arduino. La sensibilidad del sensor está regulada por un potenciómetro dentro del propio sensor. Además, cuenta con un LED que se activa cuando el sensor detecta un objeto, lo que permite calibrar y comprobar el funcionamiento del sensor.

La salida del sensor es de tipo NPN normalmente abierto, por lo que cuando se detecta un objeto, la salida será GND y VCC estará en reposo. La alimentación puede ser los 5V que viene directamente de Arduino (Naylamp Mechatronics 2019)

Figura 5.

Sensor E18-D80NK.



4.3.2 Arduino

Las placas de desarrollo se utilizan en gran parte de aplicaciones electrónicas. Desde celulares hasta aviones, lo que son equipos médicos y maquinaria industrial. Este tipo de placas se utilizan para la interconexión de varios componentes electrónicos por medio de rutas del material conductor que permite implementar cualquier construcción de circuito electrónico (Salazar Soler, et al., 2020).

En el mercado existen una gran variedad de placas de desarrollo como: Arduino (figura 6), Raspberry Pi, Módulo NodeMCU ESP8266 Lilypad, Módulos Integrados, Xbee, entre otros. Arduino, es una empresa de software y hardware informático que utiliza placas de desarrollo basadas en microcontroladores, que son plataformas de creación de prototipos de código abierto (Arduino, SA 2015).

Cuenta con distintos modelos de placas como: arduino uno, mega, nano, leonardo, mini, pro, shield entre otros. Su funcionamiento es a partir de sus pines de entradas y salidas, además de poder gestionar una serie de sensores con la capacidad de controlar

todos los sistemas que se le pueden conectar, como lo son motores, luces, contadores, ultrasónicos, detectores, displays entre otros modelos (Arduino, 2022).

También, posee otras características como la compatibilidad con diferentes componentes proporcionadas por ser un sistema de desarrollo libre. Cuando se menciona (desarrollo libre), se refiere al intercambio de información para comprender los componentes y conexiones que se encuentran en circuito de arduino.

Tabla 3.

Funciones de los componentes de la placa de desarrollo de Arduino.

Nombre	Función
Conectores de alimentación (Jack y USB)	<p>Arduino puede ser alimentado a través de su puerto Jack o mediante su puerto USB. El puerto Jack utiliza un adaptador de corriente (AC/DC). El puerto USB además sirve para programar y cargar la programación. Cuenta con un fusible PPTC que limita la corriente a un valor limitado de 500 mA.</p>
Botón Reset	<p>El botón reset tiene la función de reescribir el programa como si fuera un modo reinicio de la placa para volver a empezar a leer el código.</p>
Pines de alimentación	<p>Los pines de alimentación son todos aquellos que tienen entrada en el circuito y permiten alimentar a los dispositivos que necesitan de energía. Arduino tiene integrado suministros de energía de 5 y 3.3V y entradas GND que funcionan como tierra para conexiones a otros componentes electrónicos.</p>
Pines Analógicos	<p>Los pines analógicos son los puertos que conectan a sensores que entregan una señal analógica como los sensores de temperatura que en el proceso lee la señal para después convertirla a una señal digital.</p>

Pines Digitales

Son pines para tener entrada digitales como un sensor led y su botón de encender que en la acción la salida sea igual digital.

Pines PWM:

Son pines conocidos como modulación por ancho de pulso que se consideran digitales, pero en la acción también funcionan como si fueran pines analógicos.

Pines TX, TR:

Estos son pines con funciones de emisor-receptor. TX significa transmisión y RX significa recepción. Son puertos responsables para la comunicación en serie.

Microcontrolador programación:

Es responsable de gestionar todas las comunicaciones conectadas a la placa.

Nota. Los componentes mencionados son los principales de lo que forma la placa Arduino para tener en consistencia el uso de cada uno de ellos.

Figura 6.

Placa de desarrollo Arduino Uno

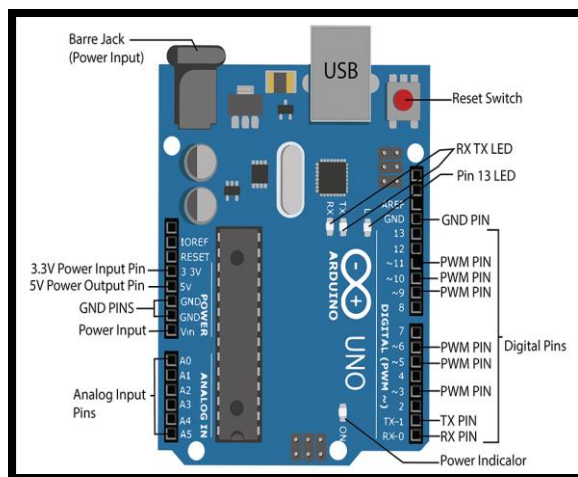


Tabla 4.

Especificaciones técnicas de cada componente de la placa Arduino.

Nombre	Especificación
Microcontrolador	Atmega328
Voltaje de operación	5V
Voltaje de entrada (recomendado)	7-12V
Voltaje de entrada (limite)	6-20V
Pines de entrada/salida digital	14(6 como PWM)

Corriente continua por pin IO	40 mA
Corriente continua para pin 3.3 v	50 mA
Memoria flash	32 KB
SRAM	2KB
EEPROM	1KB
Frecuencia de reloj	16 MHz

Nota. Características específicas de la placa arduino que se tomó en cuenta para el uso dentro de nuestro proyecto.

4.3.3 Módulo de comunicación NodeMCU ESP8266

En la actualidad existen varias formas en las que un dispositivo puede conectarse a internet y mandar información. Los módulos ESP permiten conectarse a través de wifi a internet para realizar tareas de conectividad junto a la placa Arduino y sensores, permitiendo el control de información a través de una base de datos que se encuentra activa por medio del ESP.

Los ESP8266 son chips con conectividad a wifi diseñado para proyectos IOT el cual tiene capacidades de almacenamiento y procesamiento de datos mediante comandos AT utilizando el puerto serie con Arduino y también como interfaz a la red. Los módulos ESP pueden tener diferentes versiones utilizando el mismo procesador, pero con la diferencia de las dimensiones y la cantidad de memoria que son relativas a su construcción.

Los módulos ESP operan por medio de la comunicación serial, que permite la comunicación con sistemas embebidos utilizando los puertos Rx y Tx, con el fin de esclarecer la información de los sistemas que establezcan la conexión a la internet con el uso de los módulos ESP8266.

El NodeMCU es un entorno de desarrollo de software abierto, diseñado a partir de la base del ESP8266. El ESP8266 cuenta con las características de un microcontrolador en sí mismo (Castrillejo García, 2020). La conexión del NodeMCU proporciona tres maneras de configuración que pueden ser:

- *Estación:* Se utiliza para conectar el módulo ESP8266 a la red Wi-Fi a través de un punto de acceso establecido. Para ello, se incluye en primer lugar la librería ESP8266 WiFi.h. que permiten configurar y operar la conexión Wi-Fi del módulo ESP8266 (Castrillejo García, 2020).

- *Punto de acceso*: Un punto de acceso es un dispositivo que permite que otros dispositivos, que utilizan el modo estación, accedan a una red Wi-Fi. A su vez, están conectados a Internet a través de una red cableada. (Castrillejo García, 2020)
- *Modo combinado*: El modo combinado consiste en la conexión del dispositivo a internet (estación) y una vez lograda la comunicación, cambia a ser un punto de acceso, y permite al módulo para otros dispositivos la posibilidad de que se conecten a una red Wi-Fi.

Tabla 5.

Funciones de los componentes de la placa Node MCU.

Nombre	Función
Módulo ESP-12 de Node MCU	Este módulo tiene el fin de procesar información, la cual viene incorporada una memoria flash para almacenar sketches compilados.
Pines digitales NodeMCU:	Los pines que incorpora la placa vienen numerados por la nomenclatura GPI que van desde GPIO1 al GPIO16. Algunos de los pines del NodeMCU cumplen una función diferente correspondientes a pines de comunicación Rx y Tx.
Pines analógicos:	Son aquellos pines que cumple con un rango de rango de resolución de 10 bit a 3.3 V.
Pines de alimentación:	Son aquellos pines que alimentan a la propia placa (entrada) y a su vez a sensores y a la salida. El NodeMCU posee un regulador de voltaje el cual alimenta la placa a 3.3v y 5v, en donde se utilizan para alimentar componentes de salida que se conectan al pin de voltaje de ingreso.
LEDs y pulsadores de NodeMCU:	Los LEDs indican la función de los pines GPIO 16 y GPIO 2 los cuales vienen a ser asociados para apagar o encender el LED, al momento de compilar un código.

Figura 7.

Placa de desarrollo NodeMCU ESP8266

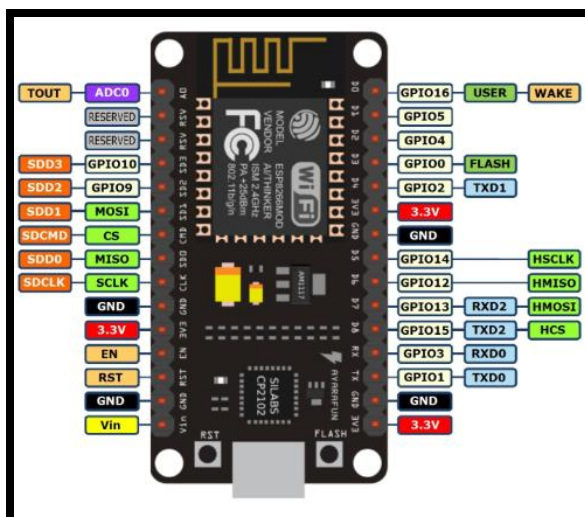


Tabla 6.

Especificaciones del Módulo ESP8266.

Nombre	Especificaciones
Voltaje de alimentación	5V
Voltaje de entradas/salidas	3.3 V
Chip conversor USB-serial	CP2102
SoM	ESP-12E (Ai-Thinker)
SoC	ESP8266 (Espressif)
Frecuencia de Reloj	80MHz/160MHz
Conversor USB	CH340G / CH340G
Consumo de corriente	10 μ A – 170 mA
Memoria flash	16 MB máx (512 k normal)
Procesador	Tensilica Xtensa L106 32 bit
Velocidad del procesador	80 – 160 MHz
Pines digitales GPIO	17 (4 configuraciones PWM) Para I2C y SPI
Analógico a digital	1 entrada con 10 bit de resolución (1024 valores)
Wi-Fi	802.11 b/g/n
Máximas conexiones simultáneas	5
Función auto-reset	-

4.4 Sistemas para el procesamiento y visualización de la información (Software)

El software se conoce como la parte digital en la que se realiza el manejo de sistemas informáticos y consiste en un conjunto de componentes lógicos para realizar una tarea específica, dentro de los componentes físicos conocido como el hardware. La parte digital realiza diferentes funciones, además de constar de información por parte del usuario y datos procesados.

El software permite al programa procesar adecuadamente la información, así como información descriptiva en papel y en formato virtual que describe el funcionamiento y uso del programa, está definido por medio de lenguajes de programación que es la forma que se manejan los sistemas de programación en la parte digital (Pressman,2010).

4.4.1 Cloud Computing (Servidores Web)

Los sistemas físicos que son medidos por sensores y placas de desarrollo, generan datos, los cuales generan un sustento de información que debe ser procesada mediante una base de datos o servidor que resguarde y almacene dicha información, la cual, se administra mediante los servidores que conocemos como nube o cloud computing para procesar datos.

Cloud computing (nube) es una forma en la que el usuario puede acceder a cualquier recurso informático a través de un navegador web o aplicación, de manera que, optimiza el uso de los recursos informáticos compartidos mediante la creación de una infraestructura que le permita utilizar, el almacenamiento y la red de manera óptima (Hanjura, 2014).

4.4.2 Redes Inalámbricas WLAN (Wi-Fi)

Una red inalámbrica es una manera de conectar dispositivos, lo que proporciona una conexión entre dispositivos externos, ya estén ubicados a varios metros o kilómetros de distancia (Salazar,2016). Las redes inalámbricas vienen normalizadas por el estándar IEEE 802.11, siendo el conjunto de especificaciones para la implementación de las redes de área local lo que focaliza la implementación para las señales que utilizan Wi-Fi (IEEE 802.11g).

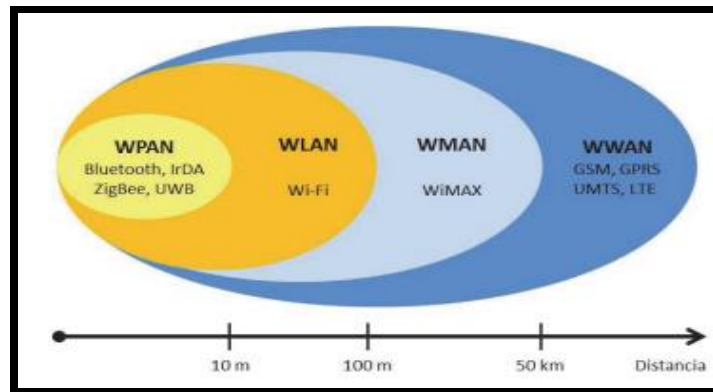
“Son muchas las organizaciones que, a partir de estándares abiertos, proporcionan hardware, software y controladores complementarios para adecuarse a los métodos de conectividad inalámbrica” (Sánchez & Martínez, 2012).

Los componentes para el funcionamiento de una red inalámbrica son divididos en dos partes; por un lado, se encuentran los que controlan el acceso y la comunicación, como módems y routers. Por otro lado, están los dispositivos que lo utilizan como puerto de conexión; computadoras, teléfonos, consolas de videojuegos, Smart TV, entre otros equipos (Peña,2013).

Las redes inalámbricas se clasifican en cuatro grupos específicos según el área de aplicación y el alcance de la señal, en la figura 8 se muestra la clasificación de las redes inalámbricas:

Figura 8.

Clasificación de redes inalámbricas.



Nota. Adaptado de (Salazar,2016)

Una red conocida como WLAN (Wireless local área network) o red de área local es un sistema de comunicación alternativo a las redes cableadas que utilizan ondas de radiofrecuencia para transmitir información de un punto a otro.

Desde sus comienzos ofrecían velocidades de tráfico máximas del orden de los 10 Mbps; mientras que las últimas permiten alcanzar velocidades que superan 1 Gbps. (Araújo, 2022). La tasa de transmisión es de 54 Mbps, que está diseñada para rangos de hasta 100 metros que pueden ser implementados en espacios, como escuelas, centros, universidades, espacios de compra, locales entre otros lugares.

Las redes de área local son probablemente la tecnología de acceso a internet más predominante en el mundo. Además, con los estándares IEEE 802.11 a y 802.11g la banda en configuración que conocemos como wifi, ha proliferado como estándar de base gracias a su bajo costo y su desempeño razonable. (Araújo, 2022).

4.4.3 Protocolos de comunicación (HTTP)

Para que dos dispositivos puedan comunicarse, debe haber un método de comunicación y un lenguaje o protocolo común entre los dos dispositivos. La forma más habitual de establecer este tipo de comunicación es mediante la comunicación serie. Según (Salazar,2017) La comunicación en serie es la transmisión de datos bit a bit a través de un canal o un bus. Tiene la ventaja de que la comunicación en serie requiere varios cables o un bus de datos.

Actualmente, el uso de la comunicación paralela está disminuyendo debido a los esfuerzos por consolidar grandes retrasos en la comunicación serial y la necesidad de miniaturizar los componentes. (Vicuña, et al.,2018) El protocolo de transferencia de hipertexto, es el lenguaje que utiliza el internet, en el que funciona como un protocolo de cliente-servidor.

El cliente es todo lo que conocemos como servidores web, aplicaciones telefónicas, programas, fuentes de información entre otros sistemas para solicitar y actualizar datos de aplicaciones que actúan como proveedores de HTTP.(Bressoud & White, 2020). Y el servidor es la solicitud o la forma que realiza en que se activa una solicitud y el servicio requerido da los resultados en forma de una respuesta como un maestro y un esclavo.

4.4.4 Lenguajes de programación

Para entender en qué consiste la programación debemos comprender el término pensamiento computacional, Basogain et al. (2015, p. 3): “El pensamiento computacional es una metodología basada en la implementación de conceptos básicos de las ciencias de la computación para resolver problemas cotidianos, diseñar sistemas domésticos y realizar tareas rutinarias”.

En la actualidad existen varias formas en las que se puede compilar y trabajar con un lenguaje de programación, sin embargo, (Michael Scott, 2009) considera que los siguientes factores influyen en la popularidad de un lenguaje de programación:

- Potencia expresiva (capacidad de programación concisa y fácil de entender.)
- Facilidad de uso (complejidad con las condiciones y aprendizaje.)
- Factibilidad de implementación (facilidad de instalación en diversos dispositivos y marcas.)
- Normalización (norma internacional oficial para el uso seguro del lenguaje.)
- Código abierto (codificación libre para el programador sin ninguna restricción.)

- Compilación (compiladores y herramientas de apoyo que facilitan el desarrollo de un código.)
- Economía (El respaldo de la compañía que ofrece el lenguaje al público siendo gratuito o pagado.)

Los lenguajes de programación entonces influyen la forma en la que pensamos acerca del diseño y construcción del software y los algoritmos y estructuras de datos que se utilizan para el desarrollo de un código (Ruiz Lizama, 2014).

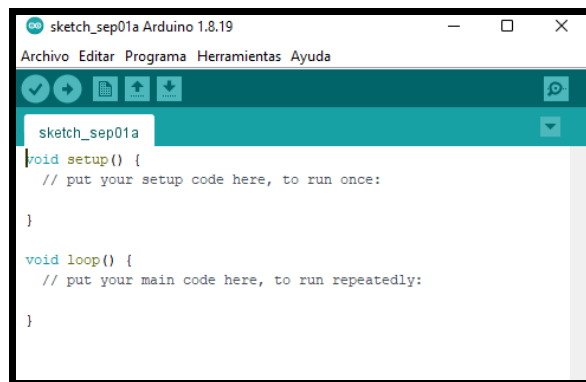
4.4.4.1 Arduino IDE: IDE se refiere a un entorno de desarrollo integrado que permite desarrollar la programación utilizando un programa específico. Arduino IDE es un modelo de aplicación multiplataforma que se utiliza para escribir y cargar código en una placa Arduino (Peña, 2020).

El entorno de desarrollo Arduino IDE tiene la ventaja de ser una aplicación multiplataforma que se puede utilizar para cargar códigos en placas Arduino y también para aquellas que puedan ser compatibles (Peña,2020) como con el módulo ESP8266.

El software Arduino de código abierto (IDE) facilita la escritura de código y la carga en la placa. (Arduino,2022). Cuando abre el IDE de Arduino por primera vez, se presenta una interfaz notablemente simple como se aprecia en la figura 9:

Figura 9.

Interfaz Arduino IDE.



Conforme se avanza con la programación, existen las líneas de código que pueden ir escribiéndose en la interfaz de arduino y así se va programando por medio de este lenguaje que resulta ser una excelente opción para módulos de automatización y control de datos.

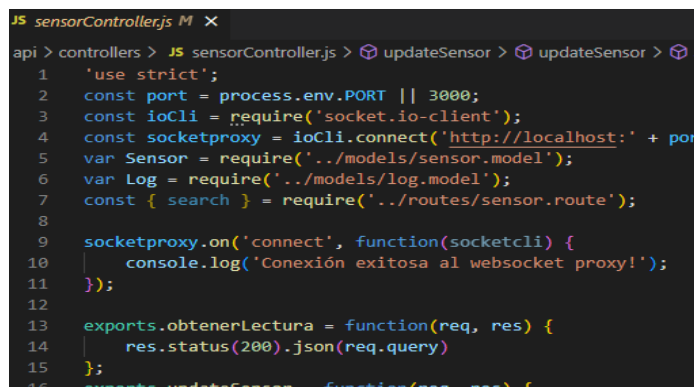
4.4.4.2 Visual Studio Code (JSON): JavaScript Object Notation (JSON) es un formato de codificación que permite intercambiar rápidamente pequeñas cantidades de datos entre navegadores de clientes como Internet Explorer, Google Chrome y servicios web, lo que lo convierte en un excelente método de para serializar/descifrar en la creación de aplicaciones (Castillo, 2016).

Debido a su simplicidad y al hecho de que es fácilmente legible, JSON se identifica como uno de los formatos más populares para intercambiar datos en la Web. Esto es particularmente evidente en los servicios web que se comunican con sus usuarios a través de una interfaz de programación de aplicaciones (API), ya que es actualmente el formato predominante para enviar solicitudes y respuestas de API a través del protocolo HTTP (Bourhis et al., 2020).

JSON puede determinar un estándar de intercambio de datos, lo que implica que se puede usar como un formato para el intercambio de información que implique acciones dentro de un servidor o nube. Lo que puede ocurrir entre el navegador y el servidor o incluso de servidor a servidor, para el caso (Smith, 2015).

Figura 10.

Programación del lenguaje JSON es visual studio code.



```
JS sensorController.js M X
api > controllers > JS sensorController.js > updateSensor > updateSensor > S
1  'use strict';
2  const port = process.env.PORT || 3000;
3  const ioCli = require('socket.io-client');
4  const socketproxy = ioCli.connect('http://localhost:' + port);
5  var Sensor = require('../models/sensor.model');
6  var Log = require('../models/log.model');
7  const { search } = require('../routes/sensor.route');
8
9  socketproxy.on('connect', function(socketcli) {
10 |   console.log('Conexión exitosa al websocket proxy!');
11 | });
12
13 exports.obtenerLectura = function(req, res) {
14 |   res.status(200).json(req.query)
15 | };
16 exports.updateSensor = function(req, res) {
```

5 Metodología.

5.1 Materiales y Herramientas

Los materiales y herramientas utilizados para el desarrollo del proyecto fueron los siguientes:

- Arduino UNO (Placa de desarrollo)

Arduino es la herramienta con mayor facilidad para realizar conexiones y programar debido a su facilidad para realizar circuitos y la disponibilidad de información que posee el mismo. La capacidad de su memoria fue suficiente para lo que viene siendo la cantidad de datos que representó cada uno de los componentes que se utilizó.

- NodeMCU ESP8266 (Placa de desarrollo)

Entre los sistemas que se encuentran en el mercado para desarrollar un sistema de comunicación. Representando una manera por medio del sistema WLAN (Wi-Fi) que hoy en día es el sistema de comunicación más influyente del mundo.

- Sensor de proximidad E18-D80NK

El sensor E18-D80NK funciona en modo de detección por medio de la proximidad de objetos que cuenta con una franja de luz infrarroja que si es interrumpida tiende a ser activada. Su modo de trabajo resulta ser de gran utilidad ya que detecta cualquier tipo de color y material, trabaja de forma fácil con el entorno de Arduino. Su margen de error es mínimo debido a su nivel de detección que es bastante alto, la distancia que alcanza es de hasta 100 cm, lo suficiente para ser un sistema utilizado sin ningún problema.

- Arduino IDE (Entorno de desarrollo integrado)

Arduino IDE es la herramienta de programación que se utiliza para Arduino y ESP8266 la cual permite compilar el código y ejecutarlo en las placas. Su configuración es bastante sencilla además de su lenguaje ya que se fundamenta con los principios básicos de; condiciones y estados, entradas, salidas y velocidad de transmisión.

- Heroku (Plataforma de comunicación)

Heroku es “conocido como un entorno de servicios de nube en la que se recopila información para subirla e implementarla en una base de datos” (Heroku,2022) la cual permite desarrollar una interfaz con sus respectivas especificaciones dando uso como

método de recepción de datos por parte del módulo ESP8266 y el contador para representar la activación de los estacionamientos entre otros requisitos que cumple la página.

- Flutter (Desarrollo de aplicaciones móviles)

Flutter es un SDK “kit de desarrollo de software” para desarrollar la aplicación móvil a partir de la información compilada por parte de Heroku, su objetivo principal es darle diseño a la aplicación para poder ser mostrada y utilizada por el usuario y así comprobar el funcionamiento del sistema.

- Fritzing (Programa para diseño de circuitos electrónicos)

Fritzing es un programa con licencia gratuita utilizado para el bosquejo del circuito el cual, viene acompañado de un gran margen de herramientas, lo cual tiende a ser un sistema bastante completo para la simulación de circuitos.

- Visual Studio Code (Editor de códigos de fuente)

Visual Studio Code es un editor de código personalizado de código abierto con capacidades de programar en diferentes lenguajes de programación, JSON, HTML, C++, PYTHON, entre otros. Sus características para agilizar el trabajo incluye ser un programa de multiplataforma para diferentes aplicaciones de desarrollo y lo más importante cuenta con funciones integradas como extensiones para agregar funciones de manera independientes.

5.2 Matriz de proceso de desarrollo de la metodología

Dentro de lo que viene siendo el proceso realizado para nuestro proyecto, se contempló una tabla en la cual muestra la matriz de lo que viene a ser el proceso de desarrollo para uno de los apartados de nuestro trabajo de titulación mismos que viene a vincular cada etapa de acuerdo a los objetivos que nos hemos planteado. A continuación, se muestra la tabla 7 con las funciones de la metodología que se ha realizado:

Tabla 7.

Funciones del proceso de desarrollo de cada objetivo.

Primer Objetivo	Segundo Objetivo	Tercer Objetivo
FASE 1	FASE 2	FASE 3
(Diseño y programación)	(Implementación)	(Análisis de datos)

F.1 Diseño del prototipo	F.2 Comunicación y condiciones con el servidor	F.3 Zona de observación
F.1.2 Funciones y programación de arduino	F.2.1 Estructura y configuraciones del servidor web (base de datos)	F.3.1 Datos Obtenidos del flujo vehicular
F.1.3 Funciones y programación de NodeMCU.	F.2.2 Estructura y configuraciones con la aplicación móvil	

5.3 Fase 1(Diseño y Programación)

“Diseñar un contador inteligente que permita tener una lectura de los vehículos que ingresan al estacionamiento.”

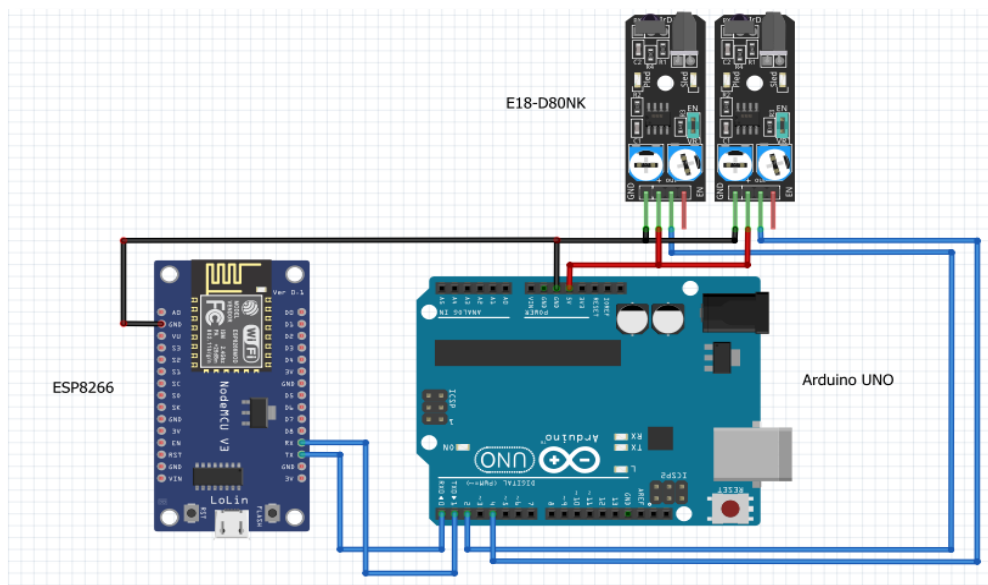
Para el desarrollo del primer objetivo, se tomó en cuenta las diferentes placas con la capacidad de programación en Arduino IDE que existen en el mercado, escribiendo el código de programación para detección. Se va a disponer de un proceso el cual se muestra a continuación

5.3.1 Diseño del prototipo

Como se mencionó en el punto 4.3 los elementos que se utilizó para diseñar el contador fue arduino, el módulo ESP8266 y el sensor de E18-D80NK (sensor de proximidad infrarrojo), que detecta objetos cuando pasa por su rango de funcionamiento.

Figura 11.

Diseño del contador.



En la figura 11 se muestra la conexión del prototipo y se parte de una selección de placas con respecto a las necesidades requeridas. El método de selección de cada uno de los componentes se descompone de lo general a lo específico el cual, analiza los diversos sistemas de hardware y software que permitan utilizar las placas y dispositivos de conexión teniendo en cuenta la complejidad de programación, así como costos y características de funcionamiento.

Arduino por ser un sistema utilizado ampliamente para automatización, es una de las mejores opciones para la detección del sistema y para realizar la programación de detección y comunicación.

Para la comunicación, se utilizó el sistema WLAN(Wi-Fi), utilizado para múltiples aplicaciones en la actualidad por su facilidad para la interfaz de comunicación de datos. Las placas ESP8266 permiten la conexión con la internet para el envío de datos, y en conjunto con Arduino logran la comunicación.

En cuanto a los sensores infrarrojos, se tomó a consideración su capacidad para detectar el rango límite de 100 cm como máximo, que se considera una eficiencia del 80% debido a que estos sensores trabajan de manera correcta a distancias de 80 cm sin presentar errores de detección. Las funciones del prototipo son:

- Detección de vehículos.
- Comunicación con la base de datos.
- Conexión a la red Wi-Fi
- Configuración de variables tanto de entradas como salidas

5.3.2 Funciones y programación de Arduino

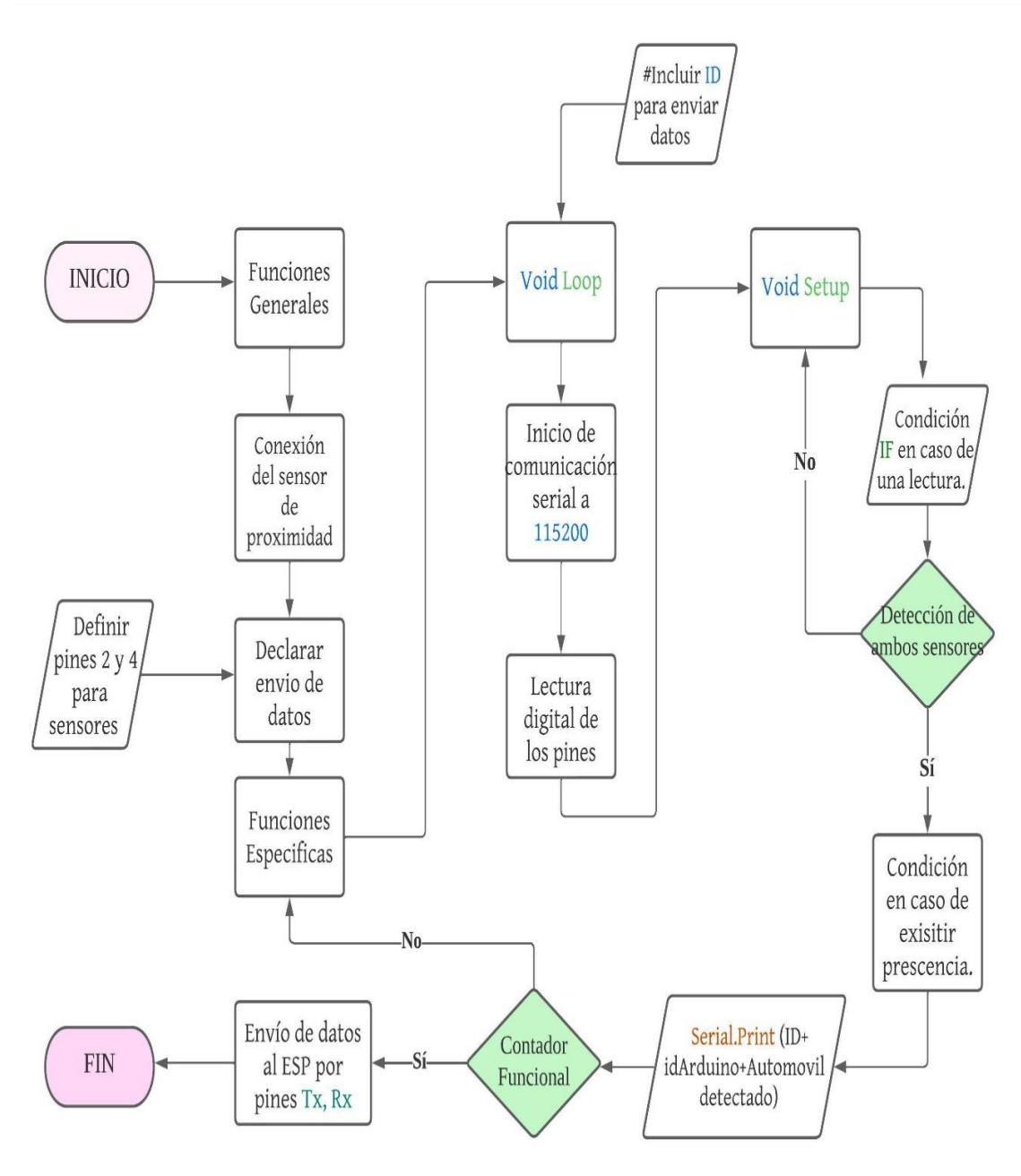
El sistema de detección como tal requiere de una estructura en función al uso que se tenga previsto utilizar, para el caso se ha estructurado las conexiones de modo en que la placa servirá como método de detección con la ayuda del sensor de proximidad que detectará los automóviles que pasen por dentro del rango de detección y de esta manera poder compartir la información receptada por el sensor para ser enviada al módulo ESP.

A continuación, se representa las funciones de Arduino mediante un diagrama de flujo para coordinar las acciones que realiza el sistema, así como la programación que se desarrolla en conjunto con las funciones de detección del sensor de proximidad en la

figura 12. La norma utilizada para los diagramas de flujo fue con elaborada en base a la normativa ANSI.

Figura 12.

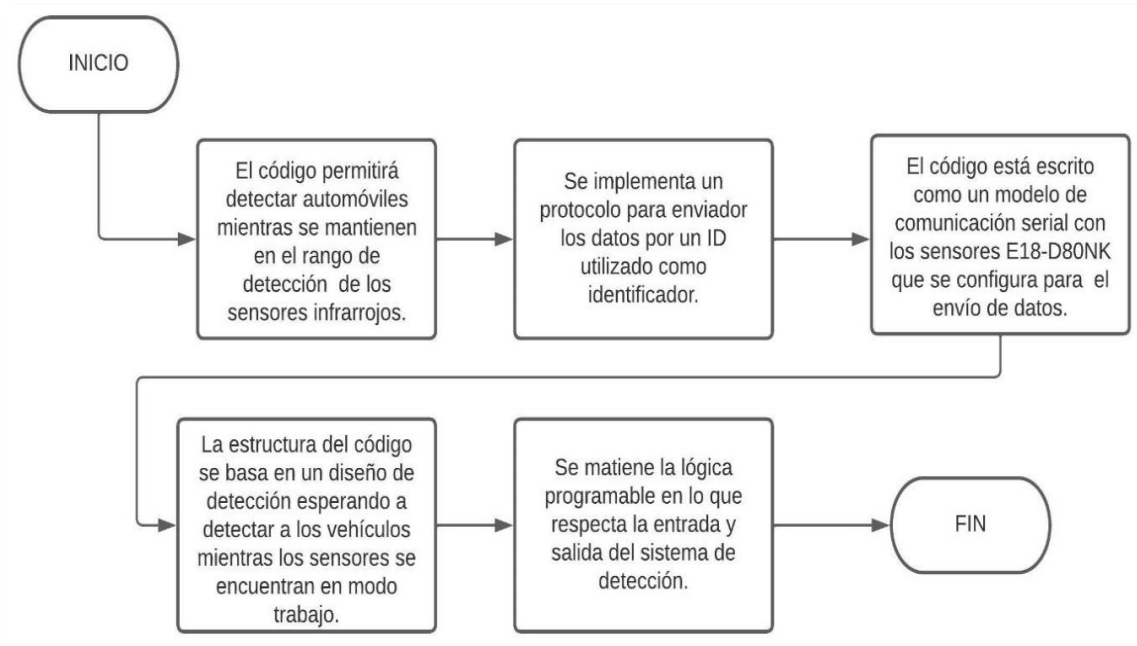
Diagrama de flujo para la placa de desarrollo Arduino.



Para lo programación de Arduino se contempla la lógica programable que se realiza en la aclaración de los puntos para que nuestro método sea la detección y de esta manera se pueda mantener un formato en la lógica programable. En la figura 13 se contempla los parámetros para el desarrollo del código.

Figura 13.

Programación de Arduino.



Nota. El siguiente diagrama resume la lógica de programa o estructura que se siguió o estableció para programación en Arduino para el sistema de detección.

5.3.3 Funciones y programación del módulo NodeMCU ESP8266

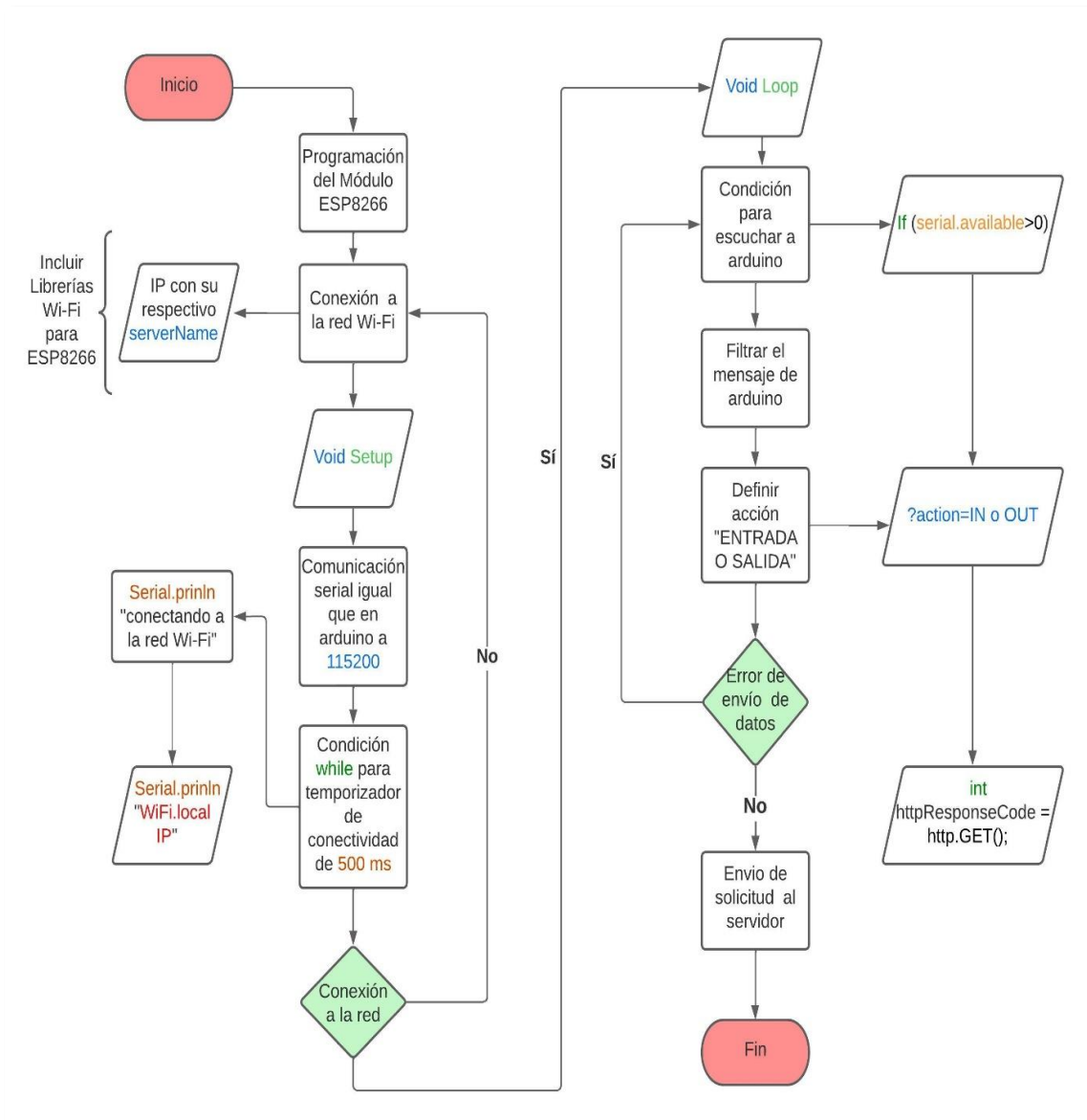
El módulo ESP8266, permitirá la conexión a internet con el uso del protocolo de comunicación HTTP el cual es el modo de conectividad a internet para el envío de datos por parte de Arduino al momento de recibir las variables de detección, para lograr la automatización del proceso físico a un sistema de información que será enviado a una base de datos que almacenará los datos recibidos en un servidor web de internet.

En este caso el proceso del Módulo ESP8266 muestra la estructura de las funciones de comunicación. Además, el módulo cuenta con una capacidad de procesamiento que le permite ejecutar código y realizar cálculos en tiempo real, lo que lo hace ideal para aplicaciones de automatización y control.

De igual forma se utilizó la normativa ANSI para la elaboración del diagrama de flujo en el que explica las funciones que va a realizar el módulo ESP para la conectividad a la internet, sus principales funciones son la conexión a internet a través de WiFi, la transmisión de datos y la ejecución de código como se muestra en la figura 14.

Figura 14.

Diagrama de flujo del módulo ESP8266.

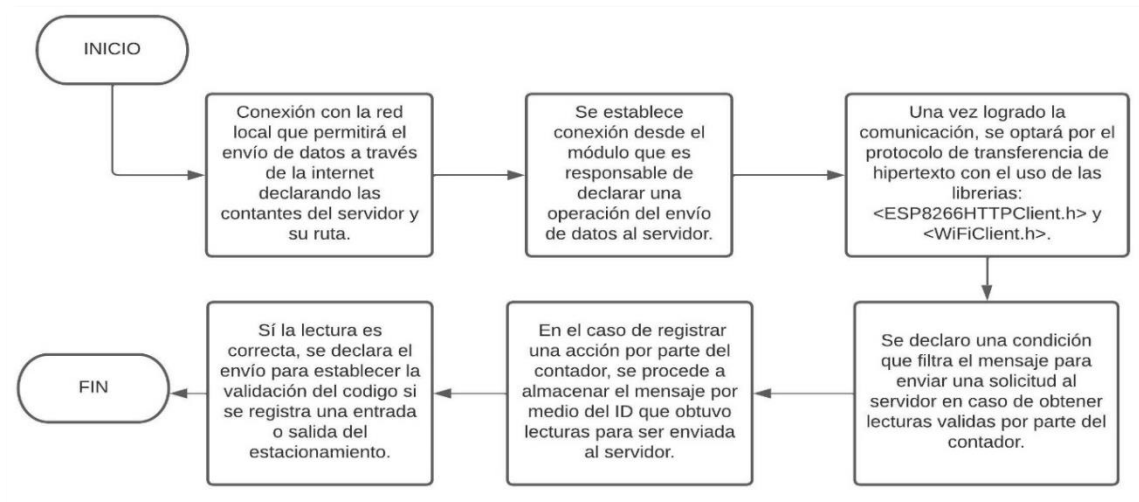


El módulo ESP8266 puede conectarse a una red WiFi existente para acceder a internet y enviar datos a través de la red. También puede actuar como un punto de acceso WiFi y permitir que otros dispositivos se conecten a él. Convirtiéndose en una herramienta muy versátil.

El desarrollo de la programación lo mostramos en la figura 15 que de igual manera que Arduino contiene su lógica programable con el fin de poder conectarse a la internet, a una red Wi-Fi y funcionar como punto de acceso para poder enviar los datos preestablecidos por Arduino y puedan ser enviados a la base de datos.

Figura 15.

Desarrollo de la programación del módulo NodeMCU ESP8266.



5.4 Fase 2 (Implementación de la aplicación móvil)

“Implementar una aplicación móvil que pueda identificar las plazas con disponibilidad y la cantidad de vehículos en el estacionamiento.”

Pretende explicar los resultados utilizando herramientas medibles cuantificables. Como proceso que intenta determinar los resultados para una población, grupo de personas o espacio de forma general.

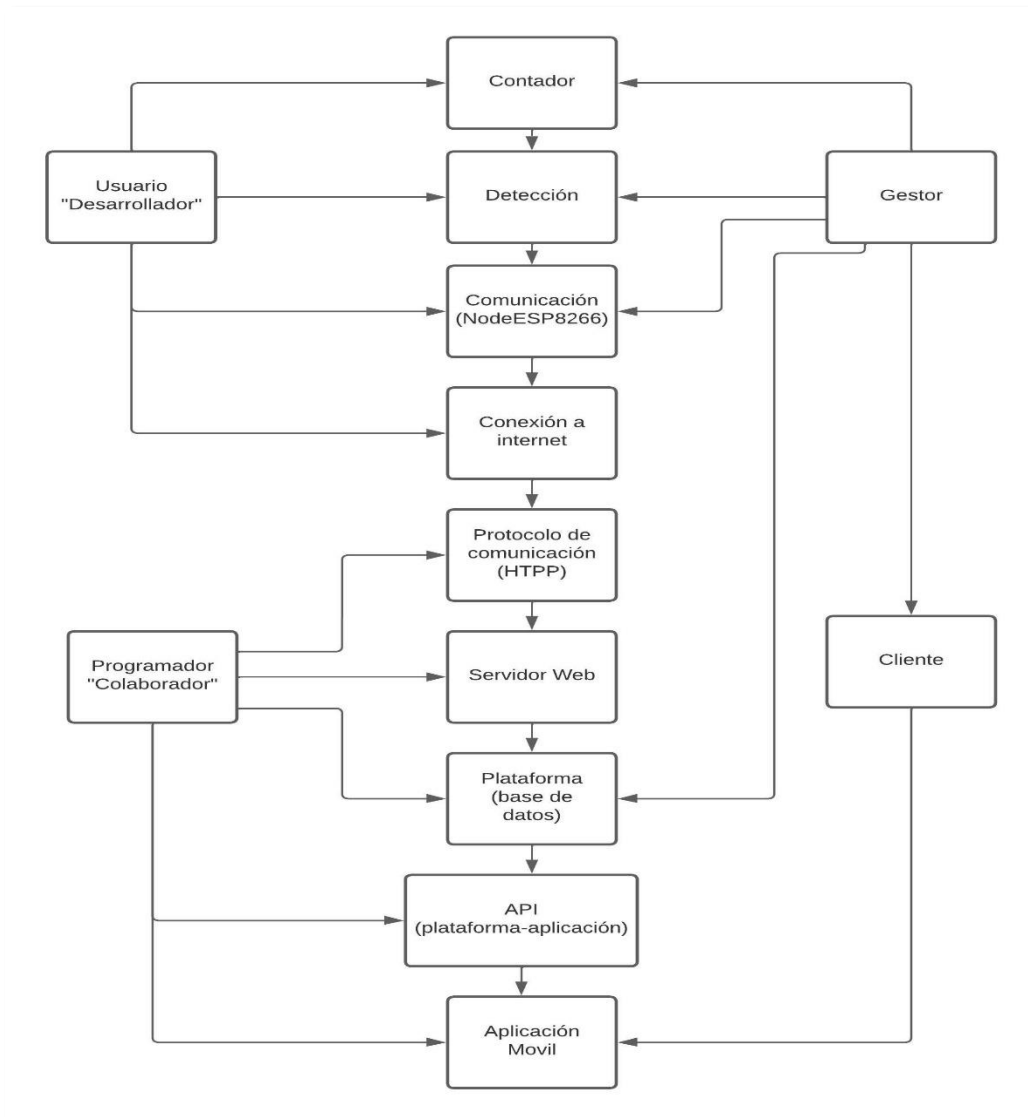
Una vez en funcionamiento el prototipo diseñado se realiza la conectividad con el servidor, el cual tiene la función de compartir la información del parqueadero con un desarrollador de aplicaciones con el fin de identificar los estacionamientos con plazas disponibles. El prototipo enviará los datos hacia el servidor y este a su vez los enviará a la aplicación móvil para que el usuario pueda visualizar las plazas libres en el estacionamiento

5.4.1 Estructura del servidor y aplicación móvil

La estructura del servidor se basa en la comunicación e interacción con los sistemas utilizados, estableciendo parámetros técnicos que realizan la actividad para crear peticiones, generación de ID, sus rutas de archivos y directorios de información. La estructura del sistema general se presenta a continuación en la figura 16.

Figura 16.

Estructura y funciones del proyecto en cada una de sus etapas.



La manera de desarrollar un acceso a un sitio web o aplicación es la manera en la que según (Hanjura,2014) el usuario puede procesar datos mediante los recursos informáticos que existen en la actualidad.

La configuración de una base de datos y la aplicación móvil nos permite controlar, gestionar, editar, recibir y enviar datos desde los sistemas físicos, de manera que se pueda gestionar la información de los datos registrados de los estacionamientos.

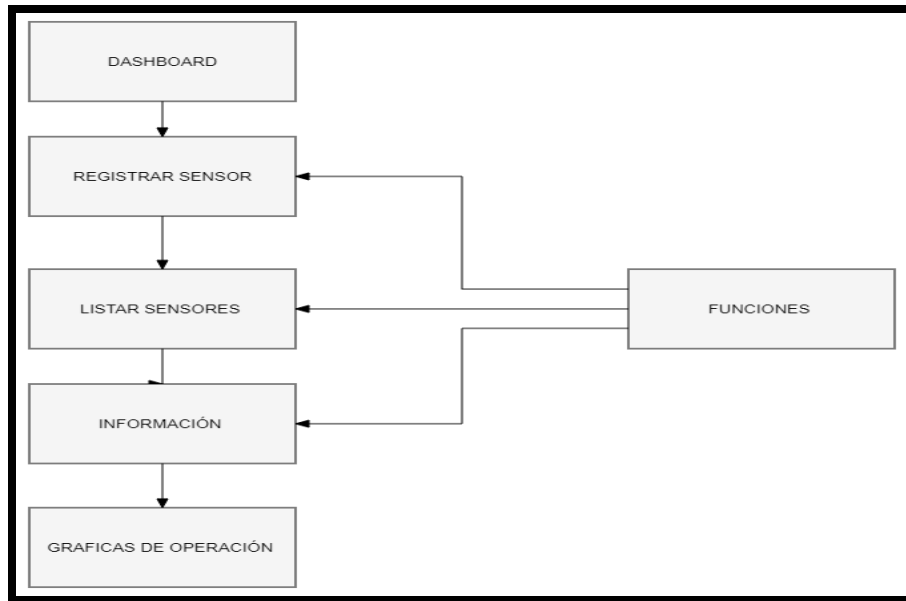
La arquitectura del prototipo empieza por la recopilación de información que llega desde Arduino, pasando a la comunicación con el módulo ESP8266, hasta ser almacenada dentro del servidor web, y compartida con la aplicación móvil (figura 16).

5.4.2 Arquitectura del servidor Web

Con el fin de analizar todos sus aspectos, características y el diseño de la interfaz, se muestra un diagrama en la figura 17 que contiene la estructura del servidor web y así mismo la función de cada actividad que va llevar a cabo:

Figura 17.

Arquitectura del servidor.



Nota. La arquitectura del servidor representa a cada una de las funciones que se encuentran funcionales dentro de la base de datos.

Tabla 8.

Función de Trabajo/Gestión en operaciones del servidor.

Función	Gestión de Operación
Dashboard	<ul style="list-style-type: none"> – Mostrar todos los estacionamientos registrados con su respectiva información: <ol style="list-style-type: none"> 1. Número (Número del sensor registrado) 2. Nombre (Del lugar o sensor a implementar) 3. Plazas disponibles (Espacios disponibles para estacionar) 4. Total de plazas (Cantidad total de espacios del lugar)
Registrar Sensor	<ul style="list-style-type: none"> – Consiste en añadir un sensor para poder activarlo y generar un ID para implementarlo: <ol style="list-style-type: none"> 1. Ubicación (se utiliza la latitud y longitud del lugar donde va localizado el sensor) 2. Estado del parqueadero (En caso de desactivar el lugar por alguna circunstancia)

3. Observaciones (Se especifica detalles del lugar)

- Se genera una lista de todos los sensores con sus detalles:
 1. ID (Código de comunicación del sensor creado)
 2. Último reporte (especifica su último antecedente de actividades admitidas)
 3. Descripción (alguna observación establecida.)
 4. Estado (Para activar/desactivar)
 5. Acciones (Para generar una modificación del sensor)
- Se detalla los registros del sensor, que son los reportes de entrada o salida por parte del sensor:

Listar Sensor

Información

1. Acción (Entrada o Salida)
2. Fecha (Hora de dato obtenido en el sensor)

Gráficas de Operación

- Las gráficas muestran los resultados de acuerdo al número de lecturas obtenidas por cada sensor.

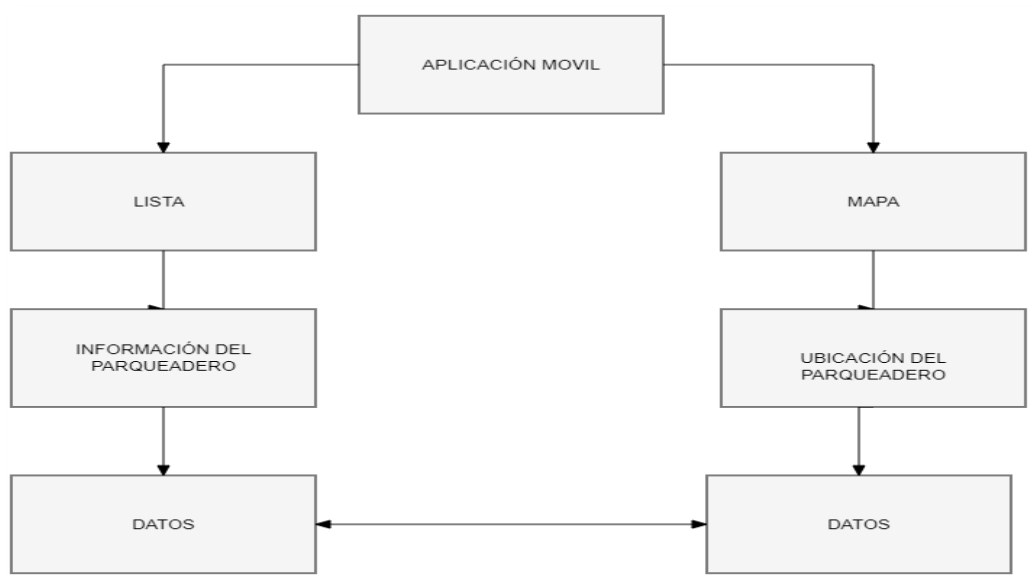
Nota. La tabla muestra la operación que efectúa cada una de las funciones preestablecidas en el servidor web.

5.4.3 Arquitectura de la aplicación móvil

Los procesos de operación de la aplicación se diseñan a partir de la función que vaya a realizar la aplicación móvil, acorde a la interacción de la aplicación que permitirá visualizar los eventos de los estacionamientos registrados. A continuación, en la figura 18 se muestra un diagrama con la estructura del funcionamiento de la aplicación móvil;

Figura 18.

Arquitectura de la aplicación móvil.



De igual manera, se realiza una tabla en la que se indica las funciones que realiza la aplicación móvil mostrando las funciones de trabajo con respecto a lo que se fundamenta el principio de trabajo del sistema.

Tabla 9.

Función de Trabajo/Gestión en operaciones de la aplicación móvil.

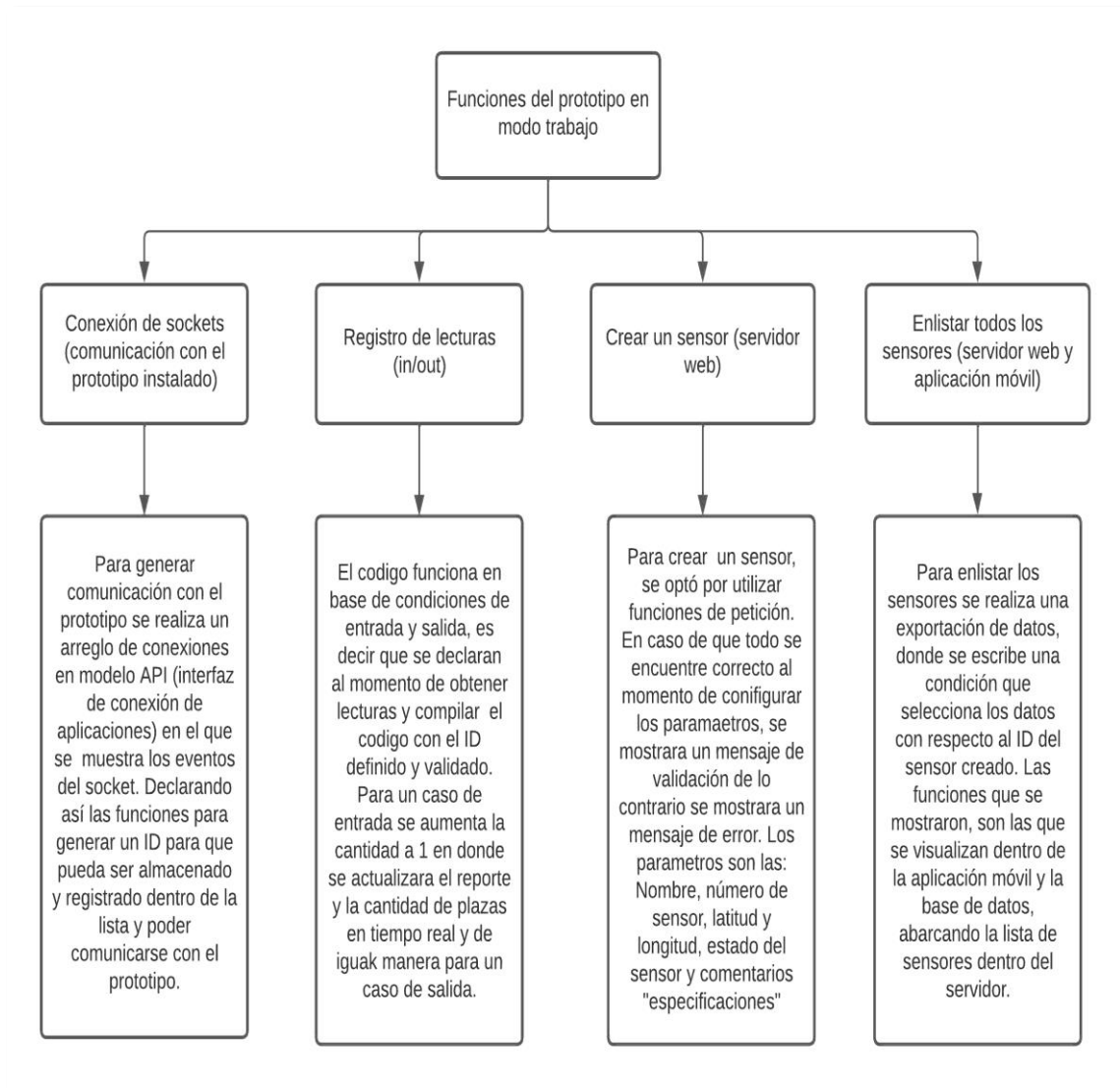
Función	Gestión de Operación
Lista	Muestra en modo de columna los estacionamientos con su respectiva información.
Mapa	Muestra el mapa del sensor registrado. Muestra la información del parqueadero de tres formas:
Información del parqueadero	<ul style="list-style-type: none"> • Espacios Ocupados • Espacios Disponibles • Total, de plazas
Ubicación del parqueadero	Muestra la ubicación del parqueadero dentro del mapa que ha sido registrado.
Datos	Es la información que registran los estacionamientos y que se muestra en la aplicación móvil.

5.4.4 Funciones de prototipo en modo trabajo

Para el prototipo se requiere programar las funciones de los sensores, así como la comunicación y creación de registros, analizando las diferentes funciones creadas, acorde a las especificaciones para el sistema de conteo y registro de vehículos. Las funciones muestran los procesos del sistema para el servidor y aplicación móvil. Debido a la extensión de cada uno de los sistemas, se contemplan las funciones con más jerarquía del sistema en la figura 19.

Figura 19.

Funciones del prototipo en modo trabajo.



5.5 Fase 3 (Análisis de datos)

“Analizar el estado del flujo vehicular en horas pico para una gestión de los lugares de estacionamiento.”

El cumplimiento del tercer objetivo parte con un análisis del flujo vehicular en ciertas calles de la ciudad, las cuales representan un objeto de estudio en horas pico, siendo el resultado de la estimación actual que presenta la ciudad.

Con el contador se pretende realizar un método el cual permita realizar la gestión para estimar de esta forma la fluctuación del flujo vehicular en calles transitadas frecuentemente por donde se encuentran la gran parte de estacionamientos.

En la figura 20 se muestra la zona en la que se muestra la mayor parte de los estacionamientos que se encuentran activos en la ciudad. En donde se evidencia que su localización desde la puerta de la ciudad hasta la calle Cariamanga.

Figura 20.

Presencia de estacionamientos.



5.5.1 Zona de observación

Para los datos obtenidos de las zonas de estudio, el proceso para la toma de datos se realiza por medio de tablas de observación con el fin de evaluar la cantidad de vehículos que pasan por las intersecciones contempladas en el estudio. Los datos obtenidos se registran en la tabla 10 para ser ordenados y organizados, el cual se toma la cantidad de vehículos que circulan por la intersección y la cantidad de vehículos de manera general en la que se incluyen datos de todos los tipos de vehículos.

Tabla 10.

Tabla de registro de datos.

REGISTRO DE DATOS				
Fecha	Sector (A-B)		Hora	Lugar
N° Tabla	ORIENTACIÓN			
	Izquierda	Siguen	Derecha	Siguen
07:30/07:45				Observaciones

07:45/08:00

08:00/08:15

08:15/08:30

Ingreso al estacionamiento

Total

Nota. La siguiente tabla muestra el modelo que se utilizó para registrar los datos obtenidos de la cantidad de vehículos en las horas de estudio.

5.5.2 *Datos obtenidos del flujo vehicular*

Para obtener la cantidad del número vehículos que atraviesan una intersección, se planteó un trabajo de campo para un total de 5 días. La toma de datos se realizó en dos ubicaciones de la ciudad que se van a conocer por la intersección A y la intersección B. La intersección A indica la Av. Lauro Guerrero y 10 de agosto y la intersección B las calles Olmedo y Rocafuerte.

Figura 21.

Intersección A.



Figura 22.

Intersección B.



El lugar para el estudio del flujo vehicular se realizó con base a las intersecciones que se encuentran estacionamientos públicos y privados, el cual para el análisis del flujo vehicular permitirá esclarecer a la cantidad de vehículos que circulan diariamente por la zona.

Las horas en las que se realizó el estudio fueron con el fin de subdividir los tiempos en los que las personas para una supuesta variable generan horas pico en salidas y entradas de su jornada laboral, incluyendo a los estudiantes y demás (comerciantes).

También se tomó en cuenta las horas en las que el flujo resulta ser en un supuesto caso más pequeño, con el fin de determinar las horas en el que el flujo vehicular puede ser más elevado de lo normal.

6 Resultados

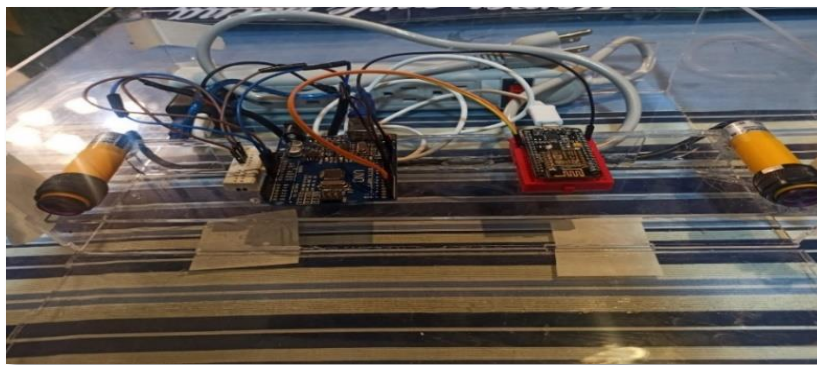
6.1 Primero objetivo (fase 1)

6.1.1 Montaje del prototipo

Una vez culminada la primera etapa de programación y diseño, se procede a realizar el montaje del sistema para realizar las debidas conexiones y pruebas de funcionamiento que nos permitirán tener los resultados establecidos dentro del proyecto. En la siguiente imagen se observa cómo se encuentra el sistema conectado.

Figura 23.

Implementación del prototipo.

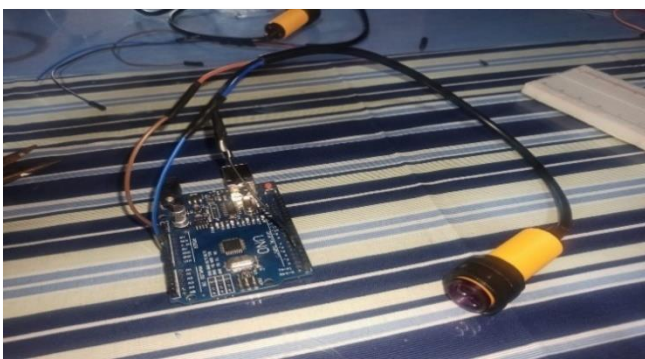


6.1.1.1 Conexiones del prototipo: Las conexiones por separado del sistema se muestran a continuación:

Conexiones del sensor: Las conexiones para el montaje se realizaron con la separación de cada uno de los cables en los que se aprecia la señal, fuente y tierra. A continuación, se muestra la conexión a detalle de cada uno de los sistemas utilizados:

Figura 24.

Conexión del sensor de proximidad.



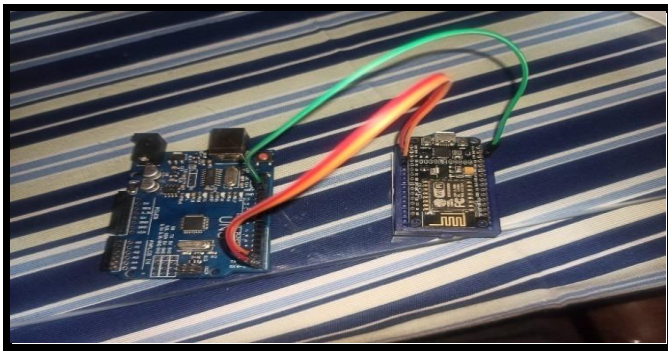
Cable Café	Fuente de 5V
Cable Azul	Tierra
Cable Negro	Señal del sensor

– Conexiones del NodeMCU ESP8266

El módulo ESP8266 transmite la información que es recibida por el código empleado dentro del Arduino, los mensajes son enviados y recibidos a través de los pines de transmisión (Tx) y recepción (Rx).

Figura 25.

Comunicación del ESP8266 con Arduino.



Cable Rojo	Señal Tx
Cable Naranja	Señal Rx
Cable Verde	Tierra

6.1.1.2 Pruebas del prototipo: Para comprobar el código, se utiliza un modo trabajo que permite ejecutar el código desarrollado sin necesidad de tener el prototipo físico conectado. Este modo de trabajo se comprueba mediante el monitor serial de Arduino.

Figura 26.

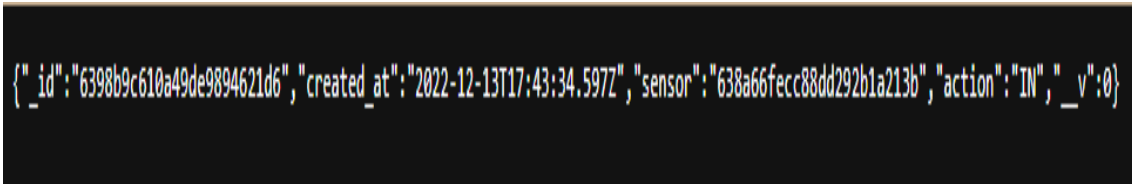
Detección del prototipo en modo trabajo.

```
COM5
1
2
id638a66fecc88dd292bla213b automovil detectado
1
1
2
id638a66fecc88dd292bla213b automovil detectado
2
1
2
id638a66fecc88dd292bla213b automovil detectado
3
1
2
id638a66fecc88dd292bla213b automovil detectado
4
1
2
id638a66fecc88dd292bla213b automovil detectado
5
```

La comunicación del sistema una vez cargado el código a los módulos mostrará un mensaje dentro del monitor serial al momento de detectar un automóvil que pasa por el sensor de detección. Para la comunicación del sensor, va a registrarse dentro de la base de datos una acción, mostrando la detección y conteo de vehículos en el estacionamiento como tal.

Figura 27.

Datos registrado en la base de datos.



Nota. La imagen muestra la información registrada de un sensor en conjunto con el la acción que realiza que en este caso es una entrada al estacionamiento.

Por otro lado, el lugar en que se realizaron las pruebas de funcionamiento fue en la entrada de área de energía de la universidad nacional de Loja en la que se constató el funcionamiento del sistema a partir de una tabla que muestra la eficiencia del sistema al momento de estar en modo trabajo.

Figura 28.

Espacio de pruebas del contador.



Como se observa en la figura 28, el lugar donde se realiza las pruebas del contador en el que se presenta la vía con los dos carriles, uno para la entrada y otro para la salida. A partir de la recolección de datos se obtuvo una tabla con la eficiencia del prototipo al momento de detectar los vehículos en el que se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 11.

Eficiencia del sistema de detección.

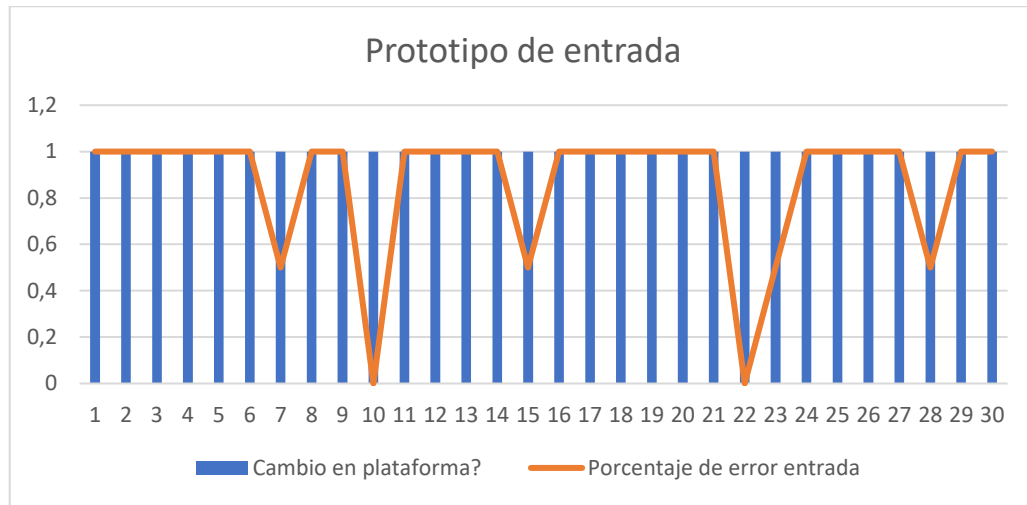
Nº Prueba	Detección sensor entrada	Detección sensor salida	¿Cambio en plataforma?	Porcentaje de error entrada	Porcentaje de error salida	Observaciones
1	1	1	1	100%	100%	N/A
2	1	1	1	100%	100%	N/A
3	1	1	1	100%	100%	N/A
4	1	1	1	100%	100%	N/A
5	1	0	1	100%	50%	Distancia
6	1	0	1	100%	50%	Distancia
7	0	1	1	50%	100%	Velocidad
8	1	1	1	100%	100%	N/A
9	1	0	1	100%	50%	Distancia
10	0	1	1	0%	100%	Conexión
11	1	1	1	100%	100%	N/A
12	1	1	1	100%	100%	N/A
13	1	1	1	100%	100%	N/A
14	1	1	1	100%	100%	N/A
15	0	1	1	50%	100%	Velocidad
16	1	1	1	100%	100%	N/A
17	1	1	1	100%	100%	N/A
18	1	1	1	100%	100%	N/A
19	1	1	1	100%	100%	N/A
20	1	1	1	100%	100%	N/A
21	1	1	1	100%	100%	N/A
22	0	1	1	0%	100%	Conexión
23	1	1	1	50%	50%	Distancia
24	1	1	1	100%	100%	N/A
25	1	1	1	100%	100%	N/A
26	1	1	1	100%	100%	N/A
27	1	1	1	100%	100%	N/A
28	0	1	1	50%	100%	Velocidad
29	1	0	1	100%	50%	Distancia
30	1	1	1	100%	100%	N/A

Nota. – El uso de variable como 1 y 0 nos ayuda a representar los datos como variables de Si y No. Si = 1 y No = 0

Con los datos recolectados a partir de la tabla 11, se puede determinar la eficiencia del sistema de detección en el que se puede concluir con lo siguiente; Para el prototipo de entrada (figura 29) se presentan errores de 5 de 30 de los cuales 2 de ellos son problemas de conexión que se verifico al momento de revisar la placa con su conexión que a la red de la universidad. Los otros tres errores se vienen a presentar en problemas de velocidad y distancia con la que los vehículos llegan al estacionamiento, y es que la velocidad a la que el haz de luz infrarroja puede detectar se activa a un promedio de velocidad de 0-15 km/h y con respecto a la distancia se pudo observar que el sensor funciona sin problemas a 80 cm. Para distancias de 90 a 100 cm ya presenta fallos en la detección de objetos.

Figura 29.

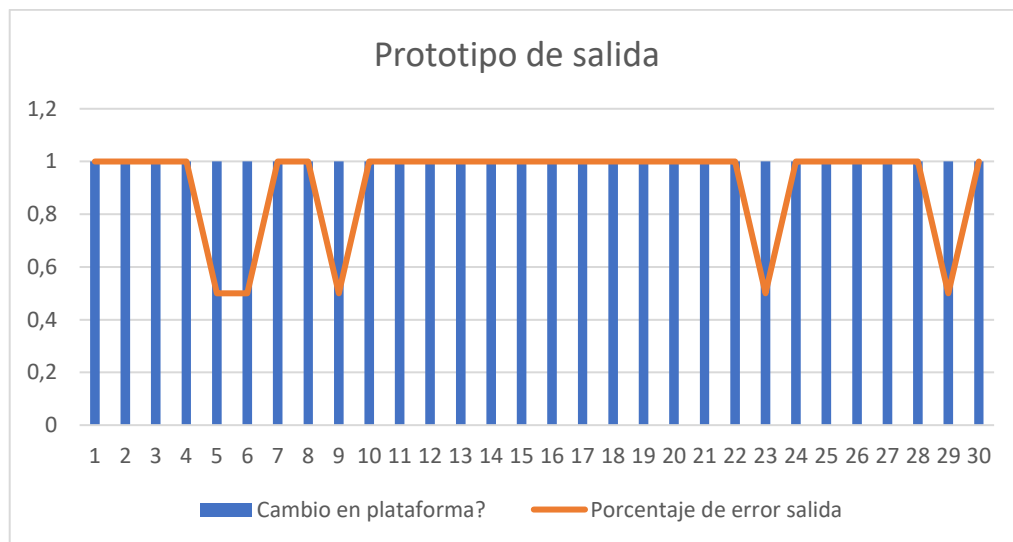
Sistema de detección de entrada.



En cuanto al prototipo de salida no presenta problemas de conectividad ya que asimilamos que la distancia a la que se encontraba la placa con respecto al routers que da conexión a internet, sin embargo, existen fallos en la detección que son 5 de 30 que producto de distancia, como se mencionó anteriormente son un su rango de funcionamiento indicado es a los 80 cm.

Figura 30.

Sistema de detección de salida.



6.2 Segundo Objetivo (Fase 2)

6.2.1 Implementación de la aplicación

Una vez culminado con la detección y comunicación con la aplicación, dentro de esta sección se detallan los criterios desarrollados para la recepción de información. El

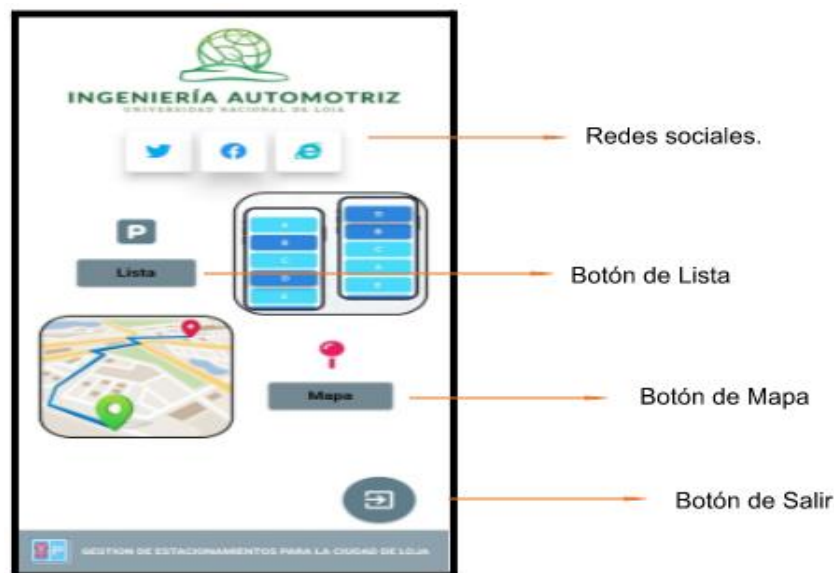
funcionamiento debe permitir visualizar los datos en tiempo real en cualquier dispositivo donde se acceda a la aplicación móvil. Los parámetros que muestra la aplicación son los siguientes:

- Datos de plazas (Llenas, libres y total)
- Datos de localización mediante GPS
- Maquetado de la aplicación

A continuación, en la imagen se muestra la interfaz principal de la aplicación móvil. Para acceder a la aplicación lo realizamos a través de la descarga desde el internet obteniendo a la aplicación como un archivo con extensión APK.

Figura 31.

Interfaz de la aplicación móvil.

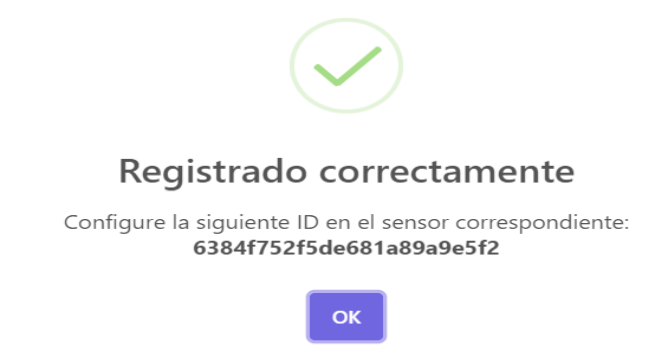


6.2.2 Pruebas de funcionamiento

Las pruebas de funcionamiento consisten en probar todo el sistema en total para un estacionamiento registrado. En primera instancia se debe configurar el prototipo para el registro de un sensor dentro del servidor para generar un ID y agregarlo para su funcionamiento. Dentro del prototipo se subirán los códigos, los cuales vienen con el ID generado para el sensor registrado dentro de la aplicación y el servidor.

Figura 32.

Registro de ID.



Una vez obtenido el ID se implementa el código en el sensor para poder registrarlo y poder implementarlo de manera que se obtiene la comunicación y poder registrar las entradas o salidas. Para el de registro se mostró los siguientes resultados:

Figura 33.

Registro de entrada/salida.



El prototipo registra una entrada y salida que proceden a ser enviados a la aplicación móvil, de esta manera se puede observar los cambios realizados dentro de las plazas. En la siguiente imagen se muestra el cambio al momento de registrar una salida que presentan las variables de las plazas llenas y plazas libres.

Figura 34.

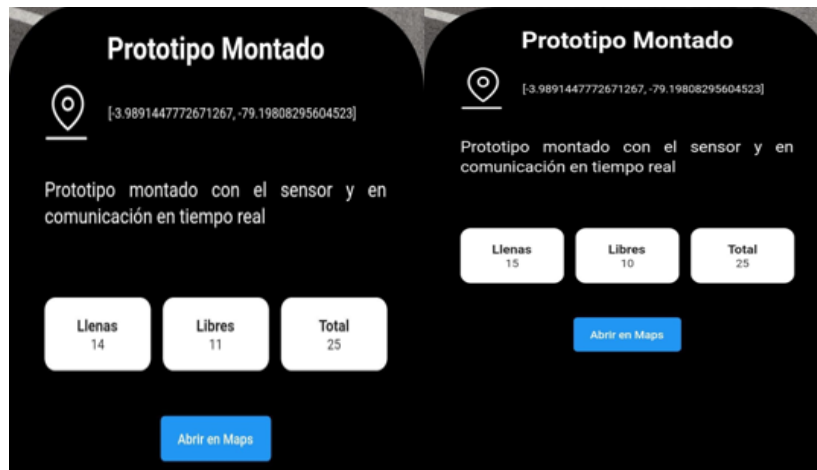
Cambio de datos en la salida.



De igual manera para lo que se registra una acción de entrada el sistema muestra como el cambio dentro la aplicación se realiza en tiempo real. Los datos se toman en tiempo real presentando un cambio dentro de la conexión del sistema, mostrando el correcto funcionamiento de la aplicación.

Figura 35.

Cambio de datos en la entrada.



6.3 Tercer Objetivo (Fase 3)

6.3.1 Resultados del flujo vehicular.

Con los datos obtenidos, se determinó la cantidad de vehículos, con el propósito de conocer el estado de flujo vehicular, de manera que se calculó para las intersecciones A y B.

Por lo que se muestra los tiempos con mayor afluencia de tráfico, así como la afluencia de vehículos regular y mínima. Por consiguiente, el análisis se realizó en periodos de 15 minutos en distintas horas del día. A continuación, se muestra la cantidad de vehículos que se registró para los dos sectores:

Tabla 12.

Tasa de flujo para los sectores A y B en intervalos de 15 minutos.

Periodo tomado	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes	
	Sector A	Sector B	Sector A	Sector B	Sector A	Sector B	Sector A	Sector B	Sector A	Sector B
PRIMER HORARIO										
07:30/07:45	254	181	316	162	325	199	245	200	213	206
07:45/08:00	288	203	259	270	283	261	239	194	228	184
08:00/08:15	317	233	276	191	258	171	268	234	240	146
08:15/08:30	330	190	355	155	319	166	219	189	256	187

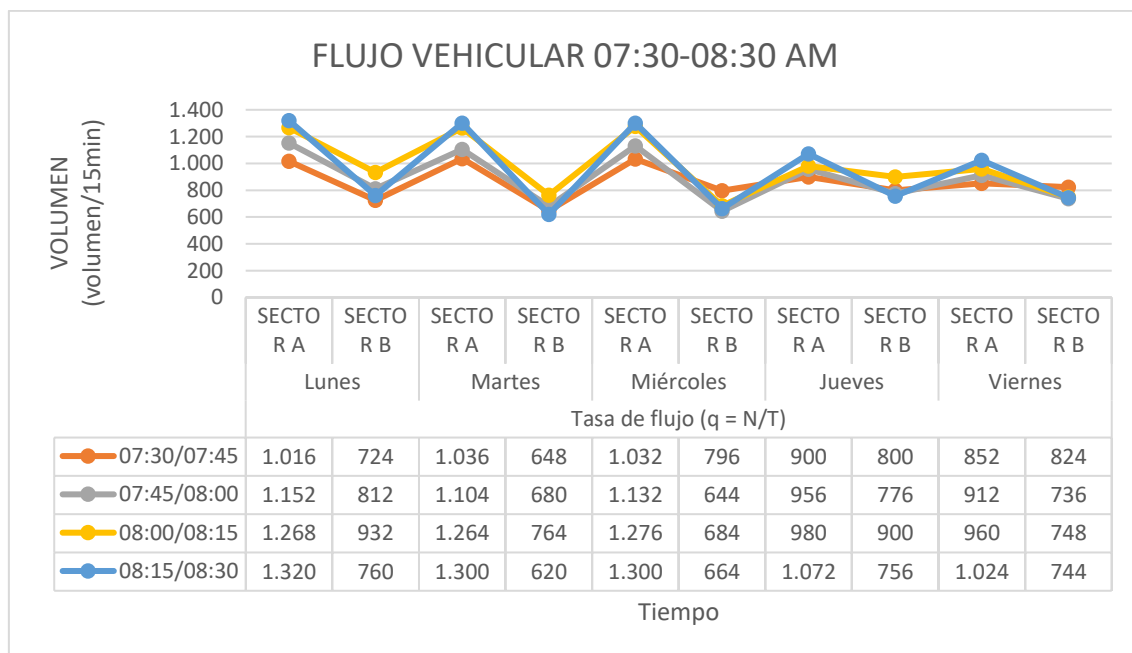
SEGUNDO HORARIO										
10:00/10:15	285	93	298	201	287	201	297	205	273	172
10:15/10:30	320	185	300	182	355	185	286	212	254	195
10:30/10:45	284	183	215	183	315	196	292	154	287	174
10:45/11:00	312	216	325	198	289	190	298	168	261	220
TERCER HORARIO										
12:30/12:45	283	203	293	219	298	188	289	220	301	197
12:45/13:00	317	188	320	186	334	171	291	156	325	160
13:00/13:15	279	214	312	195	231	185	207	186	315	216
13:15/13:30	268	187	301	185	301	218	337	172	344	201
CUARTO HORARIO										
15:00/15:15	287	198	293	189	303	192	278	179	301	220
15:15/15:30	301	205	304	224	283	250	291	181	310	214
15:30/15:45	288	216	307	230	330	135	341	202	324	210
15:45/16:00	283	218	308	222	290	211	309	183	308	215
QUINTO HORARIO										
17:30/17:45	340	131	323	244	254	211	315	216	275	232
17:45/18:00	335	203	338	228	258	192	281	189	312	185
18:00/18:15	298	207	331	215	317	191	305	200	344	198
18:15/18:30	345	230	316	195	320	203	263	223	360	215

Nota. Los datos obtenidos representan la cantidad de vehículos para intervalos de 15 minutos, el cual determina la tasa de flujo.

El flujo vehicular se calculó por medio de la (Ec.1) que determina la tasa de flujo que toma los datos del número de vehículos y el intervalo de tiempo para determinar la frecuencia de vehículos que pasan por la intersección. Con el fin de conocer los tiempos en los que aumentan y en los que resulta ser constante. Mostrando así los resultados obtenidos de la tasa de flujo vehicular:

Figura 36.

Resultados del flujo vehicular 07:30/08:30 am.

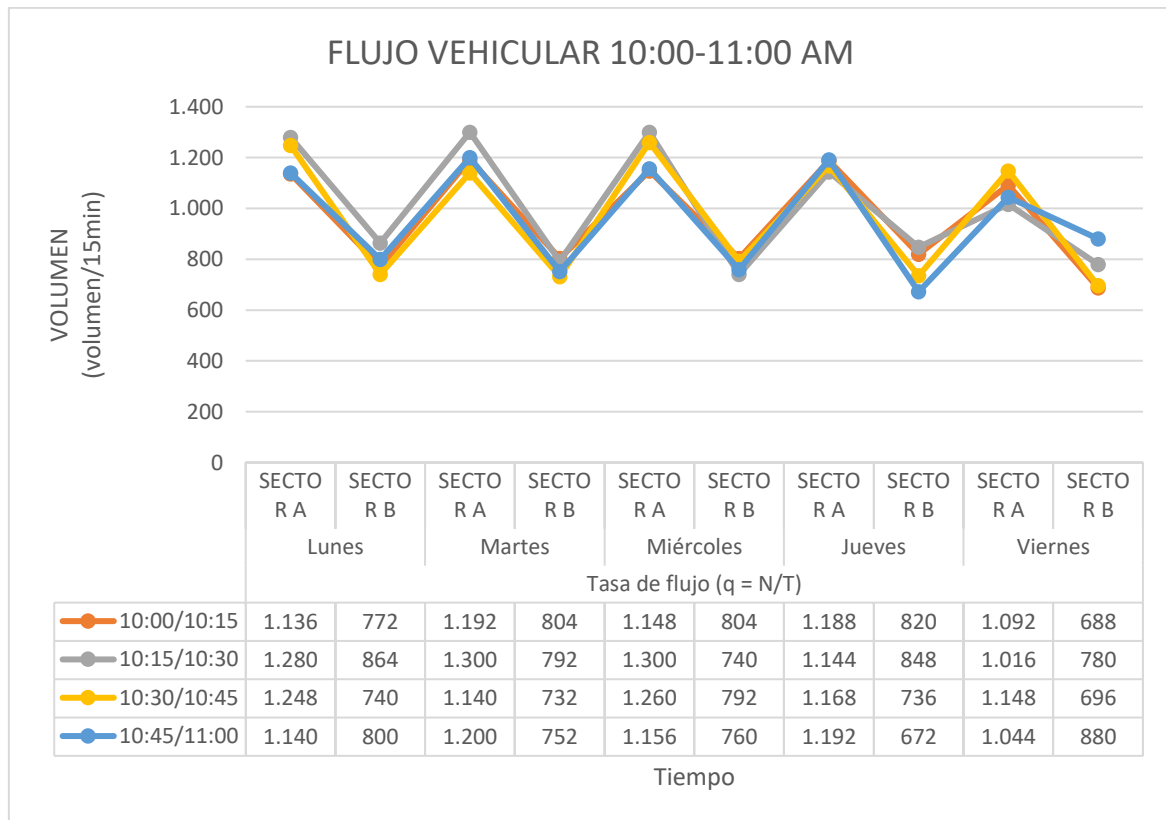


Para la primera hora del día, la mayor cantidad de vehículos oscila alrededor de 1300 vehículos dentro de un periodo de 15 minutos representando como el más elevado para el sector A. En las primeras horas del día el flujo vehicular resulta ser elevado en los días lunes, martes y miércoles y para los días jueves y viernes la cantidad de vehículos llega a disminuir a un total de 852 vehículos.

Para el sector B, la hora con más presencia de vehículos resulta estar en el periodo de 08:00-08:15 am en la que la mayor cantidad de vehículos oscila alrededor de 932 vehículos. Llegando a tener una variación mínima de 620 vehículos. El cual se presenta de manera constante en la semana sin presentar un caso crítico de congestión vehicular.

Figura 37.

Resultados del flujo vehicular 10:00/11:30 am.



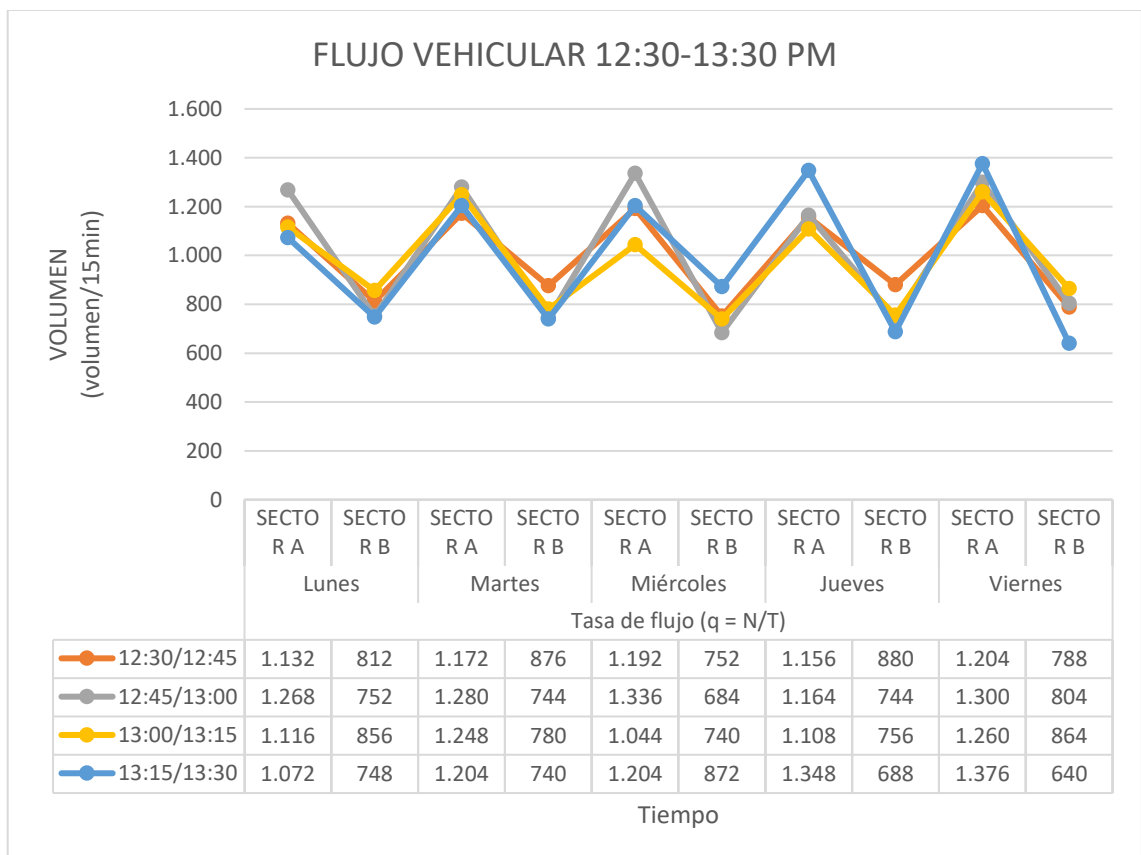
En la hora de 10:00 a 11:00 am, para el sector A, la mayor cantidad de vehículos oscila a un alrededor de 1300 vehículos representando ser el más elevado. Para las primeras horas del día el flujo vehicular resulta ser igual que para la primera etapa del día

resultando una leve diferencia dentro de los días jueves y viernes, en donde la cantidad de vehículos mínimos resulta ser de un total de 1016 vehículos.

Para el sector B, la presencia con mayor cantidad vehículos corresponde a 864 vehículos dentro del primer día de la semana en horas de 10:15 a 10:30 am para el intervalo menor de 672 vehículos. Por lo tanto, representa un flujo vehicular pequeño comparado con la cantidad de vehículos que circulan en las primeras horas del día.

Figura 38.

Resultados del flujo vehicular 12:30/13:30 pm.



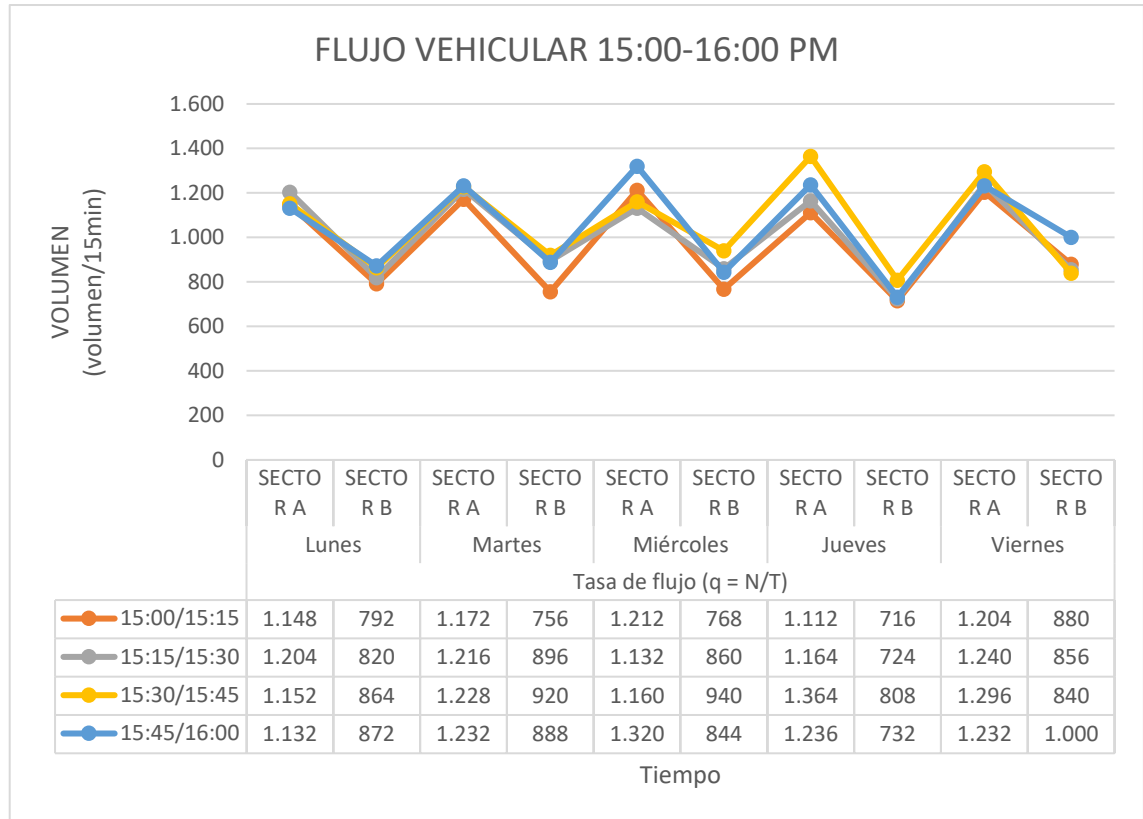
El flujo vehicular para el medio día; Para el sector A, la mayor cantidad de vehículos oscila a un alrededor de 1370 vehículos representando ser el más elevado para a hora del día viernes de 13:15 a 13:30 pm, y por otro lado las horas donde la cantidad de vehículos resulta disminuir a un total de 1044 vehículos.

Para el sector B, la presencia con mayor cantidad de vehículos corresponde a 880 vehículos en el horario de 12:30 a 12:45 pm, siendo el primer intervalo de tiempo que

considera el estudio para la tercera etapa. Por otro lado, el menor intervalo de vehículos para el sector B llega a un valor aproximado de 640 vehículos.

Figura 39.

Resultados del flujo vehicular 15:00/16:00 pm.

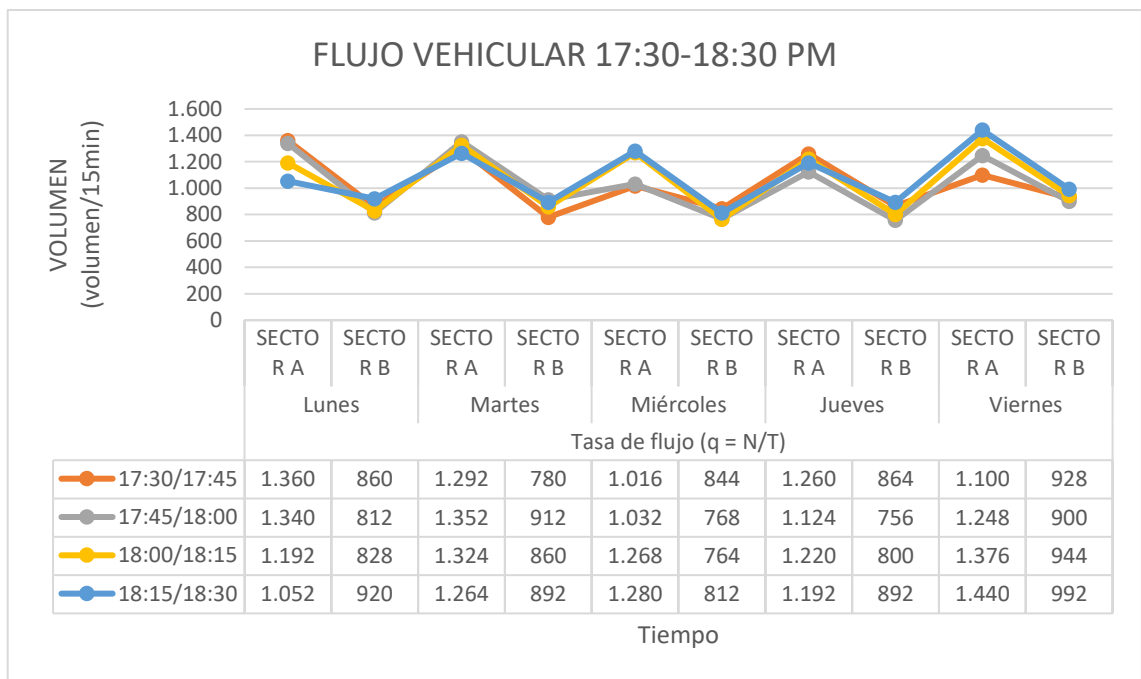


El cuarto horario de estudio fue de 15:00 pm a 16:00 pm, para el sector A, la hora con más vehículos del día miércoles resulta con un total de 1320 vehículos para un intervalo de 15 minutos en la hora de 15:45 pm a 16:00 pm que resulta tener una cantidad constante como tal que se aprecia en la gráfica de resultados, en la que su valor mínimo representa un total de 1112 vehículos.

Para el sector B la mayor cantidad de vehículos que circulan por la intersección se obtiene un total de 1000 vehículos que circulan el día viernes en un horario estimado de 15:45 a 16:00 pm. El valor mínimo dentro del sector, indica un total de 716 vehículos, llegando al análisis de los resultados en los que se entiende que los días jueves y viernes existe una mayor presencia de vehículos por el sector para la intersección.

Figura 40.

Resultados del flujo vehicular 17:30/18:30 pm.



Para el resultado de la última hora del día, se contempla un elevado número de vehículos. Para el sector A, la mayor cantidad de vehículos registrados dio un total de 1440 vehículos superando a todos los horarios en una hora fija de 18:15 a 18:30 pm, la menor cantidad de vehículos que se encuentra en un valor no menor a 1052 vehículos igualmente para la misma hora fija, pero con un día diferente que se presenta ser el día lunes. Para el sector B la hora con más vehículos que circulan por la intersección llega a un valor máximo de 992 vehículos para el día viernes y la menor cantidad de vehículos resultado ser de 756 vehículos dentro del día jueves en el horario de 17:45 a 18:00 pm.

Al momento de mostrar los resultados, se puede apreciar que la variación del flujo vehicular es constante con respecto a la cantidad de vehículos y las horas de estudio contempladas en donde existe un promedio de 852 a 1440 vehículos para la intersección A y un total de 620 a 1000 vehículos para la intersección B. En lo que hay que resaltar es que, las horas con más fluctuación vehicular en la que se puede evidenciar una mayor tasa de flujo se presentan en el horario de 17:30pm- 18:30pm.

Se puede evidenciar que el número total de vehículos que transitan en la provincia son más de 70 mil vehículos según datos oficiales del INEC de los cuales para el cantón Loja hay un total de 27 mil vehículos para el periodo 2022, en donde se constata dentro de nuestro estudio, hay un total de 18978 vehículos transitando por las intersecciones analizadas, representando un 27,11% de vehículos.

Por lo tanto, la tasa de flujo vehicular permite que las personas tengan en conocimiento la intersección por la cual quieren llegar a transitar, permitiendo agilizar el flujo de vehículos, además de buscar más de una opción para la circulación que permita evitar y disminuir los problemas de congestión vehicular que se pueden presentar.

En otras palabras, el conocer el volumen de tránsito en el día, se puede determinar la variación con mayor cantidad de vehículos ocasionando tiempos de retraso, congestionamiento vehicular, tiempo de demora elevados y un sinnúmero de problemas que ocasionan el control del tráfico vehicular.

6.3.2 Gestión de control de espacios para los estacionamientos

Llegando a ordenar los resultados de la cantidad de vehículos y la tasa de flujo de cómo se encuentra actualmente el tráfico en las calles de la ciudad. El manejo de una base de datos pretende gestionar los estacionamientos y ser una manera que permita controlar y gestionar a los estacionamientos para facilitar a los usuarios la planeación del tráfico vehicular.

Proponiendo de esta manera el uso de nuevas estrategias de planeación, que permitan gestionar los estacionamientos de la ciudad llegando a facilitar el control y regulación de los espacios libres para mejorar el tráfico en la ciudad, además de incluir diferentes medidas de control como:

- Prohibición de estacionamientos en horas pico.
- Uso de tecnologías de control de tránsito.
- Sistema pico y placa.
- Planeación de los tiempos de semáforo.

Dando como resultado la importancia del uso de tecnologías factibles para la sociedad que cumplan con el desarrollo y control vehicular.

7 Discusión

Dada la problemática del tráfico vehicular y la falta de un sistema que gestione de manera inteligente los estacionamientos en la ciudad de Loja, se diseñó y se implementó un prototipo con sensores infrarrojos que detecta, con un considerable margen de error, los vehículos que ingresan a un estacionamiento, el sistema está complementado con una aplicación que junto a un servidor web permite al usuario conocer el estado actual y en tiempo real de los estacionamientos, de esta manera se puede conocer cuando hay un estacionamiento se encuentra a su capacidad total o si se encuentra algún lugar disponible.

Desde otra perspectiva, se encuentran proyectos de titulación elaborados para la ciudad de Loja en el que (Ogoño & Orozco,2020) contemplan varias tecnologías para el concepto de gestión abarcando soluciones viables para una mejora en convertirse a ciudades inteligentes con tecnologías afines dentro del transporte, optando de esta manera por; pico y placa, hoy no circula, car pooling, semáforos inteligentes, automatización del sistema rotativo tarifario, planificación operación y programación del transporte público entre otros proyectos que pueden ser utilizados como respuesta a problemas de gestión, involucrando a los casos de estudio existentes en la actualidad.

El optar por soluciones inteligentes y automatizadas, mejoraría la manera de controlar y gestionar los sistemas utilizados en la actualidad, poniendo en práctica tecnologías que puedan ayudar con el control y gestión de estacionamientos, además de integrar soluciones en los que se ejecuten a los sistemas que existen hoy en día.

Haciendo referencia a (Sadhukhan,2017) que menciona al sistema E-parking como sustentación al uso de este modelo de tecnologías que se involucra debido a que se han convertido en soluciones factibles dentro del control de procesos de gestión que abordan en su mayor parte proyectos de creación de ciudades inteligentes que intenta poco a poco ser una base rígida para la automatización en lo que respecta estacionamientos inteligentes para la ciudad.

Un contador de vehículos, como nuevo sistema de automatización y control con la implementación de una base de datos y el uso de una aplicación móvil. Es una manera en la que se puede estimar la cantidad de vehículos para los estacionamientos, además de abordar, la misma técnica que aplicaron para diferentes estudios relacionados al tema del flujo vehicular siendo la problemática que existe en la actualidad. De manera que, el implementar una base de datos nos permitirá registrar el control en estacionamientos y a

su vez conocer y visualizar la cantidad de vehículos que existen por medio de la aplicación móvil, además de poder desarrollar nuevas estrategias para la gestión de lugares de estacionamiento.

Un análisis de flujo vehicular requiere incluir variables de carreteras, estacionamientos, su disponibilidad y tiempo como respuesta al congestionamiento vehicular. Dentro de este estudio se determinó que la variación del flujo vehicular es constante con respecto a la cantidad de vehículos. (Ruiz Pico et al., 2019) menciona en su artículo que a la hora con más problemas de congestión vehicular se encuentra en el horario de 12:00 am a 13:00 pm en el que se debe considerar que existen una mayor tasa fluctuación vehicular pero también existe otra hora que tienen una fluctuación similar que se evidenció con la muestra de nuestros resultados que se da dentro del horario de 17:30 pm a 18:00 pm considerado como la horario final para una jornada laboral, en la que se tiene en cuenta el número de vehículos y las calles en las que son realizadas el estudio del flujo vehicular.

Como se mencionó en los resultados del flujo vehicular existe un total del 27.11% de vehículos que transitan por las vías, el cual gracias a estudios de (Rojas Moncayo et al., 2018) que muestran a un 45% son vehículos privados y 30% resultan ser taxis en lo que concierne a la presencia de vehículos que transitan por las vías.

Finalmente, la búsqueda y comparación de resultados da como respuesta de las nuevas necesidades, a una estimación con el fin de conocer la realidad en la que se encuentra la falta de sistemas para el control de estacionamientos para la ciudad de Loja.

8 Conclusiones

- ✓ Se diseñó un contador inteligente que consta de un sistema de detección que lograr detectar los vehículos, con un tolerable margen de error, considerando que se trata de un sistema en tiempo real.
- ✓ Se implementó y desarrolló una aplicación móvil que es capaz de mostrar los estacionamientos con disponibilidad por medio de una lista y mapa con el sistema de detección activo para el procesamiento de información en tiempo real
- ✓ Se analizó el estado de flujo vehicular, en función de los datos observados y tabulados, este análisis permitió tener una idea de cómo se comporta el flujo vehicular en ciertas zonas de la ciudad de Loja y como se lo podría clasificar.
- ✓ Arduino y NodeMCU ESP8266 fueron base para la comunicación, transmisión y detección del prototipo desarrollado, estos elementos permitieron el intercambio de información entre el hardware y software para compartir los datos con un dispositivo mostrando a los usuarios la información en tiempo real.
- ✓ La programación de una base de datos permite el manejo de información teniendo un registro de datos para la gestión que va desde el uso de placas de desarrollo a través del servidor hasta llegar a la comunicación con sistemas de información que en nuestro caso fue el uso de una aplicación móvil

9 Recomendaciones

- ✓ El hardware del prototipo desarrollado permite detectar los vehículos en un solo sentido, se recomienda para próximos proyectos agregar un segundo prototipo para conocer cuando el automóvil ingresa y sale del estacionamiento, con este dato se puede mejorar el sistema de la base de datos y conocer con exactitud la capacidad del estacionamiento; también se podría optar por diseñar un nuevo sistema de detección que incluya visión artificial o el uso de otros sensores.
- ✓ Incentivar a la investigación de diferentes prototipos y sistemas relacionados a la gestión inteligente de estacionamientos, tráfico y movilidad en general; mediante la difusión de proyectos como el desarrollado en este proyecto de titulación, con el fin de motivar a los estudiantes y profesionales de la rama en Ingeniería Automotriz para trabajar en propuestas que permitan dar solución a los problemas del tráfico vehicular de la ciudad.
- ✓ Realizar investigaciones acerca del flujo vehicular, agregando otras variables de estudio y haciendo uso de software de simulación, que permitan acercarse a la realidad en la que se encuentran las ciudades para llegar a conclusiones más acertadas, de manera que se puedan diseñar y elaborar soluciones reales.

10 Bibliografía

Arduino, SA (2015). Arduino. Arduino LLC , 372 .

Arduino, I. (2022). software | arduino. Microsoft. <https://www.arduino.cc/en/software>

Alpízar Arteaga, E., & del Risco Sánchez, A. (2012). Diseño de un sensor de flujo vehicular

basado en lazo inductivo. *Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones*,

33(1),

33-44.

Barter P (2016). Gestión del estacionamiento en vía. Documento técnico de transporte urbano

sostenible #14. Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo.

México

Basogain X., Olabe M. A. y Olabe J. C. (2015). Pensamiento computacional a través de la

programación: paradigma de aprendizaje. *Revista de Educación a Distancia*, 46.

<https://doi.org/10.6018/red/46/6>

Bourhis, P., Reutter, J. L., & Vrgoč, D. (2020). JSON: Data model and query languages.

Information Systems, 89. <https://doi.org/10.1016/j.is.2019.101478>

Bressoud, T., & White, D. (2020). The HyperText Transfer Protocol. In *Introduction to Data*

Systems. https://doi.org/10.1007/978-3-030-54371-6_20

Castrillejo García, O. (2020). Red inalámbrica entre dispositivos Arduino/ModemMCU.

Cal & Mayor, R., & Cárdenas, J. (2019). Ingeniería de tránsito, fundamentos y aplicaciones.

In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).

Corona Ramírez, L. G., Abarca Jiménez, G. S., & Mares Carreño, J. (2019). Sensores y

- actuadores. Grupo Editorial Patria.
- Escobar, D. A., Moncada, C. A., & Urazán, C. F. (2017). Definición de áreas en una zona urbana. Propuesta metodológica de análisis. *Revista Espacios*, 38(06).
- Frommel Araújo, F. (2022.). *Aprendizaje profundo por refuerzo aplicado al control de acceso en redes IEEE 802.11*. Tesis de maestría. Universidad de la República (Uruguay). Facultad de Ingeniería.
- Hanjura, A. (2014). *Desarrollo de aplicaciones en la nube Heroku*. Packt Publishing Ltd.
- INEN. (2016). Accesibilidad de las personas al medio físico. Estacionamientos-Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2248. Quito: ICS
- INEN. (2010). Señalización Vial. Parte 1. Señalización vertical-Reglamento técnico ecuatoriano 004. Quito: ICS.
- Idna Idris, M., Leng Y., Tamil E., & Razak, Z. (2009). Car Park System: A Review of Smart Parking System and its Technology. *Information Technology Journal*, 8(2),101-113, doi:10.3923/itj.2009.101.113.
- Lin, T. S. (2015). Smart parking: Network, infrastructure and urban service (Doctoral dissertation, Lyon, INSA).
- Martínez, A. A. (2012). FE-AVL sistema automático de localización vehicular. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 6(4), 70-81.
- Moncayo, M. V. R., Núñez, M. A. C., Hernández, O. H. Á., & Pinta, S. V. (2018). Emisión de

dióxido de carbono de vehículos automotores en la ciudad de Loja, Ecuador.

CEDAMAZ, 8(1), 23-29.

Mora-Castillo, J. A. (2016). Serialización/deserialización de objetos y transmisión de datos

con JSON: una revisión de la literatura. *Revista tecnología en marcha*, 29(1).

<https://doi.org/10.18845/tm.v29i1.2544>

Moyolema Chaglla, Á. G., Toscano Guerrero, E., Toalombo Rojas, B. M., & Killkana, R. (2022). Simulador de tráfico vehicular mediante el modelo matemático macroscópico

LWR. *Killkana Técnica*, 5(1). <https://doi.org/10.26871/killkanatecnica.v5i1.959>.

Mozo Sánchez, J. (2012). Teoría de flujo vehicular. *Análisis de capacidad y nivel de servicio*

de segmentos básicos de autopistas, segmentos trenzados y rampas de acuerdo al manual de Capacidad de darreteras HCM2000 Aplicando MathCad, 10–29.

<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/417/A4.pdf>

NaylampMechatronics (2019). NayLamP Mechatronics. Sensor de proximidad fotoeléctrico

Infrarrojo E18-D80NK. Modelo SEN-PROX-IR-E18-D80NK. Disponible en:

<https://naylampmechatronics.com/sensores-proximidad/236-sensor-de-proximidad-fotoelectrico-infrarrojo-e18-d80nk.html>.

Novillo-Vicuña, J., Rojas, D. H., Olivo, B. M., Ríos, J. M., & Villavicencio, O. C. (2018). Arduino

y el internet de las cosas (Vol. 45). 3Ciencias. ISBN: 978-84-949151-8-5

- Ogoño Aguinosa, J. R., & Orozco Calva, L. F. (2020). Análisis del tránsito vehicular en las intersecciones viales en el centro histórico de la ciudad de Loja, determinando el nivel de servicio (Bachelor's thesis).
- Peña, C. (2013). *Redes la guía definitiva*. Editorial REDUSERS. Argentina
- Peña, C. (2020). *Arduino IDE: Domina la programación y controla la placa*. RedUsers.
- Radelat, G. (2003). *Principios de ingeniería de tránsito*. Institute of Transportation Engineers.
- Ruiz Lizama, E. (2014). Lenguajes de programación: Conceptos y paradigmas. *Industrial Data*, 4(1), 071. <https://doi.org/10.15381/idata.v4i1.6605>.
- Ruiz Pico, Ángel A., Sánchez Jumbo, K. J., & Arteaga Torres, L. J. (2019). Modelos de ordenación del tráfico de la ciudad de Loja. *Ciencia*, 21(2), 31–43. <https://doi.org/10.24133/ciencia.v21i2.1515>
- Roger Pressman (2010). *Ingeniería de Software: Un Enfoque Práctico*. Séptima Edición, McGraw-Hill.
- Salazar Soler, J., Silvestre Bergés, S., & Marzo, J. (2020). *Proceso de diseño y fabricación de una placa de circuito impreso (PCB)*.
- Salazar, J (2016). "Redes inalámbricas". European Virtual Learning Platform for Electrical and Information Engineering.
- Sánchez, J. R., & Martínez, J. V. D. (2012). Las redes inalámbricas, más ventajas que desventajas.
- Salazar, J. (2017). *Redes Inalámbricas*. In *Artículo* (Vol. 2).
- Sadhukhan, P. (2017). An IoT-based E-parking system for smart cities. In 2017

International conference on advances in computing, communications and informatics

(ICACCI) (pp. 1062-1066). IEEE.

Soto Marcelo C., & Hidalgo Parrales. (2022). Reporte mensual de matriculación vehicular.

Loja-Ecuador.

Scott, M. (2009). Programming language pragmatics. Amsterdam Boston.

Smith, B. (2015). In *Beginning JSON*. <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-0202-9>.

11 Anexos

Los procesos del servidor muestran cómo es la vista de interacción en cada uno de sus escenarios, que van desde la página principal hasta las gráficas de operación mostrando su comportamiento para poder manejarlo y navegar dentro de la base de datos. A continuación, se muestra el detalle de cada vista en conjunto con la interacción que se puede realizar:

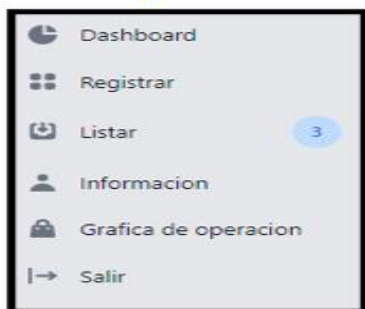
Anexo 1. Acceso a la base de datos.



La interfaz cuenta con un registro de Email (Usuario) y Clave (Contraseña) para entrar.

Anexo 2. Interfaz del servidores.

El mapa indica los lugares en donde se encuentran registrados los sensores con su total de plazas disponibles.

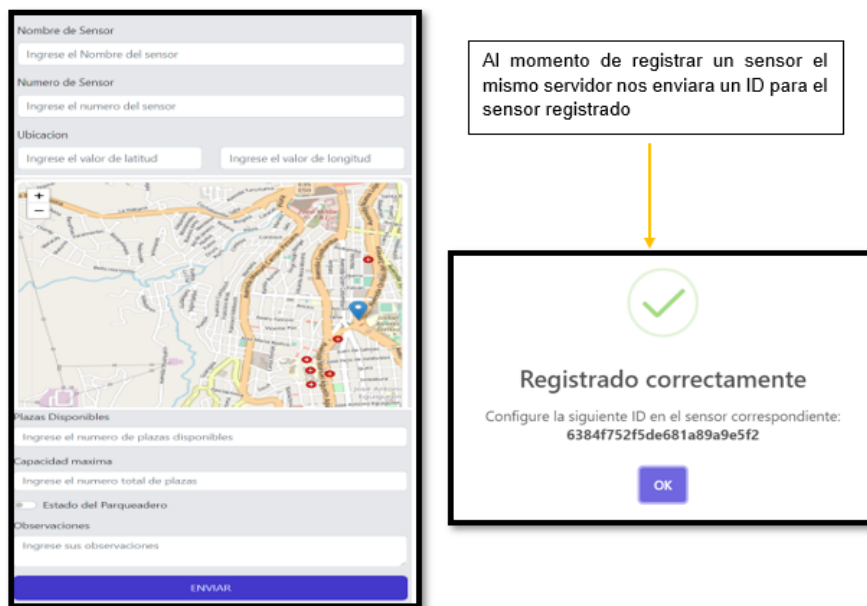


NUMERO	NOMBRE	PLAZAS DISPONIBLES	TOTAL DE PLAZAS
2	SENSOR PRUEBA 2	8	15
3	Sensor prueba 3	4	10
4	SENSOR AUXILIA	10	15

La interfaz principal muestra la estructura con cada sensor ya registrado y las funciones que se pueden utilizar, también cuenta con un mapa que muestra todos los registros de los lugares y un cuadro adicional que indica mediante una lista con cada uno de los sensores registrados.

Para una segunda pestaña se observa el registro de los sensores, que es donde se ingresan los datos para registrar un nuevo sensor, generando un ID para poder comunicar al prototipo dentro del estacionamiento.

Anexo 3. Registro de un sensor.



Dentro de lo que es la vista de lista, se tiene el registro de todos los sensores con sus debidas acciones para poder modificar u observar el último reporte del lugar, también se tienen los datos que son el nombre, número de plazas y el ID del sensor registrado.

Anexo 4. Lista de sensores registrados.

ID	NUMERO	NOMBRE	PLAZAS DISPONIBLES	TOTAL DE PLAZAS	ULTIMO REPORTE	DESCRIPCIÓN	ESTADO	ACCIONES
f23cb58e0fd7844733	2	SENSOR PRUEBA 2	8	15	23/11/2022 18:01:33	ESTACIONAMIENTO PUBLICO EN LAS CALLES	<input checked="" type="checkbox"/>	
01e60b4280a24188e5	3	Sensor prueba 3	4	10	17/10/2022 20:25:54	parqueo con espacios disponibles de la universidad	<input checked="" type="checkbox"/>	

Dentro del apartado que indica “ACCIONES “se puede modificar o eliminar el sensor dependiendo del caso en el que se puede encontrar.

Anexo 5. Configuraciones del sensor.



Nombre de Sensor
SENSOR PRUEBA 2

Numero de Sensor
2

Ubicacion
-4.020396482178 -79.21099142854

Plazas Disponibles
8

Capacidad maxima
15

Observaciones
ESTACIONAMIENTO PUBLICO EN LAS CALLES

Actualizar Cerrar

La modificación se puede actualizar más no su id que viene a ya estar registrado dentro de la página.

La siguiente imagen muestra la información del registro de entrada y salida para cada sensor en él se muestra la hora en la que se produjo la acción. A su vez, se muestran las gráficas de operación en la siguiente pestaña que permite tomar los datos de uso para el estacionamiento que se ha seleccionado.

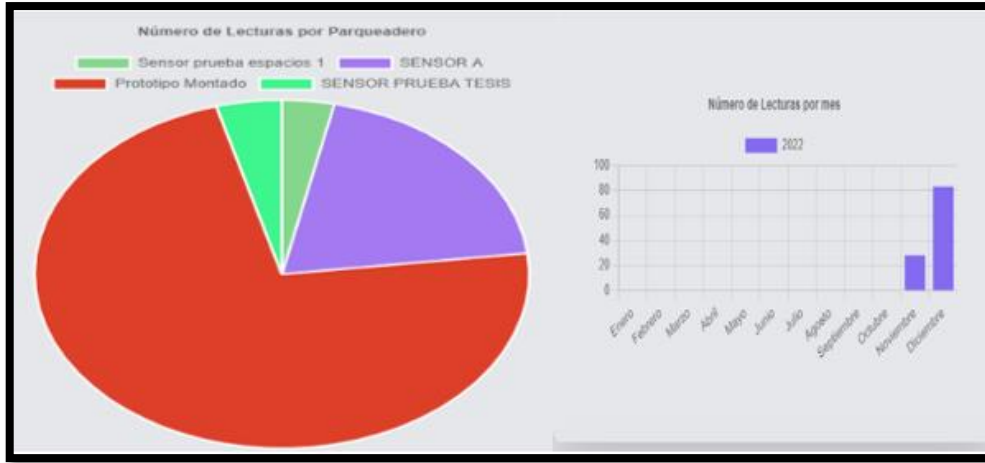
Anexo 6. Registro de entradas y salidas.

ID DEL SENSOR	NOMBRE DEL SENSOR	ACCION	FECHA
6326383b3cb58e0fd784474e	SENSOR PRUEBA 2	ENTRADA	17/9/2022 16:12:27
632638443cb58e0fd7844756	SENSOR PRUEBA 2	ENTRADA	17/9/2022 16:12:36
632638473cb58e0fd784475e	SENSOR PRUEBA 2	ENTRADA	17/9/2022 16:12:39
6326384f3cb58e0fd7844766	SENSOR PRUEBA 2	SALIDA	17/9/2022 16:12:47
632638523cb58e0fd784476e	SENSOR PRUEBA 2	SALIDA	17/9/2022 16:12:50

Como se mencionó, las gráficas de operación nos muestran el número de lecturas que ha obtenido el sensor para cada estacionamiento indicando su uso y también lo que

es el tiempo para cuantificar el nivel de uso que tiene como el optar por una base con registros de datos para un estacionamiento.

Anexo 7. Graficas de operación.



Un dato importante es que la base de datos es únicamente para la gestión de estacionamientos en donde se pueda organizar la información para ser procesada dentro de la misma y enviada a la aplicación móvil, la cual es de carácter público en lo que puede compartirse los resultados.

Uso de la aplicación móvil

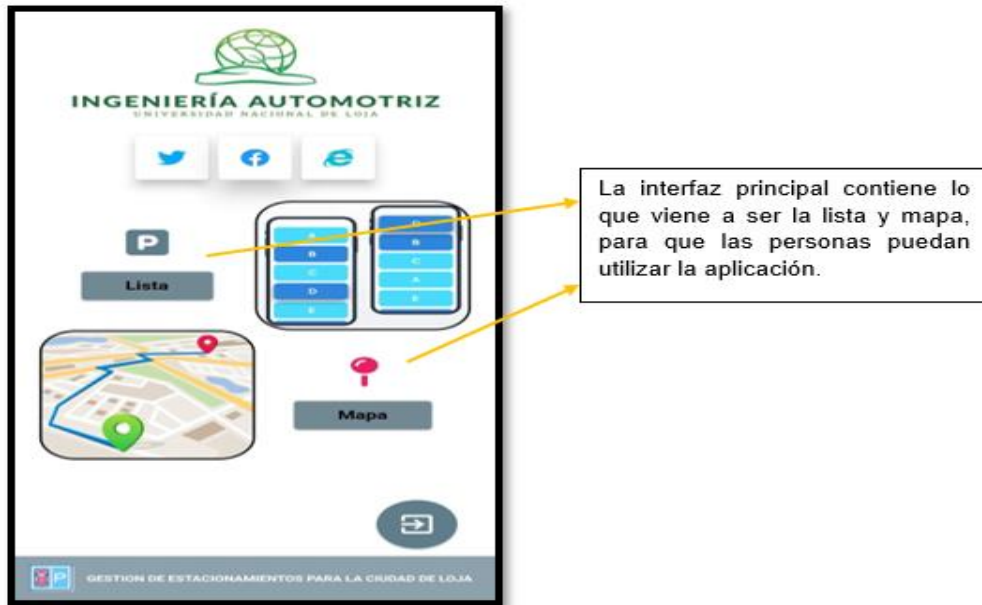
El desarrollo de una aplicación que permita tener en la mano la información de un estacionamiento es una de las tareas más trascendentes que tienen los desarrolladores de aplicaciones móviles, sin embargo, el hecho de tener una aplicación implica realizar una serie de atributos en lo que implica ser el desarrollo de un código para celular. Aunque en el mercado laboral existen programadores que brindan facilidades para aprender a programar una app.

De esta manera se precisa de un programador con conocimientos profundos para el desarrollo de aplicaciones, llegando así a realizar una aplicación en conjunto con un programador que esclarezca las ideas del funcionamiento de la misma. Logrando desarrollar una aplicación sencilla en la que su funcionamiento se basa en el recibimiento de información del servidor web.

Mediante la página Flutter se desarrolla la estructuración del código para crear y diseñar la aplicación la cual tiene sus fundamentos de codificación con la comunicación y muestra

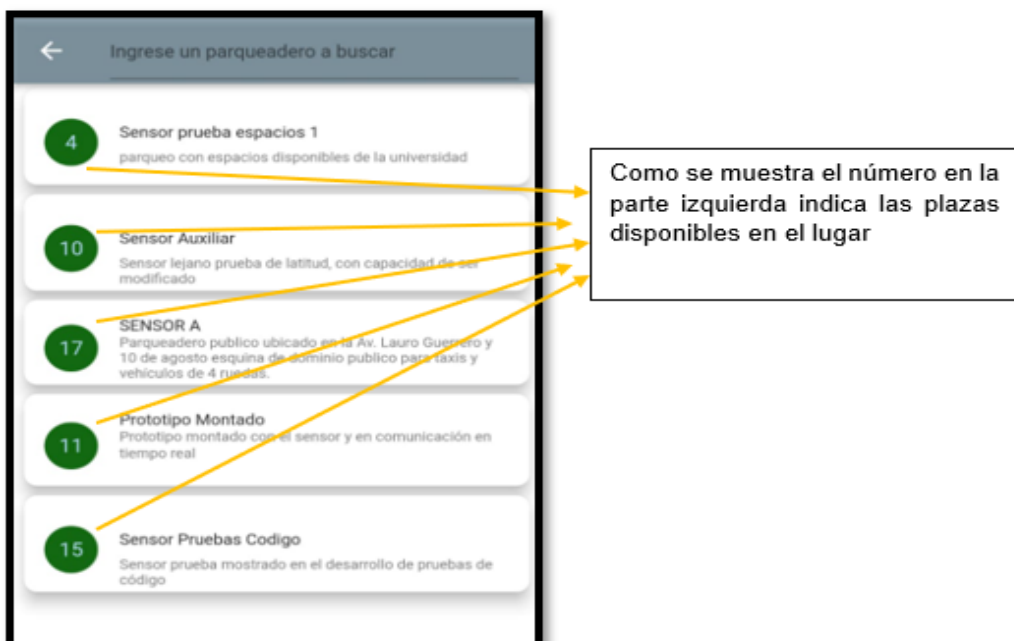
de datos. Utilizando una aplicación en la que se pueda observar los estacionamientos y su cantidad de espacios disponibles dentro del mismo.

Anexo 8. *Interfaz de la aplicación móvil.*



Dentro de la vista lista nuestra aplicación nos muestra la lista de todos los sensores registrados con su información pertinente para cada uno de ellos, en la que las personas puedan conocer su disposición o algún detalle que se requiera conocer.

Anexo 9. *Modelo del boton lista con estacionamientos registrados.*



El otro botón de indica con el GPS los lugares ya anteriormente registrados en la aplicación de manera que se obtiene otra vista en el que las se puede ver directamente con Google maps del lugar.

Anexo 10. *Información del parqueadero..*

SENSOR A
Distancia 2.57km

Parqueadero publico ubicado en la Av. Lauro Guerrero y 10 de agosto esquina de dominio publico para taxis y vehiculos de 4 ruedas.

Llenas 3	Libres 17	Total 20
--------------------	---------------------	--------------------

[Abrir en Maps](#)

De igual forma se indica las plazas llenas, libres y el total en el lugar.

El mapa guiara directamente al Google maps para dirigir al lugar donde se encuentra el estacionamiento.

Anexo 11. Certificado de traducción del resumen.



Lic. Mónica Guarnizo Torres
SECRETARIA DE "BRENTWOOD LANGUAGE CENTER"

CERTIFICA:

Que el documento aquí compuesto es fiel traducción del idioma español al idioma inglés del trabajo de titulación denominado "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTADOR DE VEHÍCULOS PARA LA GESTIÓN DE ESTACIONAMIENTOS EN LA CIUDAD DE LOJA", del estudiante SANTIAGO JOSÉ LOJA REYES, con cédula de identidad No. 1105195596, egresado de la carrera de Ingeniería Mecánica Automotriz de la Universidad Nacional de Loja.

Lo certifica en honor a la verdad y autoriza al interesado hacer uso del presente en lo que a sus intereses convenga.

Loja, 07 de marzo de 2023

Lic. Mónica Guarnizo Torres
SECRETARIA DE B.L.C.

