



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA DE COMUNICACIÓN  
PARA EL MONITOREO Y GESTIÓN DE VEHÍCULOS RECOLECTORES  
DE BASURA

AUTOR

Daymond Santiago Navarrete Guerrero

AÑO

2020



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA DE COMUNICACIÓN PARA EL  
MONITOREO Y GESTIÓN DE VEHÍCULOS RECOLECTORES DE BASURA

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos  
establecidos para optar por el título de Ingeniero en Redes y  
Telecomunicaciones

Profesor Guía

Mg. Iván Ricardo Sánchez Salazar

Autor

Daymond Santiago Navarrete Guerrero

Año

2020

### **DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA**

“Declaro haber dirigido el trabajo, Implementación de una plataforma de comunicación para el monitoreo y gestión de vehículos recolectores de basura, a través de reuniones periódicas con el estudiante Daymond Santiago Navarrete Guerrero, en el semestre 202020, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.”

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Iván Ricardo Sánchez Salazar', positioned above a horizontal line.

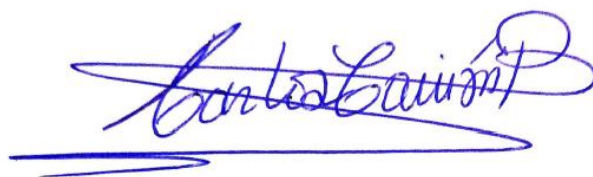
Iván Ricardo Sánchez Salazar

Magíster en Calidad, Seguridad y Ambiente

C.C. 1803456142

## DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

"Declaro haber revisado este trabajo, Implementación de una plataforma de comunicación para el monitoreo y gestión de vehículos recolectores de basura, del estudiante Daymond Santiago Navarrete Guerrero, en el semestre 202020, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación"



---

Carlos Carrión Betancourt  
Magister en Gerencia de Redes y Telecomunicaciones  
C.C. 0502163447

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE**

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”



---

Daymond Santiago Navarrete Guerrero

C.C. 1722786322

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, agradecer a Dios por bendecirme y llenarme la vida de aprendizajes y experiencias a lo largo de este trayecto. A mi padre, por ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y debilidad. Y por haberme brindado la oportunidad de adquirir una excelente educación. A mi madre y hermanos, por su cariño constante durante todo este proceso y por ser parte esencial de ejemplo y sacrificio en la vida.

Santiago

## **DEDICATORIA**

Esta tesis se la dedico a mi padre, quien con su absoluto apoyo supo manifestarme su generosidad para superar cada obstáculo, y a mi madre, quien con su resguardo y dedicación ha sabido inculcarme buenas costumbres y modales a lo largo de todo este camino. Sin ellos, no hubiese sido posible obtener este logro.

Santiago

## RESUMEN

En la presente investigación se detalla el proceso de diseño de una Plataforma Web de Comunicación para el Monitoreo y Gestión de Vehículos Recolectores de Basura, el cual tiene por objetivo mejorar el acceso a la información de la cercanía del vehículo recolector y alertar a los moradores del sector. El sistema permite visualizar los trayectos del vehículo recolector de basura perteneciente a la Empresa Metropolitana EMASEO EP, encargada de realizar la recolección de desechos sólidos residenciales o industriales.

El diseño y funcionamiento de la plataforma está desarrollado en base a los parámetros de diseño establecidos, afiliados a un proceso de localización congruente. Mediante la plataforma el operador del vehículo recolector de basura puede gestionar la notificación de incidentes de cualquier índole suscitados a lo largo del trayecto (accidentes, fallos mecánicos, logísticos), por otro lado, el usuario cuenta con total apertura hacia la plataforma, la cual posee una interfaz amigable correspondiente al trayecto.

La metodología inicial del diseño del sistema, comparte su enfoque en el establecimiento de rutas eficientes, de esta manera, las buenas prácticas realizadas en la plataforma no comprometen la logística de los vehículos recolectores de basura a tal punto de realizar trayectos erróneos como consecuencia de un mal manejo de la plataforma, motivo por el cual, se evita aglomeración de desechos en la intemperie que pueden ser perjudiciales para la salud y que generalmente son objeto de malestar para la sociedad en cuestión.



## **ABSTRACT**

This research details the development of a Communication Platform for the Monitoring and Management of Refuse Collection Vehicles, which aims to improve access to information on the proximity of the collection vehicle and to alert the inhabitants of the sector. The system allows the visualization of the routes of the garbage collection vehicle belonging to Metropolitan Enterprise EMASEO EP, which oversees collecting residential or industrial solid waste.

The design and operation of the platform is developed based on the established design parameters, affiliated to a congruent location process. Through the platform, the operator of the garbage collection vehicle can manage the notification of incidents of any kind arising along the way (accidents, mechanical, logistical failures), on the other hand, the user has total openness towards the platform, which has a friendly interface corresponding to the route.

The initial methodology of the system design shares its focus on establishing efficient routes. In this way, the good practices carried out on the platform do not compromise the logistics of the garbage collection vehicles to such an extent that they make erroneous trips as a result of poor handling of the platform, which is why it avoids the agglomeration of waste in the open air that can be harmful to health and that is generally the object of discomfort for the society in question.

# ÍNDICE

1. Capítulo I. Introducción.....	1
1.1. Antecedentes .....	1
1.2. Alcance .....	2
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivo General .....	4
1.5. Objetivos Específicos .....	4
1.6. Metodología .....	5
2. Capítulo II. Marco Teórico .....	5
2.1. Plataformas de Interacción para Gestión de Monitoreo .....	6
2.1.1. Google Maps .....	6
2.1.2. Trackimo.....	7
2.1.3. The Mileage Ace GPS Mileage Tracker .....	8
2.3. Servicio de Recolección .....	13
2.3.1. Itinerario y Asiduidad de Recolección en la Ciudad de Quito. ....	13
2.4. Diagrama de Flujo del Monitoreo y Gestión de Vehículos Recolectores de Basura .....	18
2.5. Diagrama de Proceso de la Gestión y Recolección de Basura.....	19
2.9. Desarrollo de Software .....	22
2.9.1. Tipos de Lenguajes de Programación .....	23
2.9.2. Instrumentos y Entornos de Desarrollo .....	23
2.10. Metodología BEM ( <i>Bloque, Elemento, Modificador</i> ) .....	26
2.11. Alojamiento Web .....	28
3. Capítulo III. Desarrollo del Diseño de la Plataforma de Comunicación para el Monitoreo y Gestión.....	30
3.1. Tratamiento de la Información.....	30
3.2. Red de Monitoreo.....	31
3.3. Software .....	33

3.3.1. Base de Datos.....	33
3.3.2. Plataforma Web.....	35
3.3.3. Aplicación Móvil.....	37
3.3.4. Hosting Web.....	38
3.3.5. Google Maps JavaScript API.....	40
3.3.6. Carga de la API de JavaScript de Google Maps .....	41
3.3.7. Precisión del Sistema de Posicionamiento Global .....	42
<b>4. Capítulo IV. Implementación de la Plataforma de Comunicación para el Monitoreo y Gestión de Recolectores de Basura .....</b>	<b>43</b>
4.1. Sección Back-End.....	43
4.1.1. MySQL .....	43
4.1.2. Alojamiento Web .....	44
4.2. Sección Front-End.....	45
4.2.1. Plataforma Web.....	45
4.2.1.1. Interfaz de Inicio de Sesión.....	46
4.2.1.2. Entorno de Gestión de Rol Administrador.....	47
4.2.1.3. Interfaz para Interacción de Usuario Convencional .....	50
4.2.1.4. Usuario Operador .....	51
4.2.1.5. Usuario Convencional.....	51
4.2.2. Aplicación Móvil.....	54
4.3. Direccionamiento, Waypoints y Geocodificación. ....	56
<b>5. Capítulo V. Pruebas de Funcionamiento de la Plataforma .....</b>	<b>58</b>
5.1. Software.....	58
<b>6. Conclusiones y Recomendaciones .....</b>	<b>70</b>
6.1. Conclusiones.....	70
6.2. Recomendaciones.....	72
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>74</b>

## **1. Capítulo I. Introducción**

### **1.1. Antecedentes**

La importancia y necesidad de brindar un servicio efectivo en la recolección de residuos mediante el control de monitoreo de la flota de recolectores en el Distrito Metropolitano de Quito, es el impulsor de esta idea innovadora.

La recolección de basura es uno de los grandes inconvenientes que se suscitan a diario en la Ciudad de Quito, en efecto, esto conlleva a producir una gran preocupación tanto para las entidades administrativas como para los moradores de los distintos barrios pertenecientes a la ciudad de Quito, específicamente en los moradores de la parroquia urbana Comité del Pueblo, motivo por el cual se desea brindar una propuesta que contribuya a la disolución del mismo.

En marzo de 2019, el Grupo Caabsa Eagle plantea un sistema de GPS para todas las unidades de transporte de recolección de basura como motivo de la renovación de términos y condiciones de la concesión con el Municipio de Guadalajara, México. La idea del proyecto se basa en que los ciudadanos tengan la posibilidad de conocer con exactitud la hora en la que circulará el camión recolector, de esta forma evitar que los desechos se mantengan expuestos en las calles mucho tiempo.

En Ecuador los sistemas de monitoreo para recolectores de basura han tenido una evolución escasamente significativa y de lento progreso por lo que solo se ha podido mejorar el almacenamiento de basura, más no el control y monitorización.

Hoy en día, se ha puesto en manifiesto el fastidio que existe por parte de la comunidad ante los diferentes problemas suscitados y con los cuales deben sobrellevar su vida cotidiana, algunos de estos problemas se

detallan a continuación: incumplimiento de horario por parte de los recolectores, recolección incompleta en sectores principales de la ciudad, entre otros.

El confort de la ciudadanía es una de las necesidades ipso facto en el ámbito de recolección de basura, para lo cual, se iniciará la implementación de una plataforma de monitoreo de recolectores de basura en una zona parroquial urbana en particular (Comité del Pueblo), ya que posee una cifra importante de habitantes. Se puede impulsar la concientización de los habitantes de la ciudad de Quito, para que no despojen sus desechos en horarios no adecuados, dado que el ambiente podría deteriorar dichas bolsas y causar un daño al medio ambiente. Además, el proyecto como propuesta de innovación podrá servir de guía y abrir nuevos rumbos de mejoras constantes a largo plazo.

Para lo mencionado anteriormente y en base a las necesidades requeridas, se desea implementar un prototipo de una plataforma de comunicación para el monitoreo de los vehículos recolectores de basura en el Cantón Quito, debido a la gran cantidad de habitantes se ha optado por realizar la implementación específicamente para la Parroquia Urbana del Comité del Pueblo, Cantón Quito.

## **1.2. Alcance**

Desarrollar una plataforma que permita monitorear la ubicación de los vehículos recolectores de basura en la Parroquia Comité del Pueblo, Cantón Quito, a través del cual se pueda acceder a información del vehículo recolector y a su vez que los usuarios (moradores del sector) puedan acceder al sistema desde cualquier computador personal o dispositivo móvil con acceso a Internet.

La plataforma contará con un entorno web que permitirá monitorear las rutas asignadas y toda la información pertinente respecto a la logística de

localización de los vehículos recolectores de basura que estará alojada en una plataforma de alojamiento de datos.

Esta plataforma entregará informes acerca de los vehículos recolectores como: número de placa, nombre del conductor operador, frecuencia de rutas que podrán ser actualizadas dependiendo la logística de transporte de la Empresa de Aseo de la Ciudad de Quito, Emaseo EP y la generación de reportes de la trayectoria realizada por el vehículo recolector de basura.

Adicionalmente, el sistema posee una interfaz web amigable con el usuario que facilitará realizar: notificaciones en línea, sugerencias o quejas, monitoreo de los vehículos recolectores de basura, gestión de control, reportes detallados en base al monitoreo.

Finalmente, se realizarán las respectivas pruebas con la finalidad de evidenciar el funcionamiento de la plataforma en cuanto al monitoreo y control de los recolectores de basura en los barrios de la parroquia Comité del Pueblo.

### **1.3. Justificación**

Los vehículos recolectores de basura cumplen un papel protagónico y tienen como función principal mantener las zonas de la ciudad despejadas de acumulación exagerada de residuos, de esta manera, se evita la exposición a la intemperie de los mismos ya que esto puede causar alergias y/o enfermedades a futuro, la expansión de malos olores y provocar inconformidad en los moradores por la falta de coordinación y cumplimiento ecuánime de este servicio.

Al monitorear las unidades de la flota recolectora de basura, se logrará un eficiente control con respecto a rutas, retrasos o anomalías durante el trayecto, con la finalidad de mejorar el servicio otorgado con apoyo de

tecnología.

La finalidad por la cual se requiere implementar esta plataforma radica en la factibilidad de la implementación que brinda soporte a la recolección de residuos residenciales e industriales, manteniendo una constante alerta hacia la comunidad, basándose en la estructura de logística de circulación que poseen las unidades de recolección, entablado una comunicación coordinada y eficaz entre unidad y usuario.

La utilización de la plataforma de comunicación para el monitoreo de recolectores de basura permitirá ofrecer metodologías académicas experimentales, considerando la posibilidad de desarrollar alternativas de casos de estudio, induciendo al estudio como valor principal en la Universidad de las Américas, UDLA.

#### **1.4. Objetivo General**

Diseñar una plataforma de comunicación (Software) para el monitoreo y gestión de los vehículos recolectores de basura.

#### **1.5. Objetivos Específicos**

- Indagar las tecnologías contemporáneas para establecer los elementos de software que integran el sistema de monitoreo y gestión de los vehículos recolectores de basura.
- Diseñar una plataforma para el monitoreo y gestión de recolectores de basura en base al análisis previo de las variables de entrada y salida.
- Implementar una plataforma (software) de monitoreo y gestión en base a las condiciones de diseño propuesto que integran los procesos de localización.
- Realizar las pruebas de funcionamiento de la plataforma para el monitoreo y gestión de los vehículos recolectores de basura.

## **1.6. Metodología**

El presente trabajo de diseño e implementación se desarrollará en base a métodos técnicos, empíricos y exploratorios a través de la recopilación de información tecnológica y ensayos de experimentación.

Se efectuará el levantamiento de información, la cual será seleccionada en base a las distintas plataformas virtuales que posee el Cuerpo de Administración del Municipio de Quito, dichos datos tendrán una perspectiva de exploración de proporcionalidad numérica y atributiva.

Se realizará el análisis de las variables de entrada, variables de salida y su fase de inserción en el proceso de desarrollo de la plataforma web para el monitoreo y gestión de control de los vehículos recolectores de basura.

Además, se utilizará el método experimental para el desarrollo de la plataforma web de monitoreo y gestión de control de los vehículos recolectores de basura se lo realizará de acuerdo a la investigación experimental, la cual dará cabida al enfoque central del presente trabajo de diseño.

Se realizará una vinculación de la plataforma web hacia la comunidad de la Universidad de las Américas, comprendidos entre docentes y en su momento al departamento de logística de la Empresa de Aseo de la Ciudad de Quito, EMASEO EP; esto se desempeñará con la ayuda de un análisis de entorno.

## **2. Capítulo II. Marco Teórico**

En esta sección se detallará información en términos generales en cuanto a los sustentos conceptuales, tecnologías involucradas a utilizarse las cuales servirán como soporte para la realización práctica de la plataforma



web de transmisión de información para el monitoreo y gestión de vehículos recolectores de basura

## **2.1. Plataformas de Interacción para Gestión de Monitoreo**

### **2.1.1. Google Maps**

Google Maps es una herramienta mediante la cual se puede gestionar la ubicación como una alternativa de rastreo GPS y alberga determinadas características, ligadas a la alta precisión de GPS, tales como: rastreo de rutas, historial de rutas y en ocasiones, facilidad para hallar prestaciones tópicas.

Algunas características de Google Maps:

- Amplio detalle del mapa en cuestión que resulta idóneo para el rastreo.
- Monitoreo en tiempo real del GPS, a través de un dispositivo inteligente.
- Herramienta gratuita.
- Compatibilidad con plataformas (Android e iOS).
- Capacidad de medición de la distancia entre un lugar específico y otro.
- Personalización de trayectos como alternativa para cubrir la mejor ruta.

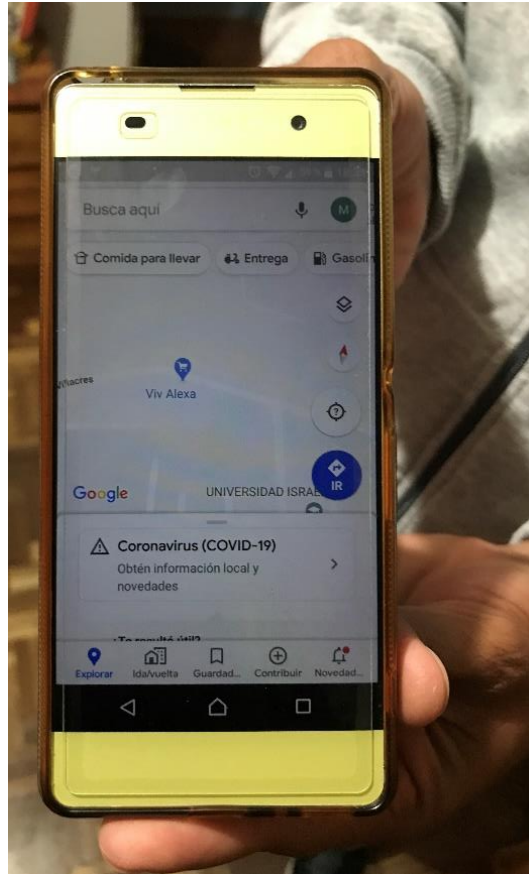


Figura 1. Aplicativo Google Maps

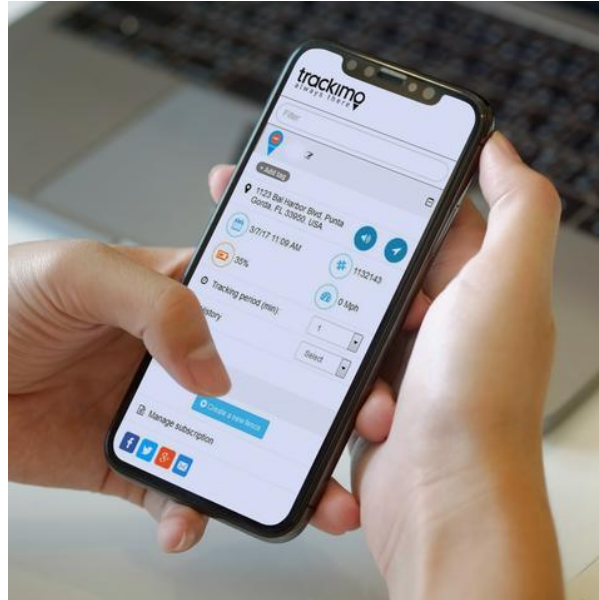
### 2.1.2. Trackimo

Plataforma que permite el rastreo integro de vehículos, posee una app que es descargable para el usuario acompañada de un elemento rastreador adaptable al vehículo con la capacidad de otorgar información en cualquier parte del mundo.

Según (Wikiversus, s.f.), algunas características de trackimo son:

- Cobertura global satelital
- Monitorización en tiempo real
- Su precio bordea paquetes desde los 200 dólares.
- Posee un botón de pánico para casos de emergencia
- El dispositivo rastreador es adaptable debido a su tamaño reducido.

- Su anatomía comprende una funcionalidad de entre 47 y 72 horas de actividad ininterrumpida



*Figura 2.* App y Dispositivo de Rastreo de Trackimo  
Tomado de (Trackimo, 2018)

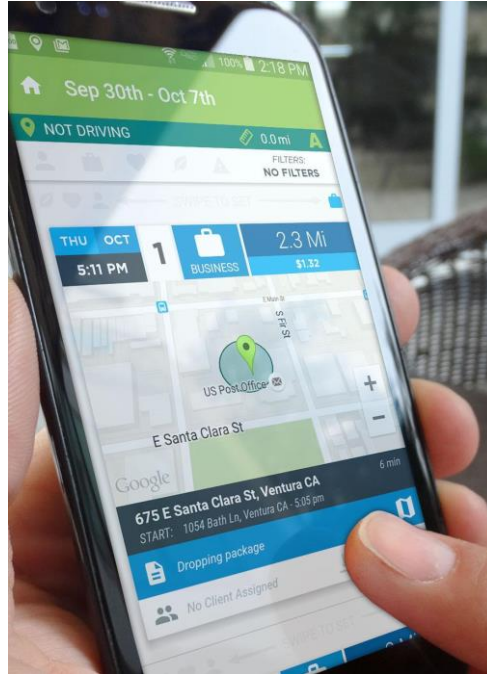
### 2.1.3. The Mileage Ace GPS Mileage Tracker

Aplicación de categoría profesional utilizada por empresas u organizaciones para el rastreo de vehículos. Emplea GPS de captura rápida para marcar y registrar la ubicación en todo instante de tiempo. Su margen de error (mínimo) se basa en el cálculo exacto de kilometraje recorrido, de esta manera garantiza una deducción mayor.

Algunas características sobre The Mileage Ace GPS Mileage Tracker:

- Acompañamiento en tiempo real del Sistema de Posicionamiento Global (GPS).
- Seguridad en base a configuraciones rígidas a prueba de manipulaciones nocivas.
- Precisión en su más alto nivel, 100%.

- Garantía de fábrica por 3 años.
- Su precio puede ser: \$129 como pago único o \$5,99 mensuales.



*Figura 3. App de Monitoreo Mileage Tracker*  
Tomado de (APKPure, 2014)

Para la realización de la plataforma web, se ha adoptado la utilización de la plataforma de Google Maps, ya que al ser una herramienta gratuita y de fácil obtención para el usuario, en la actualidad, su plataforma de monitoreo es la más estable en el entorno tecnológico de aplicaciones de rastreo. Para esta selección, se ha conceptualizado el desarrollo de un marco informativo en base a la metodología de investigación FODA, por sus siglas Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas.



Figura 4. Matriz de Análisis FODA de Google Maps

## Análisis cualitativo y cuantitativo de la Plataforma de Interacción.

Nivel de Impacto	4	Excelente	Google Maps	Trackimo	The Mileage GPS
	3	Bueno			
	2	Regular			
	1	Malo			
	0	No Aplica			
<b>Fortalezas</b>					
	4	Excelente	4	4	4
	4	Excelente	4	3	3
	4	Excelente	4	3	3
	4	Excelente	4	4	4
<b>Oportunidades</b>					
	4	Excelente	4	4	4
	3	Bueno	3	3	3
	4	Excelente	4	4	2
	4	Excelente	4	0	0
<b>Debilidades</b>					
	4	Excelente	4	4	4
	1	Malo	1	0	0
	2	Regular	2	2	2
	2	Regular	2	2	2
<b>Amenazas</b>					
	2	Regular	2	2	2
	2	Regular	2	2	2
	3	Bueno	3	3	3
	2	Regular	2	2	2
<b>Total de Impacto</b>			<b>49</b>	<b>42</b>	<b>40</b>

Figura 5. Matriz de Nivel Impacto de la Plataforma Google Maps.

Como resultado del impacto total entre las plataformas de interacción para la gestión de monitoreo, se puede concluir que *Google Maps* es la herramienta que se sujeta a los requerimientos del presente proyecto, gracias a sus características técnicas.

## **2.2. Contemporaneidad del Proceso de Recolección de Basura en la Parroquia Urbana del Comité del Pueblo No. 1**

La aglomeración de basura, sin duda, es uno de los mayores inconvenientes suscitados en los barrios de la Ciudad de Quito. La Parroquia Urbana Comité del Pueblo No. 1 ha sido catalogada como punto crítico al tener un índice elevado de producción de desechos. Uno de los causantes principales de la acumulación de basura es la falta de información acerca de los horarios del servicio de recolección ya que esto genera gran incertidumbre y preocupación en los moradores del sector ya que generalmente desechan sus residuos en cualquier día de la semana y a cualquier hora.

En marzo del 2018, la Empresa de Aseo de Quito inició la descontenerización sobre la Parroquia Urbana del Comité del Pueblo que consiste en apartar los contenedores que almacenan la basura, con esta acción se pretendía mejorar el servicio de recolección de acuerdo a la perspectiva técnica; la Empresa Pública realizó evaluaciones topográficas, levantamiento de información acerca de posibles restricciones operativas para este sector, del mismo modo un análisis de categorización de basura desechada por los habitantes de esta Parroquia Urbana.

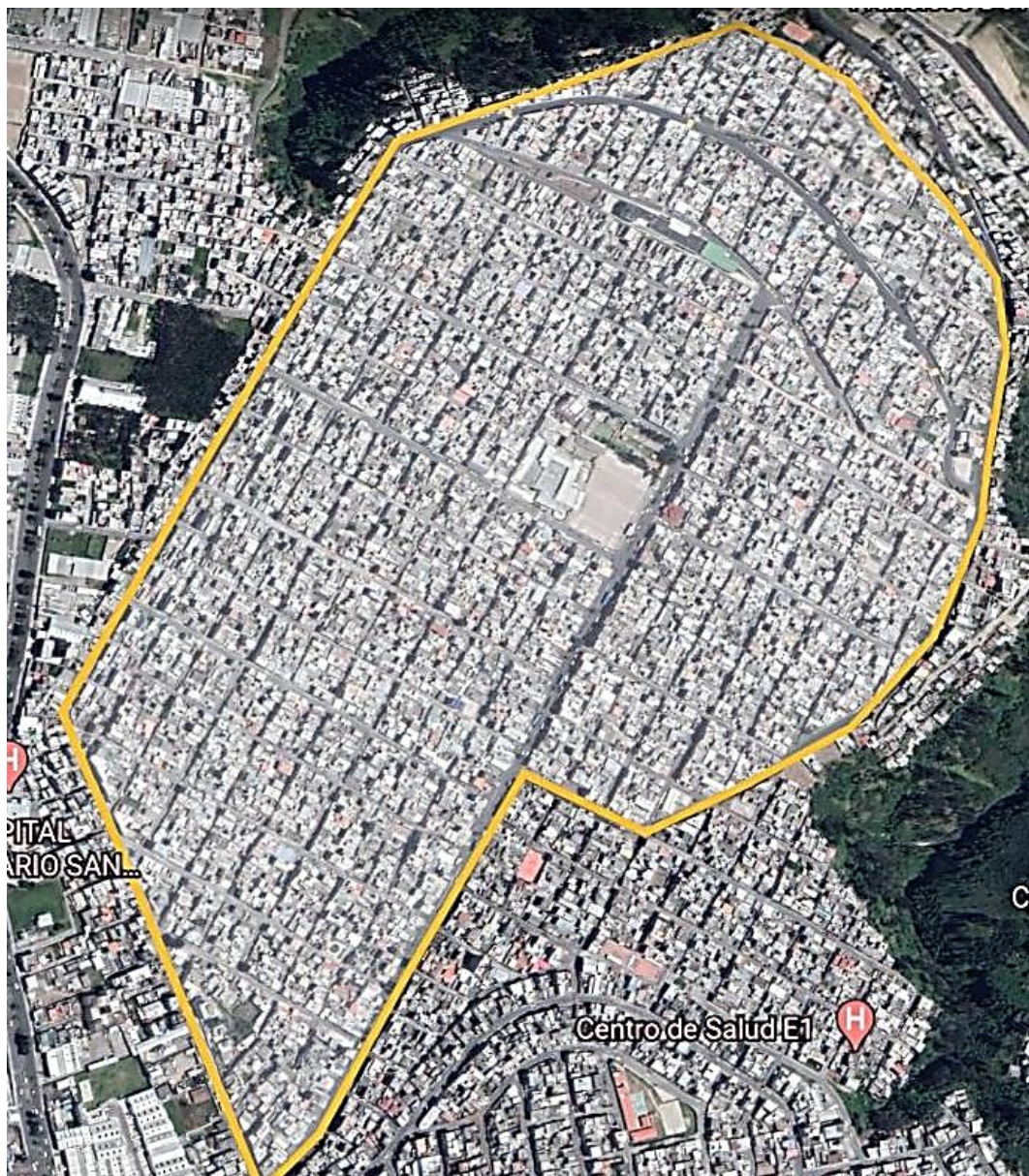
Es importante destacar que la Empresa Pública Metropolitana de Aseo otorgó en añadidura a su guía técnica de recolección una frecuencia de recolección extra para el Comité del Pueblo No. 1, específicamente para desechos domésticos, los mismos que son recogidos los días domingos.

Debido a esta problemática, el presente proyecto tiene la finalidad de cubrir gran parte de la insuficiencia como alternativa de solución a la escases de información con relación al desarrollo técnico de recolección de basura en la Parroquia Urbana del Comité del Pueblo No. 1

En la Figura 6 se puede visualizar el mapa de la extensión territorial que



comprende la Parroquia Urbana Comité del Pueblo No. 1



*Figura 6.* Mapa Satelital de la Parroquia Urbana Comité del Pueblo No. 1 Tomado de (Google Maps, 2020)

### **2.3. Servicio de Recolección**

#### **2.3.1. Itinerario y Asiduidad de Recolección en la Ciudad de Quito.**



La recolección de basura se la realiza en dos etapas, diurna o nocturna. Los días Lunes, Miércoles y Viernes son categorizados como la frecuencia principal de recolección. Los días Martes, Jueves y Sábado son categorizados como la frecuencia adyacente de recolección. Dependiendo del sitio de ubicación residencial, el servicio de recolección de basura posee el siguiente itinerario:

- **Zona Occidente, Norte y Sur:** Operación suburbana iniciada matinalmente en sector centro de la Ciudad de Quito, con el itinerario de Lunes, Miércoles y Viernes.
- **Zona Oriente, Norte y Sur:** Operación suburbana iniciada matinalmente en sector centro de la Ciudad de Quito, con el itinerario de Martes, Jueves y Sábado.
- **Zona Central:** Operación noctámbula diaria que incluye los domingos.

En las Figuras 7, 8 y 9 se detalla las áreas de alcance estructurado que posee EMASEO, para el proceso de recolección de basura en la Parroquia Urbana del Comité del Pueblo.

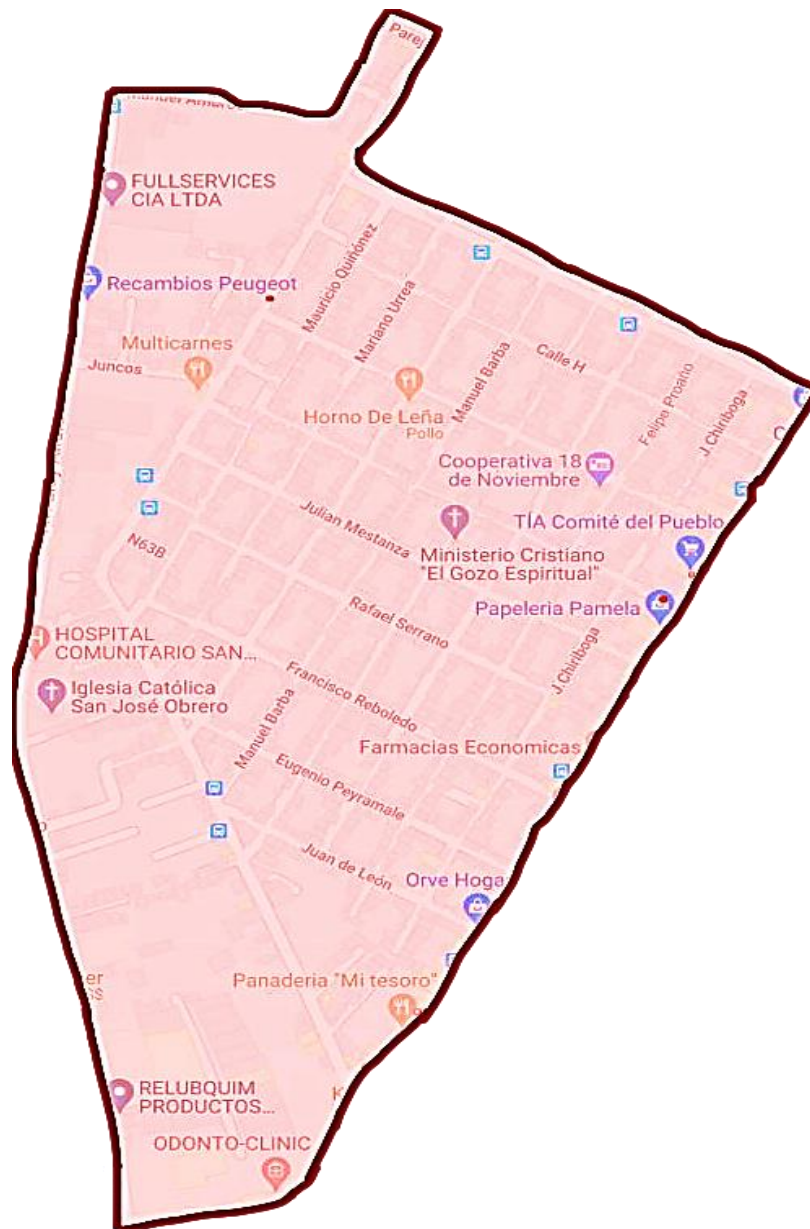


Figura 7. Mapa de Frecuencia de Recolección #1 Comité del Pueblo EMASEO 2020  
Tomado de (EMASEO EP, 2020)





## 2.4. Diagrama de Flujo del Monitoreo y Gestión de Vehículos Recolectores de Basura

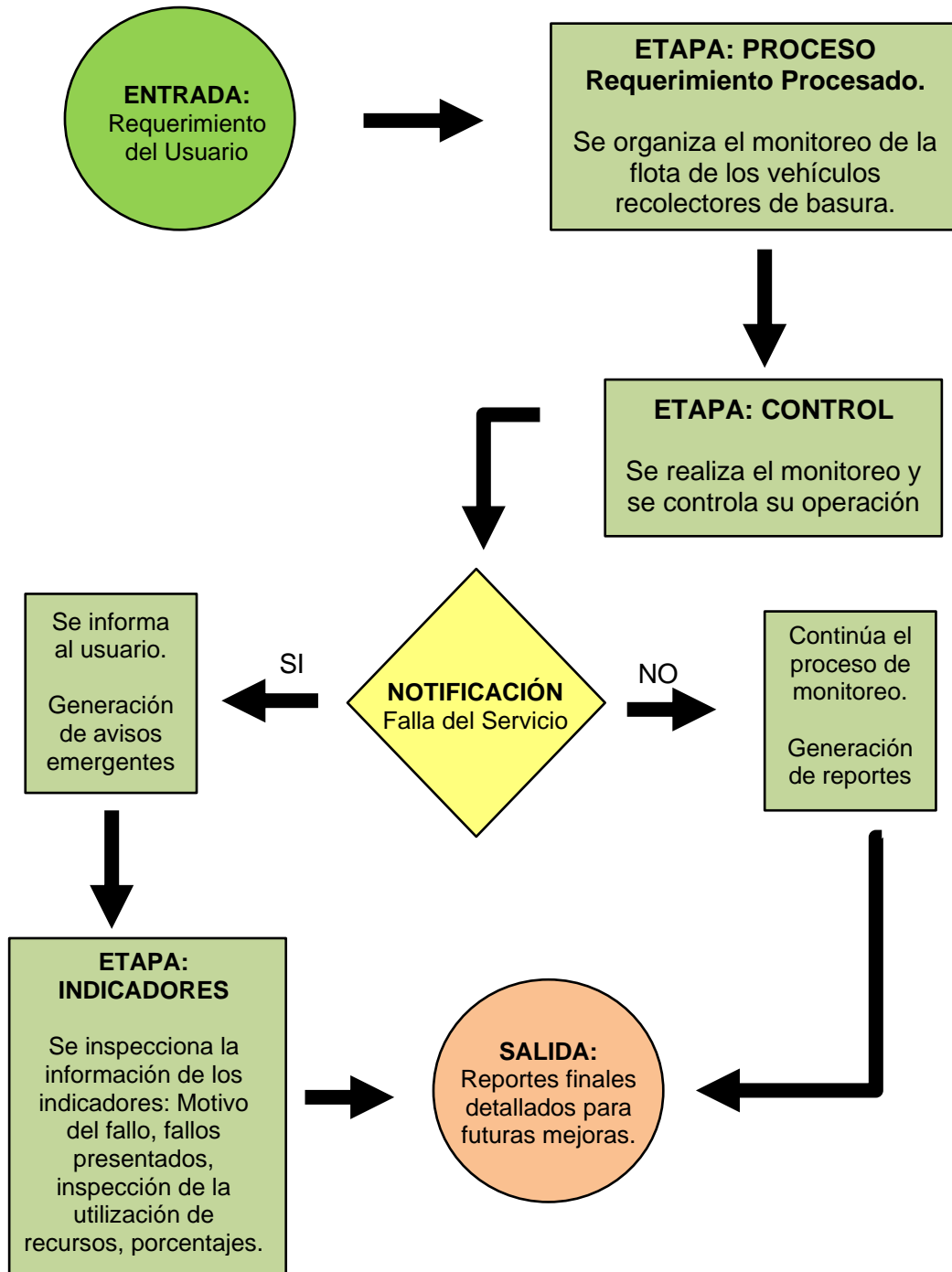


Figura 10. Flujo del Proceso de Monitoreo de los Vehículos Recolectores de Basura

## 2.5. Diagrama de Proceso de la Gestión y Recolección de Basura

En concordancia con la Ordenanza Municipal, creada el 14 de octubre de 2010, se crea la EMGIRS EP, por sus siglas significa Empresa Pública Metropolitana de Gestión Integral de los Residuos Sólidos. Su función principal es coordinar la operatividad de las bases de transferencia y la gestión técnica de protocolos de recolección de los desechos sólidos a nivel de urbe. La figura 11, detalla el proceso de recolección de basura en una urbe.

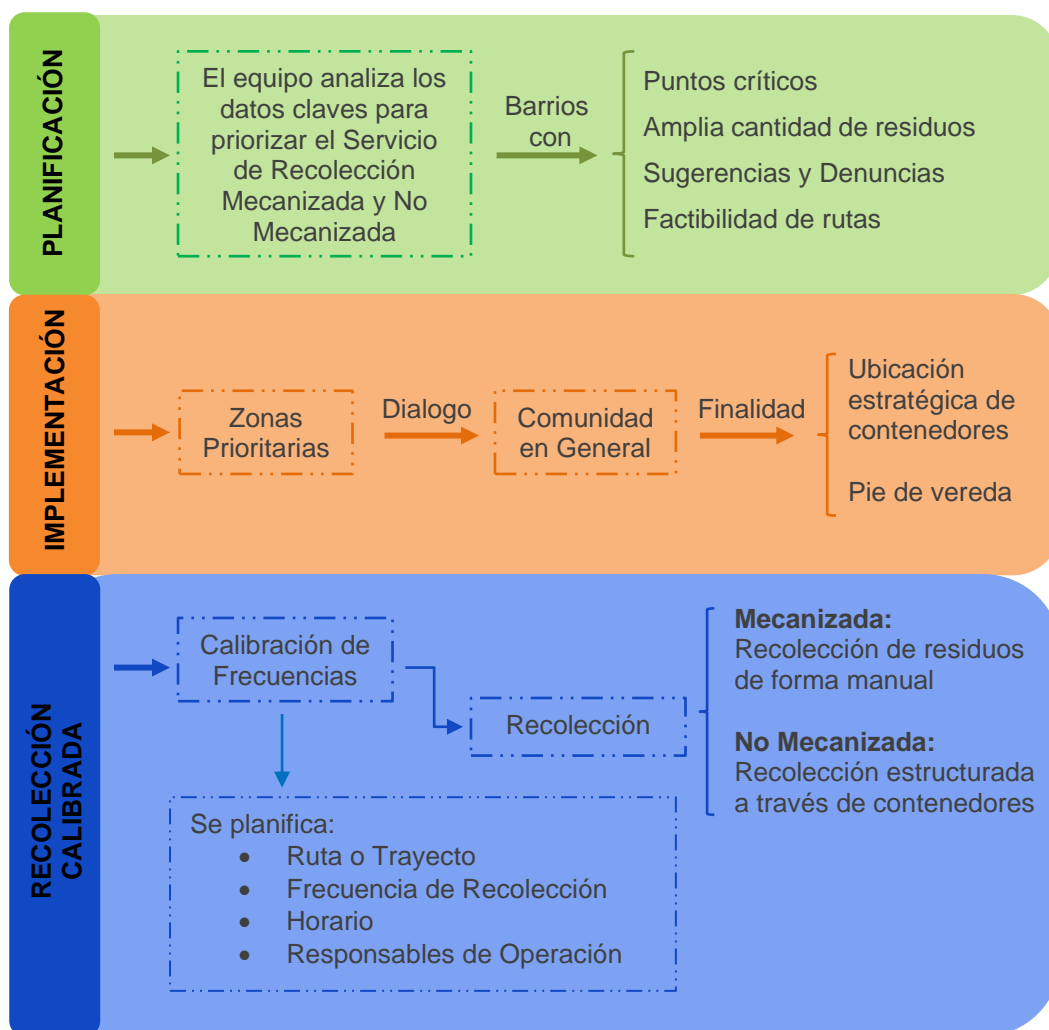


Figura 11. Diagrama de Flujo de la Operación de Recolección de Basura  
Adaptado de (EMASEO, 2016)

## 2.6. Análisis del Servicio de Recolección de Basura en la Parroquia Urbana de Quito

Según (Álvarez, 2016), la parroquia urbana del Comité del Pueblo se encuentra ubicada al noreste de la Ciudad de Quito. Cuenta con 46.932 *habitantes* que representan el 2.91% de los habitantes de la Ciudad de Quito, de manera que, *¿Cuántos recolectores de basura se necesita para cubrir el servicio de recolección de basura?*.

Según (EMASEO EP, 2016), en una familia de 4 integrantes, cada persona genera 0.85 kg/día de basura. En base a estos datos se obtiene:

$$46.932 \text{ habitantes} \times 0.85 \text{ kg/día} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Es decir, en el Comité del Pueblo se obtiene 39.892,2 kg/día de basura.

Cada recolector de *EMASEO* tiene la capacidad de almacenar 10 *toneladas* de basura, es decir, 1.000 kg.

$$\frac{1 \text{ Tonelada} \times 39.892,2 \text{ kg/día}}{1.000 \text{ kg}} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Se obtiene un total de 39,89 toneladas/día de basura en el Comité del Pueblo.

$$39,89 \text{ Toneladas} \div 10 \text{ Toneladas/Vehículo} \quad (\text{Ecuación 3})$$

Se concluye que para el Comité del Pueblo se requiere de 3,9  $\approx$  4 vehículos recolectores de basura de 10 *toneladas de capacidad cada uno*.

## 2.7. Diseño del Sistema para la Plataforma de Comunicación para Monitoreo y Gestión de Vehículos Recolectores de Basura.

Para un adecuado funcionamiento del sistema se requiere la integración e interacción de ciertas tecnologías, las cuales facilitarán la obtención de información que será alojada en los servidores. Las tecnologías ligadas en este proyecto son las siguientes:

- Sistema de Posicionamiento Global (GPS): Permite establecer los puntos de latitud y longitud (coordenadas geográficas) en la esfera terrestre.
- Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM): Permite establecer la comunicación entre el dispositivo móvil con la plataforma web (servidor).

En la figura 12, se puede visualizar el bosquejo del sistema que abarca la plataforma de comunicación para el monitoreo de vehículos recolectores de basura.



Figura 12. Diseño del Sistema de Comunicación de Monitoreo



## 2.8. Diagrama de Proceso del Sistema de Monitoreo y Gestión de Vehículos Recolectores de Basura.

El sistema de la plataforma de monitoreo se divide en cuatro modelos:

- Modelo de Comunicación: Establece el protocolo de comunicación que será empleado en la arquitectura cliente – servidor.
- Modelo de Administración de Datos: Acumula los datos o información de los usuarios y vehículos recolectores de basura.
- Modelo de Administración: Es el protagonista de la gestión y administración de los usuarios y los elementos.
- GUI (Interfaz Gráfica de Usuario): Es el entorno en el cual el usuario interactúa con el vehículo recolector de basura (ubicación).

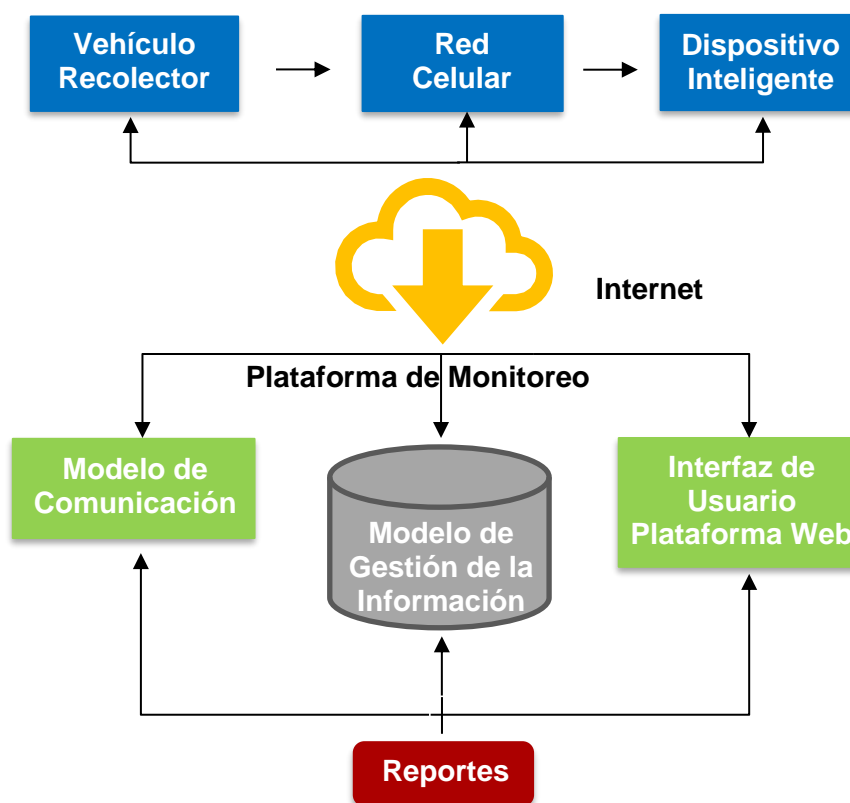


Figura 13. Proceso Total de Funcionamiento del Sistema de Monitoreo

## 2.9. Desarrollo de Software

La consecución de un adecuado desarrollo de software deriva en la posibilidad de obtener varias alternativas o parámetros de referencia, por consiguiente, el usuario final podrá saciar completamente las peticiones a la par con los requerimientos iniciales emitidos por el mismo.

### **2.9.1. Tipos de Lenguajes de Programación**

Según (PYPL, 2020) un medidor de popularidad de los lenguajes de programación emite un índice en el que destacan los 10 principales:

- Lenguaje de Programación Python
- Lenguaje de Programación Java
- Lenguaje de Programación Javascript
- Lenguaje de Programación C#
- Lenguaje de Programación PHP
- Lenguajes de Programación C/C++
- Lenguaje de Programación R
- Lenguaje de Programación Objective-C
- Lenguaje de Programación Swift
- Lenguaje de Programación TypeScript

### **2.9.2. Instrumentos y Entornos de Desarrollo**

#### **Visual Studio Code**

El entorno de desarrollo conocido como Visual Studio Code, es un imponente editor de líneas de programación que incorpora lenguajes de programación tales como: JavaScript, TypeScript y Node.js. Además, posee una amplia variedad de anexos para otros lenguajes tales como: C++, C#, Java, Python, PHP, Go. (Visual Studio Code, s.f).

#### **Android Studio**

Según (Android Studio, s.f), es el entorno integro de desarrollo (IDE) original para la realización de apps para el entorno Android, ofrece algunas funciones que dan un incremento en su productividad al momento de desarrollar apps para Android, entre ellas destacan:

- Un sistema de codificación dúctil.
- Un emulador eficaz y abastecido de funciones.
- En ambiente de desarrollo unificado que se desenvuelve para todos los dispositivos Android.
- Alternativas en entornos de trabajo y herramientas de prueba.
- Actualización de inserción de cambios de código y recursos a la aplicación sin necesidad de realizar un reinicio a la misma.

### **Modelo – Vista – Controlador**

Según (Romero y Díaz, 2012, p.48), el patrón MVC fue diseñado con la finalidad de minimizar el denuedo de desarrollo de software primordial en la implementación de procedimientos técnicos variados y sincronizados en base a los datos equitativos. Sus especificaciones prioritarias están relacionadas por el motivo de que el Modelo, la Vista y el Controlador se aplican como entidades apartadas; esto permite que cualquier variabilidad realizada en el formulario principal, se pueda ver reflejado de manera automática en cada una de las vistas.

- Arquitectura MVC

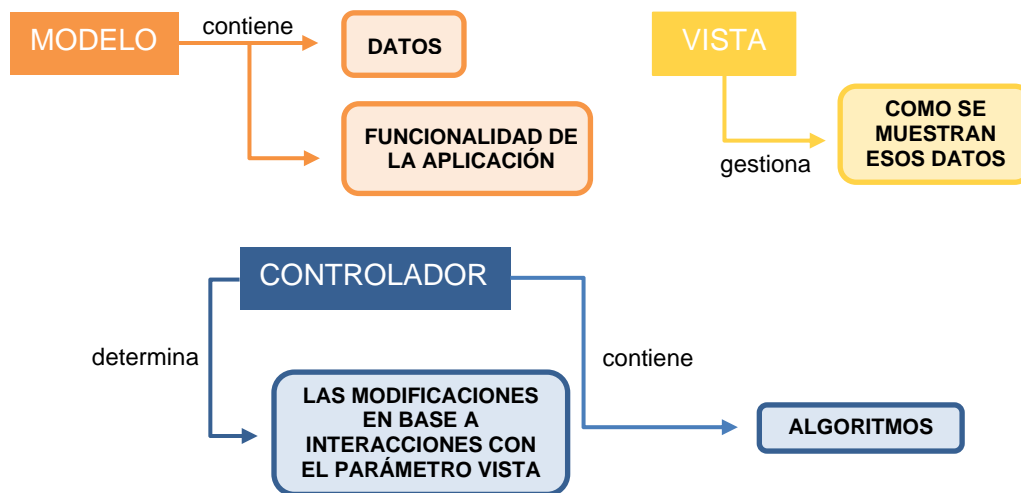


Figura 14. Arquitectura MVC

Adaptado de (Peinado, s.f)

## Sistema de Gestión de Bases de Datos

Un sistema de gestión de almacenamiento de información abarca ciertas recopilaciones de datos correlacionados y una agrupación de sistemas para transigir a mencionados datos. El alojamiento de información, básicamente catalogado base de datos posee información destacada para una entidad organizacional. La meta esencial de un SGBD es brindar una manera de almacenamiento y sobreposición de la información de un sistema de alojamiento de datos de modo que sea tanto *pragmático* como *competente*. (Silberschatz, Korth y Sudarshan, 2006, p.1).

(Naeem, 2019), detalla algunas de las características más considerables de un DBMS que incluyen:

- ✚ Baja repetición y redundancia.
- ✚ Mantenimiento sencillo de grandes bases de datos.
- ✚ Seguridad mejorada.
- ✚ Consistencia mejorada del archivo.
- ✚ Soporte de entorno multiusuario.

De igual manera, existen determinadas clases de software en el contexto del mercado tecnológico actual que han sido desarrollados y probados en base a los parámetros mencionados anteriormente, de modo que se obtiene un detalle de los DBMS más empleados tales como:

- ✚ Microsoft SQL Server
- ✚ Sybase
- ✚ Oracle Database
- ✚ MySQL
- ✚ PostgreSQL
- ✚ SQLite

## 2.10. Metodología BEM (*Bloque, Elemento, Modificador*)

La metodología BEM es un estándar de código CSS (*Hojas de estilo en cascada*) estructurado, básicamente, la página web se divide en bloques, esto hace referencia al aislamiento de pequeños elementos funcionales independientes o componentes, de manera que se convierte en una metodología acertada a la hora de la práctica de desarrollo de software (Lijó, 2018).

Según (BLOG, 2017), la finalidad de BEM es fragmentar el nexo visible al usuario en secciones independientes para lograr elementos modulares y técnicamente reciclables, pero para lograrlo, la estrategia se enfoca en la *aprovechamiento de código*. A continuación se detalla los parámetros en los cuales se centra la metodología BEM:

- Bloques. – Este parámetro contiene elementos, tales como, un segmento líder (header), una barra adyacente (sidebar), una sección de información elemental (main) y un fin de página (footer), se puede considerar a cada uno de estos elementos como *un bloque*. Esta sección corresponde al punto de origen de la clase y deberá ir siempre al mando (BLOG, 2017).

- Elementos. – Este parámetro es una de las diversas estancias que integrarán la contextura de un bloque. Según (BLOG, 2017), cada ítem se detalla por consiguiente del bloque paterno, empleando *dos guiones bajos*.
- Modificadores. – Este parámetro se lo emplea en base al nombramiento de las clases, ya que esta acción podrá permitir replicar los elementos. Para realizar la modificación del estilo de un determinado elemento debe haber un modificador. Su estructura se emplea con la utilización de un *doble guion* inmediatamente después del bloque o elemento requerido para modificar.

Esta metodología se mantiene en actualización constante, razón por la cual se ha discernido algunas ventajas y desventajas presentadas a continuación:

Tabla 2.

*Ventajas y Desventajas de la Metodología BEM*

<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
Usa un selector para cada regla.	Convenciones muy extensas
Contiene autonomía mejorada para el desplazamiento en cualquier lado del documento	Para personas novatas puede tomar tiempo aprender la metodología
Mejora la herencia múltiple	La implementación puede volverse compleja en proyectos pequeños
Permite la reutilización de código	

Adaptado de (BLOG, 2017)

## 2.11. Alojamiento Web

Según (Hostinger, 2020), el hosting o alojamiento web es un servicio en línea que permite publicar un sitio o una aplicación web en Internet. Cuando se registra un servicio de hosting, básicamente se alquila un espacio en el servidor donde se puede almacenar archivos, datos necesarios para que el sitio web propietario funcione correctamente.

Además (Hostinger, 2020), explica que la mayoría de los suministradores de alojamiento web ofrecen distintos tipos de hosting web que cubren las necesidades de los usuarios, entre los más comunes se tiene:

- **Hosting Compartido.** – Es el apartado más ordinario en cuanto a hosting web se refiere, se lo puede definir como parte de una solución para pymes. Es importante considerar algunos pros y contras de este tipo de apartado de hosting web detallados en la Tabla 3.

Tabla 3.

### *Pros y Contras de Hosting Compartido*

PROS	CONTRAS
Bajo Costo	Poco o ningún control sobre la configuración del servidor
Fácil uso para novatos	
Servidor pre-configurado	
Fácil uso del panel de control	Aumentos de tráfico en otros sitios web pueden ralentizar el sitio web
Mantenimiento y administración del servidor lo otorga el proveedor	

Adaptado de (Hostinger, 2020).

- Hosting VPS. – Conocido también como *servidor privado virtual*, mantiene el modelo de servidor – clientes, más aún, el proveedor puede establecer una partición dedicada en el servidor, básicamente, el usuario adquiere un espacio del servidor dedicado. Del mismo modo, se debe mantener en consideración la importancia de algunos pros y contras de esta clasificación, tal como se visualiza en la Tabla 4.

Tabla 4.

*Pros y Contras de Hosting VPS (Servidor Privado Virtual)*

PROS	CONTRAS
Espacio de servidor dedicado	Más caro que el servicio de hosting compartido
El aumento de tráfico en otros sitios web no afecta el rendimiento propio	Se requiere de conocimientos técnicos y de gestión de administración de servidores
Acceso privilegiado al servidor	
Fácilmente escalable	
Alta personalización	

Adaptado de (Hostinger, 2020).

- Hosting en la Nube. – Según (Hostinger, 2020), actualmente el hosting en la nube es la solución más viable, ya que no adhiere tiempos de inactividad a su servicio. El proveedor otorga un clúster de servidor, es decir, los datos, recursos y/o archivos se van a replicar en cada servidor. En la Tabla 5 se detalla más especificaciones sobre este servicio.



Tabla 5.

*Pros y Contras de Hosting en la Nube*

PROS	CONTRAS
Poco o ningún tiempo de inactividad	La estimación de costos se torna compleja
Fallas del servidor no afectan directamente al sitio web	
Asignación ordenada de recursos en base a demanda	El acceso raíz no siempre se otorga
Pago por Uso	
Mayor escalabilidad que el servicio de hosting VPS	

Adaptado de (Hostinger, 2020).

### 3. Capítulo III. Desarrollo del Diseño de la Plataforma de Comunicación para el Monitoreo y Gestión

La etapa de desarrollo del diseño de la plataforma web es primordial debido a que es aquí donde se realiza el análisis y selección de las tecnologías involucradas que pertenecen al entorno de los elementos definidos para el desarrollo de software del presente proyecto.

En líneas generales, este capítulo engloba el análisis de los requerimientos y la problemática actual expuestos en el primer capítulo, tal que, al referirse al escenario de software, se contextualiza los elementos pertenecientes a este entorno, tales como: plataforma web y app móvil, las mismas que serán responsables de la gestión de la información de la plataforma web.

#### 3.1. Tratamiento de la Información

## Tráfico de datos

El envío de datos comprende dos modelos claves, *de forma directa y sin procesar*. Los datos no procesados pueden afectar el rendimiento involucrado en el interior de una plataforma de desarrollo web, debido a esto, se debe considerar un proceso ordenado el cual sirva de gestor de los siguientes parámetros:

- Validación
- Clasificación
- Recapitulación
- Agregación
- Análisis
- Información

(Lugmaña, 2020).

Todos estos parámetros, resultan un aumento de tiempo en el procesamiento y la plasmación de datos del lado del usuario.

Debido a esto, se puede afirmar que adaptar este modelo de práctica no es recomendable en su totalidad, de esta manera, el consumo de recursos podría variar dependiendo los requerimientos que el sistema lo requiera, como muestra evidente de aquello, se podría presentar un congelamiento en pantalla, esto radica en la carencia de confiabilidad, niveles bajos de robustez, escalabilidad y concurrencia sobre el sistema.

### 3.2. Red de Monitoreo

El análisis realizado arrojó que la plataforma con mayor estabilidad para la interacción de monitoreo es *Google Maps*, por su capacidad de procesamiento, costo, nivel de concurrencia de clientes y cobertura: el estudio se encuentra detallado en el capítulo 2, del mismo modo, los diferentes modelos de desarrollo para entornos web adaptados a las

necesidades de cada usuario, por esta razón, se ha establecido la utilización del modelo MVC conjuntamente con la metodología BEM, de esta manera, se puede dividir el código en bloques de programación y reutilizarlo, y a su vez, el diseño se torne totalmente *responsive*, es decir, que se pueda adaptar al tamaño de pantalla de cualquier dispositivo inteligente.

En la figura 15, se refleja el diseño de la red de monitoreo para la plataforma web.

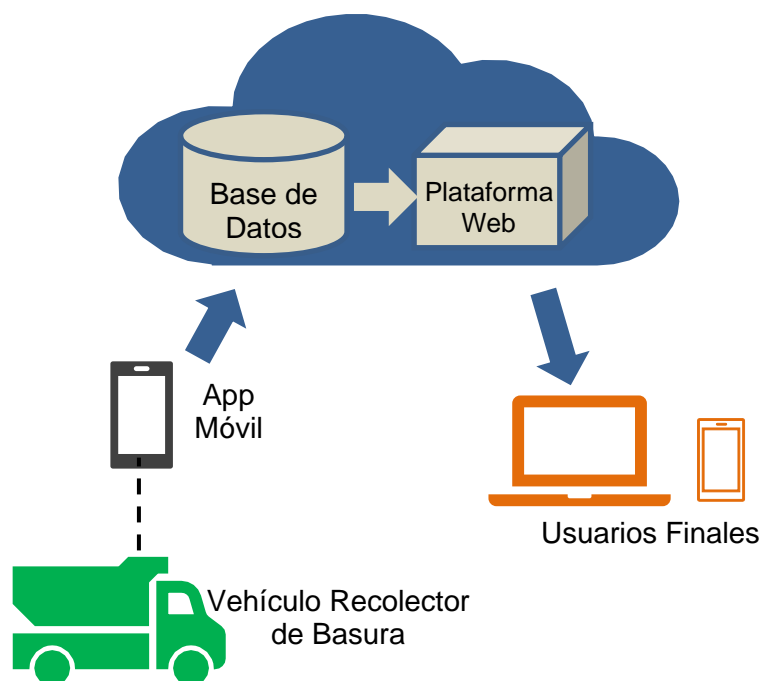


Figura 15. Topología de Red de Monitoreo

La red de monitoreo presentada se encuentra diseñada para que la plataforma de monitoreo pueda recibir el registro de ubicación de parte del operador del vehículo recolector de basura, del mismo modo, el usuario que ingrese a la plataforma creará un registro automático de su ubicación, este proceso podrá ser cotejado por el administrador para toma de decisiones. Además, la plataforma contará con un espacio asignado para

realizar sugerencias o quejas de parte del usuario con la finalidad de mejorar el servicio de recolección. De la misma manera, la plataforma web contará con un apartado en el cual se podrá visualizar un reporte detallado del proceso de recolección destinado a un operador específico, el cual tendrá su ruta asignada y todo el proceso correspondiente de recolección, tendrá que ser cumplido en su totalidad y de esta manera, evitar incongruencias en el proceso.

El administrador tendrá el privilegio de asignar tantos usuarios como la plataforma lo requiera, es importante señalar que el usuario solo podrá visualizar el trayecto del recolector mediante el acceso a la plataforma con un login. La información en su totalidad se registrará en el sistema de alojamiento de datos.

### **3.3. Software**

#### **3.3.1. Base de Datos**

##### **Sistema de Gestión de Base de Datos (DBMS)**

Los sistemas gestores de bases de datos que a lo largo del tiempo han sido catalogados como los *más utilizados* para el tratamiento de la información y desarrollo de modelos físicos y lógicos de bases de datos, son *MySQL* y *Microsoft SQL Server*; para el desarrollo de este proyecto, se desarrollará un estudio en base a ventajas y desventajas entre las dos herramientas que servirá para el proceso de asignación del DBMS, reflejadas en la Tabla 6.

La asignación del sistema gestor de base de datos para el desarrollo del presente proyecto es de suma importancia, ya que es la herramienta principal que realizará la gestión de información del sistema de monitoreo.

Tabla 6.

### Ventajas y Desventajas de Microsoft SQL Server y MySQL

	Microsoft SQL Server	MySQL
<b>Plataformas Soportadas</b>	Windows	Windows, Linux y Mac
<b>Lenguajes de Programación Compatibles</b>	Tales como Java, C++, Visual Basic Code y Python.	Tales como Java, C++, Visual, además de Perl, Scheme, Tcl, Haskel y Eiffel
<b>Motor de Almacenamiento</b>	Único motor de almacenamiento	Varios motores de almacenamiento
<b>Filtración</b>	Basado en filas	Tablas, filas y usuarios de varias maneras
<b>Seguridad</b>	No permite que ningún proceso acceda o manipule la información	Permite manipular archivos de BD a través de archivos binarios
<b>Ediciones</b>	Enterprise, Standard, Web, Workgroup o Express Edition	MySQL Community Server o MySQL Enterprise Server

Adaptado de (Medium, 2017)

En cuanto al análisis de la elección del DBMS corresponde, se ha seleccionado la herramienta *MySQL* para el desarrollo en cuestión de la base de datos del presente proyecto, ya que, es *OpenSource*, del mismo modo, brinda soporte multiplataformas, lo que recabe en una adecuada solución para proyectos con singularidades progresivas, y a su vez, su arquitectura de desarrollo se basa en el modelo cliente – servidor.

### Diagrama Lógico

El diseño del diagrama lógico, reflejado en la figura 16, ha sido desarrollado a través de la herramienta CASE, permite crear, realizar modelamiento de información, y especialmente, llevar un adecuado rendimiento de las bases de datos. Los diagramas entidad – relación ofrecen una adaptabilidad simple para el desarrollo de bases de datos.

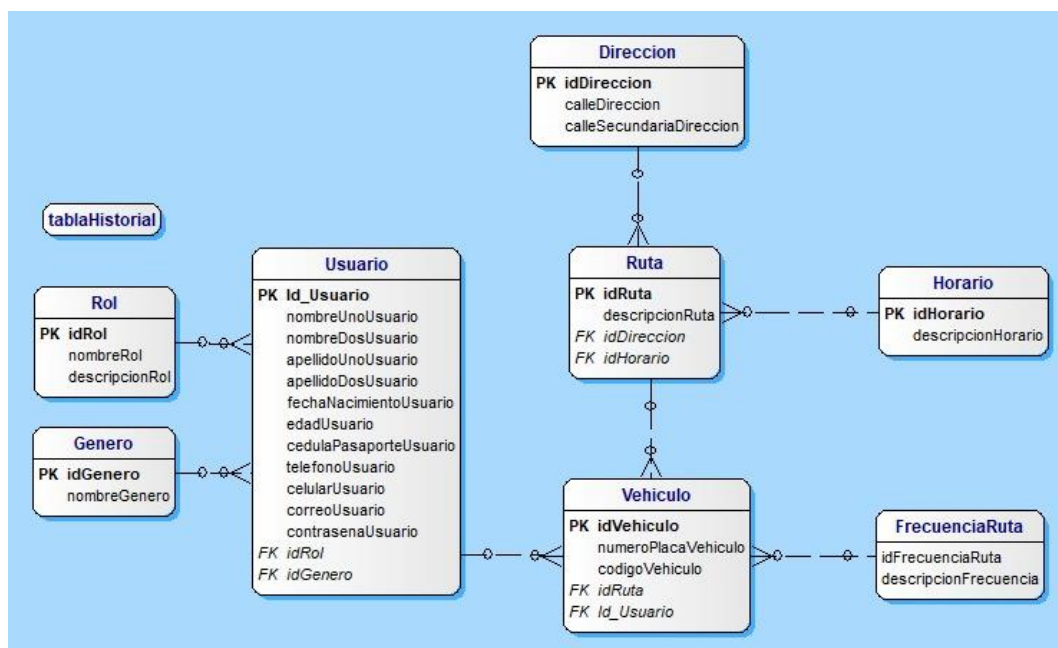


Figura 16. Diseño lógico del sistema de gestión de monitoreo

La base de datos y su diseño se adaptan a las exigencias técnicas para la correcta articulación de la plataforma web de monitoreo de vehículos recolectores de basura. Los protagonistas del proceso se encuentran representados en entidades, que se manejan desde lo intrínseco de la base de datos, entre los cuales tenemos: usuario, ruta, vehículo, horario, frecuencia ruta, rol, genero, dirección y tabla historial.

### 3.3.2. Plataforma Web

La plataforma web es la responsable de gestionar los registros de información emitidos por el operador del vehículo recolector de basura, esta plataforma de monitoreo debe ser fácilmente accesible e interactiva

con el usuario, ya sea para el tratamiento o interacción con la interfaz gráfica, por lo tanto, es primordial realizar un análisis de los lenguajes de programación que intervienen en el desarrollo web. En la Tabla 7 se clarifica las especificaciones de los lenguajes de desarrollo de entornos de software.

Tabla 7.

*Análisis comparativo de lenguajes de programación para el desarrollo de plataformas web.*

<b>Lenguajes de Programación</b>				
<b>Tipos</b>	<b>Descripción</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>	<b>Sistema Operativo</b>
<b>Java</b>	Simple y Orientado a Objetos. Lenguaje seguro y sólido.	Su curva de aprendizaje es moderada	Rendimiento bajo y poca extensión de características	Multiplataforma
<b>C++</b>	Orientado a objetos, compilación rápida y didáctico	Alto rendimiento, lenguaje actualizado, gran extensión.	Lenguaje extenso, compilación por plataforma en uso, depuración tardía	Multiplataforma
<b>PHP</b>	Multiuso (scripts, estructurado o en objetos), OpenSource.	Entornos de desarrollo de fácil configuración, Simple acceso y adhesión con bases de datos	Su curva de aprendizaje es mínima	Multiplataforma
<b>Visual Basic</b>	Basado en eventos y objetos	Su curva de aprendizaje es presurosa,	Problemas de versiones con algunas	Windows

adapta formularios de diseño en base a Windows.	librerías, bajo soporte en programación orientada a objetos
---	---

Adaptado de (Lugmaña, 2020)

### 3.3.3. Aplicación Móvil

El entorno de desarrollo de aplicaciones móviles ha evolucionado con el pasar del tiempo, logrando un impacto global. Esto ha provocado el desarrollo y optimización de los diferentes recursos para la creación de aplicaciones móviles. En la Tabla 8 se presenta un análisis de la variedad de herramientas utilizadas en la actualidad.

Tabla 8.

*Entornos de desarrollo de aplicaciones móviles.*

<b>Android Studio</b>	<b>Eclipse</b>
Ambiente de desarrollo otorgado por Google Maps	Software de gran potencial
Actualizaciones fáciles en cuanto al SDK	Interfaz amigable con el usuario
Fácil inserción de librerías	Ejemplos de líneas de código para referenciación
Entorno escalable	Fácil sincronización
Emplea Java y C++	Emplea Java y CSV

Para el proceso de realización de la aplicación móvil de este proyecto se ha optado por Android Studio, ya que posee interacción amigable y lenguaje sencillo.



## Diagrama de Flujo de la Aplicación Móvil

En la figura 17 se muestra el proceso de ejecución de la aplicación móvil de una manera más detallada.

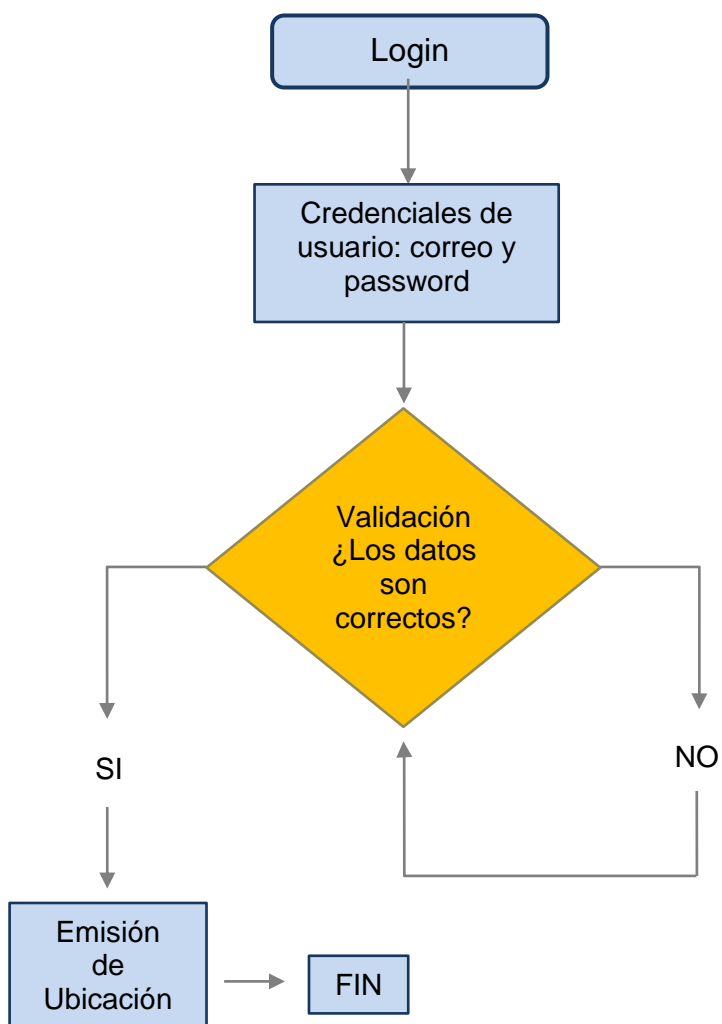


Figura 17. Diagrama de Flujo de la App Móvil

### 3.3.4. Hosting Web

#### Servicio 000webhost

Este servicio de hosting gratuito ofrece una interacción sencilla y amigable de su panel de control, de esta manera, resulta muy simple la

administración de la página web. Mantiene una relación directa en cuestiones de compatibilidad con el lenguaje PHP. En cuanto al entorno de seguridad, este servicio de alojamiento web cuenta con un certificado Secure Sockets Layer (SSL), el cual blindará la página web del usuario.

Entre algunas de las ventajas de este servicio de alojamiento web gratuito, se encuentran: el ágil tiempo de carga para una destacada experiencia del usuario, su plan de adquisición gratuito posee funciones específicas como MySQL y PHP. En cuanto a planes económicos de adquisición se muestran en la figura 18.

The image shows a pricing comparison for three web hosting plans. The 'SOLTERO' plan is highlighted as 'MÁS POPULAR' and offers a 90% discount, while the 'PRIMA' plan offers a 74% discount. Each plan includes a list of features and a 'ORDENAR AHORA' button.

Plan	Costo	Descuento
Alojamiento Web GRATUITO	GRATIS	-
SOLTERO	\$ 0,79 / mes	90% DE DESCUENTO
PRIMA	\$ 2.31 / mes	74% DE DESCUENTO

**Plan Gratuito (GRATIS):**

- ¡CONSEGUIR GRATIS!
- No Script Auto Installer
- Espacio limitado en disco de 300 MB
- Ancho de banda limitado de 3 GB
- Sin servicio de correo electrónico
- No hay soporte en vivo
- Sin copias de seguridad
- Ver todas las funciones
- ¡CONSEGUIR GRATIS!

**Plan Soltero (\$ 0,79 / mes):**

- ORDENAR AHORA
- 30 días sin riesgo
- 10 GB de espacio en disco
- 100 GB de ancho de banda
- Cuenta de correo electrónico personal
- Más recursos del servidor
- Copias de seguridad semanales
- 99.9% de tiempo de actividad
- Soporte en vivo 24/7/365
- Cursos de aprendizaje GRATIS de \$ 1000
- Ver todas las funciones
- ORDENAR AHORA

**Plan Prima (\$ 2.31 / mes):**

- ORDENAR AHORA
- 30 días sin riesgo
- 20 GB de espacio en disco
- Ancho de banda ilimitado
- Cuentas de correo ilimitadas
- Bases de datos ilimitadas
- Copias de seguridad semanales
- Sitios web ilimitados
- Soporte en vivo 24/7/365
- Dominio GRATIS
- Acceso SSH
- Ver todas las funciones
- ORDENAR AHORA

Figura 18. Planes de Alojamiento Web

Tomado de (000webhost, s.f)

## Microsoft Azure

Esta herramienta de Microsoft ofrece servicios en la nube que involucran algunas ventajas, tales como: reducción de costos, ahorro en nómina y

seguridad. La integración de servicios como bases de datos, contenedores, machine learning, networking, hacen que esta plataforma de servicios en la nube se torne una alternativa de solución para desarrollo de proyectos.

Para la selección de la herramienta, es indispensable considerar algunos aspectos, proyectados en la Tabla 9.

Tabla 9.

Análisis de Microsoft Azure vs 000WebHost.

	<b>Microsoft Azure</b>	<b>000WebHost</b>
<b>Sistemas Operativos y Lenguajes de Programación Compatibles</b>	Windows, Linux. Alternativos lenguajes de desarrollo de software	Tal como PHP, HTML y MySQL.
<b>Disponibilidad del Servicio</b>	99.9%	99.9%
<b>Planes de Adquisición</b>	Dependiente de los servicios utilizados	Categorías de Planes
<b>Seguridad</b>	Secure Sockets Layer (SSL) - Certification	Secure Sockets Layer (SSL) - Certification

Una vez realizado el análisis, se ha optado por utilizar el servicio de 000WebHost, ya que sus planes de adquisición son reducidos, ofrece una amplia garantía y mejor versión de compatibilidad.

### 3.3.5. Google Maps JavaScript API

La API de JavaScript de Google Maps brinda la posibilidad de personalizar mapas en base a los requerimientos para posteriormente mostrarlos en páginas web y dispositivos móviles inteligentes. La API de JavaScript

muestra cuatro tipos de mapas básicos (hoja de ruta, satélite, híbrido y terreno) que puede modificar utilizando capas, estilos, controles y eventos (Developers Google, 2020).

### 3.3.6. Carga de la API de JavaScript de Google Maps

La API de JavaScript de Google Maps se carga con un script que se puede agregar en línea en un archivo HTML o dinámicamente con un archivo de extensión de tipo JavaScript separado (Developers Google, 2020).

Para cargar la API de JavaScript de Google Maps se debe agregar una etiqueta, como se presenta en la figura 19.

```
<script async defer  
  src="https://maps.googleapis.com/maps/api/js?key=YOUR_API_KEY&callback=initMap">  
</script>
```

*Figura 19.* Carga de API de JavaScript de Maps en Línea

Tomado de (Developers Google, 2020)

Para cargar dinámicamente la API de JavaScript de Google Maps se utiliza un archivo `.js` por separado, este enfoque permite gestionar el código con la API se debe realizar el proceso de la figura 20 (Developers Google, 2020).

```
// Create the script tag, set the appropriate attributes
var script = document.createElement('script');
script.src = 'https://maps.googleapis.com/maps/api/js?key=YOUR_API_KEY&callback=initMap';
script.defer = true;
script.async = true;

// Attach your callback function to the `window` object
window.initMap = function() {
  // JS API is loaded and available
};

// Append the 'script' element to 'head'
document.head.appendChild(script);
```

Figura 20. Carga de la API de Google Maps mediante un archivo .js  
Tomado de (Developers Google, 2020)

### 3.3.7. Precisión del Sistema de Posicionamiento Global

A lo largo del camino de evolución tecnológica en diseño y desarrollo de proyectos de geolocalización con *Maps JavaScript API* a nivel general; se han presentado inquietudes en cuanto a la precisión ofrecida por el sistema de posicionamiento global y sus anexos técnicos tanto en software y hardware. En concordancia con esto, se ha puesto en manifiesto la siguiente pregunta, *¿Es posible mejorar la precisión del Sistema de Posicionamiento Global de la pc al emplear Maps JavaScript API de Google Maps?* (Contreras, 2020).

Se ha venido realizando pruebas de campo con la geolocalización de Google Maps en la PC, pero en determinados ordenadores produce un margen de error de alrededor de *350 metros* aproximadamente. Si la PC no tiene ningún Sistema de Posicionamiento Satelital instalado, el servicio de geolocalización en browsers de PC se la realiza a través de la *Dirección IP Pública* asignada al router o módem del proveedor de internet. Es distinto en un dispositivo inteligente móvil que tiene incorporado un dispositivo de geolocalización constituido o que su registro ubicación puede ser trabajado por medio de triangulación de la red de servicio proveedor a la red que se enlaza (Contreras, 2020).

En respuesta a la interrogante presentada anteriormente, esta resulta ser negativa ya que no todas las computadoras tienen incorporado un Sistema de Posicionamiento Global, GPS. Las IPs son las protagonistas ya que brindan la geolocalización. Básicamente, en un sistema móvil si se puede obtener una elevada exactitud por consecuencia de la antena GPS del elemento (Contreras, 2020).

De tal manera que, en ordenadores ya sean laptops o desktop sin dispositivos GPS, la exactitud de ubicación de la misma necesitará de un registro tabulado de búsqueda en algún sistema de alojamiento de datos que se establece en relación entre la IP Pública y una localización, mostrando una variante en segmentos de geolocalización, desde una territorio geográfico extenso como un país hasta un registro de ubicación exacto como una avenida o incluso un domicilio o edificación en específico (Contreras, 2020).

#### **4. Capítulo IV. Implementación de la Plataforma de Comunicación para el Monitoreo y Gestión de Recolectores de Basura**

En este capítulo se detalla la implementación de la plataforma de comunicación para el monitoreo y gestión de recolectores de basura; adaptando los diferentes módulos que comprende la plataforma web. Por consiguiente, estos módulos se integran para dar cabida a la funcionalidad total del sistema.

##### **4.1. Sección Back-End**

En esta sección se muestra el fragmento lógico de la plataforma de comunicación para monitoreo y gestión de vehículos recolectores de basura, sistema de administración de bases de datos y alojamiento web.

##### **4.1.1. MySQL**

En esta herramienta es indispensable y necesario crear la base de datos y su respectivo código, por tanto, realizado dicho procedimiento se adquiere la base de datos juntamente con sus relaciones, entidades y atributos pertenecientes a la plataforma de comunicación para monitoreo y gestión de vehículos recolectores de basura. En la figura 21 se puede visualizar la base de datos configurada en la herramienta de MySQL.

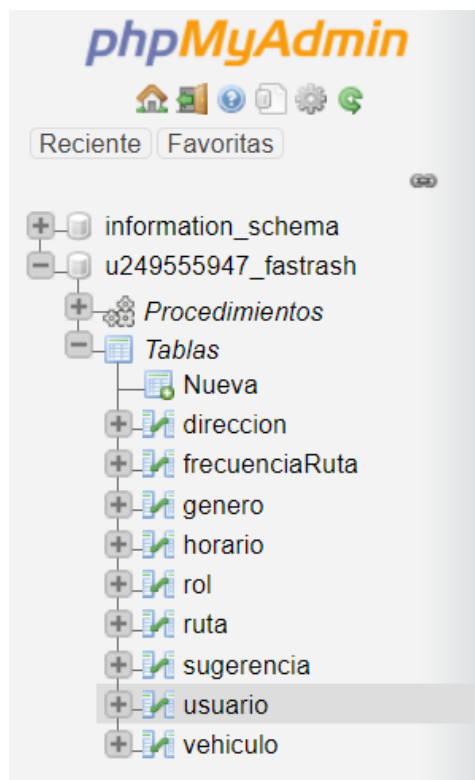


Figura 21. Base de datos de la plataforma web en MySQL.

#### 4.1.2. Alojamiento Web

En base al análisis realizado en el capítulo 2 sobre hosting web, se ha optado por emplear el servicio de 000WebHost debido al beneficio económico que este representa en cuanto a otros servicios de web hosting, además de cumplir con los requerimientos necesarios para el desempeño de la plataforma web.

A continuación, en la figura 22 se presenta el módulo de control de 000webhost.

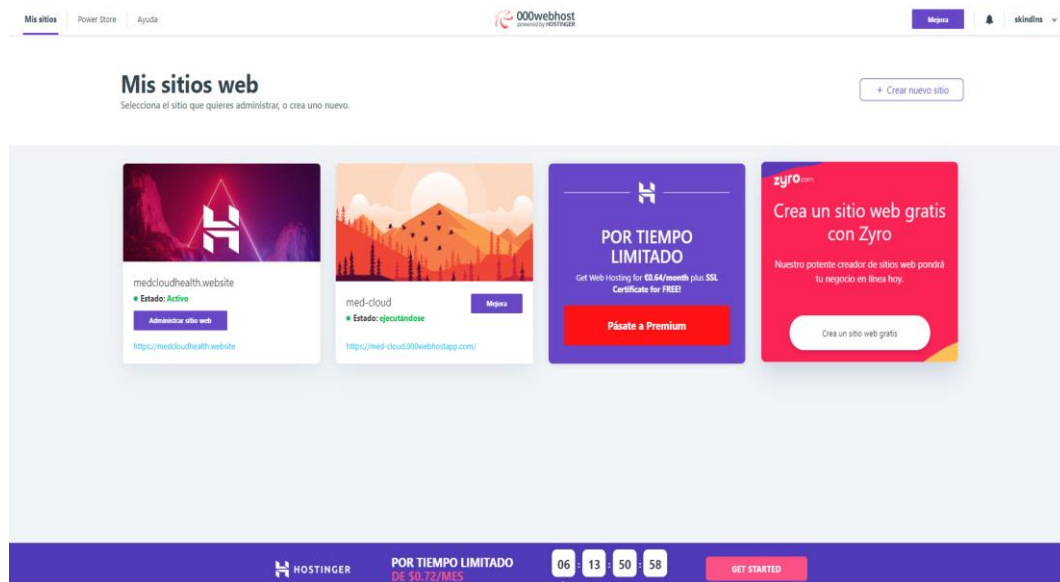


Figura 22. Módulo de Control de Website 000WebHost.

En este apartado del hosting se lleva a cabo el desarrollo de la plataforma web, mediante el uso de los siguientes recursos:

- Lenguaje de programación Hypertext Preprocessor (PHP).
- Sistema de gestión de base de datos MySQL, el cual aloja los datos del proceso de monitoreo en general.
- En la sección Front-End, se adaptó el lenguaje de programación HTML, JavaScript.

## 4.2. Sección Front-End

### 4.2.1. Plataforma Web

El proceso de desarrollo de la plataforma web y la correlación con la base de datos es dependiente del proceso de transición del modelo relacional de la base de datos a líneas de código. Esta acción se la realiza a través del estándar Structured Query Language (SQL) o conocido como Lenguaje



de Consulta de Datos, y como resultado se obtiene la conexión de la base de datos con la plataforma web.

El desarrollo de la plataforma comprende ciertos formularios, los cuales se encargan de albergar las distintas funcionalidades para cada uno de los usuarios que engloban el sistema en su totalidad, y entre estos, tenemos:

- Administrador. – Es el único usuario que posee permisos para gestionar la información de la plataforma de comunicación para el monitoreo y gestión de vehículos recolectores de basura.
- Operador. – Es el usuario que se encarga de la parte operativa, es decir, realiza la conducción del vehículo recolector de basura por la ruta asignada para cumplir el proceso de recolección de basura.
- Usuario Convencional. – Es el usuario que únicamente puede visualizar la información y realizar sugerencias o quejas mediante el apartado asignado en la plataforma.

#### 4.2.1.1. Interfaz de Inicio de Sesión

La plataforma de gestión de monitoreo de vehículos recolectores de basura posee un formulario de acceso, en el cual se puede realizar el inicio de sesión por parte de los usuarios o administradores. Para dicho proceso, se deberá contar con un correo y contraseña previamente asignados. En la figura 23, se puede visualizar el formulario de acceso al contenido de la plataforma web de monitoreo.

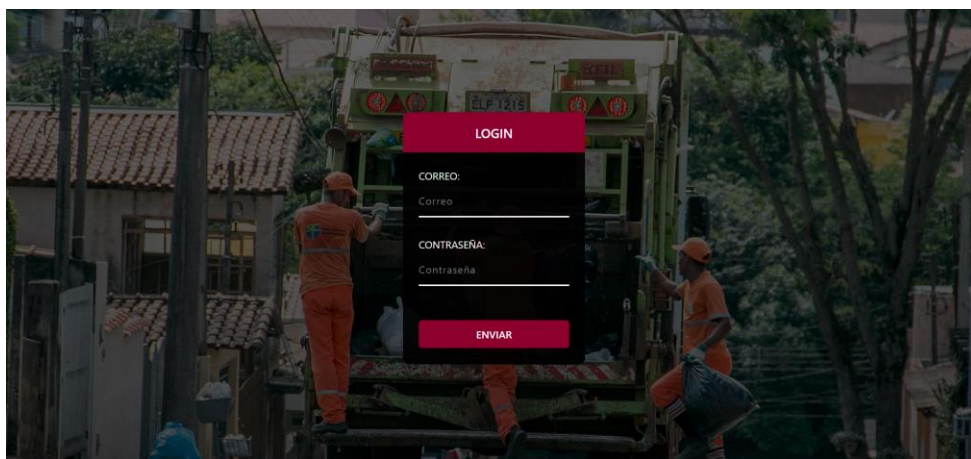


Figura 23. Interfaz de Login de la Plataforma Web

#### 4.2.1.2. Entorno de Gestión de Rol Administrador

En este apartado se puede visualizar el entorno de trabajo del administrador, el cual podrá realizar el manejo de usuario, manejo de vehículo, manejo de ruta y la sección de reportes. El acceso a estos formularios es de acuerdo a la identificación que posea el usuario, para este caso, su rol es de administrador.

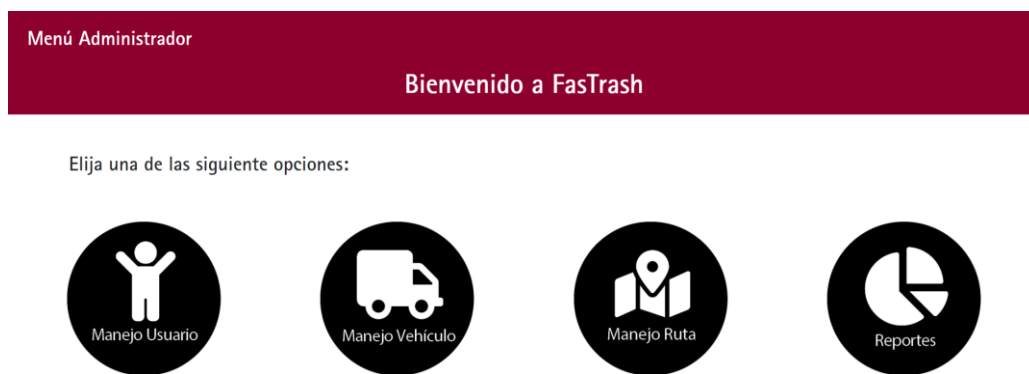


Figura 24. Entorno de Gestión de la Plataforma del Usuario Administrador

#### Manejo Usuario

El administrador gestiona el registro de cada uno de los usuarios por su rol, ya sean *usuarios convencionales* u *operadores*. Esta información se almacena en el sistema de colección de datos. En la figura 25 se muestra el entorno de manejo de usuario anidada la tabla de información la cual tiene un proceso de consulta hacia el sistema de colección de información.

## Manejo Usuario

\* Primer Nombre:

Segundo Nombre:

\* Primer Apellido:

Segundo Apellido:

\* Fecha de Nacimiento:

\* Cédula:

Pasaporte:

Teléfono:

\* Celular:

\* Correo:

\* Contraseña:

\* Rol:

\* Género:

Por favor, ingresar de forma obligatoria los campos con (\*)

Figura 25. Formulario de Registro de Usuarios

A continuación del formulario mostrado se puede visualizar una tabla en la cual se evidencia los datos arrastrados a la plataforma de datos correspondiente, del mismo modo, en esta sección se encuentra una caja de búsqueda la cual otorga mayor facilidad al momento de buscar un registro. La figura 26 presenta los diferentes atributos que se puede encentrar en este apartado.

Nombre	Edad	Cédula	Pasaporte	Rol	Género	Teléfono	Celular	Correo	Actualizar	Eliminar
Daymond Santiago Navarrete Guerrero	25	1724154784		Operario	Masculino	2547847	0987457845	snavarrete@gmail.com	Actualizar	Eliminar
root				Administrador				root@gmail.com	Actualizar	Eliminar
prueba prueba	25	1111111111		Usuario	Masculino	2547845	0912457891	pru@gmail.com	Actualizar	Eliminar

Anterior  Siguiente

Figura 26. Tabla de datos de Usuarios

## Manejo Vehículo

De igual modo, el administrador gestiona el registro de cada vehículo recolector de basura. La figura 27 presenta el entorno de manejo de vehículo.

## Manejo Vehículo

\* Numero de Placa:  \* Usuario:

\* Código:  \* Frecuencia:

\* Ruta:

Por favor, ingresar de forma obligatoria los campos con (\*)

Enviar

Número de Placa	Código	Ruta	Operario	Frecuencia de Ruta	Actualizar	Eliminar
plc-17012	657772	Ruta 1	Daymond Santiago Navarrete Guerrero	Martes-Jueves y Sábado	<input type="button" value="Actualizar"/>	<input type="button" value="Eliminar"/>
VVV-1234	123	Ruta 1	Daymond Santiago Navarrete Guerrero	Martes-Jueves y Sábado	<input type="button" value="Actualizar"/>	<input type="button" value="Eliminar"/>

Anterior  Siguiente

Figura 27. Formulario de Manejo de Vehículo

## Manejo Ruta

En este formulario, el administrador tendrá la posibilidad de registrar la ruta, el mencionado formulario comprende ciertos parámetros, tales como: descripción de la ruta, horario de inicio, horario de fin y frecuencia; y a su vez, la ruta asignada tendrá que ser cumplida operativamente y en su totalidad por el conductor del vehículo recolector de basura. En la figura 28 se visualiza la interfaz de gestión de ruta.

## Manejo Ruta

\* Descripción de Ruta:  \* Horario:

Por favor, ingresar de forma obligatoria los campos con (\*)

Enviar

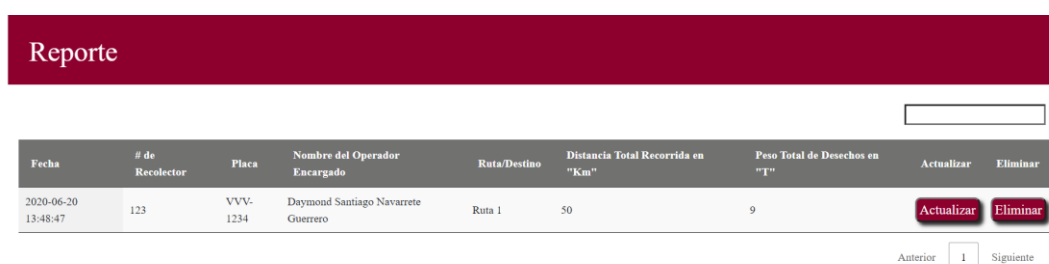
Nombre de Ruta	Horario	Actualizar	Eliminar
Ruta 1	01:55:00 - 03:55:00	<input type="button" value="Actualizar"/>	<input type="button" value="Eliminar"/>
prueba	01:55:00 - 03:55:00	<input type="button" value="Actualizar"/>	<input type="button" value="Eliminar"/>

Anterior  Siguiente

Figura 28. Formulario de Manejo de Ruta

## Reportes

En este apartado, el administrador tendrá la posibilidad de editar y actualizar los registros que comprenden la sección de reportes, este apartado contiene: fecha, número de recolector, nombre del operador encargado, ruta o destino, distancia total recorrida en kilómetros y el peso total de desechos en toneladas. La figura 29 presenta la interfaz de reportes.



Fecha	# de Recolector	Placa	Nombre del Operador Encargado	Ruta/Destino	Distancia Total Recorrida en "Km"	Peso Total de Desechos en "T"	Actualizar	Eliminar
2020-06-20 13:48:47	123	VVV-1234	Daymond Santiago Navarrete Guerrero	Ruta 1	50	9	Actualizar	Eliminar

Anterior 1 Siguiete

*Figura 29.* Entorno de Gestión de Rutas

### 4.2.1.3. Interfaz para Interacción de Usuario Convencional

En esta vista de formulario, el usuario convencional se encuentra con el diseño total de la plataforma para monitoreo de vehículos recolectores de basura, en el cual, se podrá encontrar diferentes apartados con variedad de información relativa al proceso de recolección en la Parroquia Urbana Comité del Pueblo N° 1, tales como: información del vehículo recolector de basura, verificación de ruta, pestaña de reportes y apartado de sugerencias. En la figura 30 se puede visualizar este apartado.

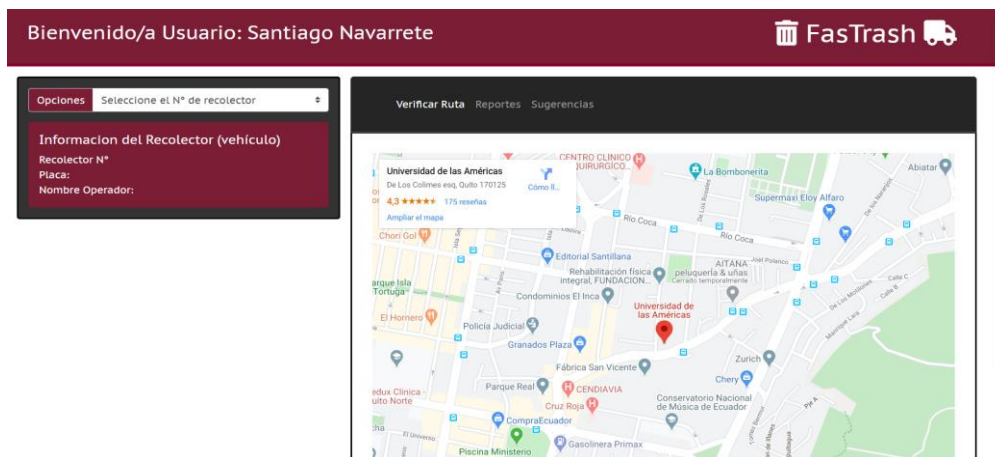


Figura 30. Interfaz de Interacción para Usuarios Convencionales

#### 4.2.1.4. Usuario Operador

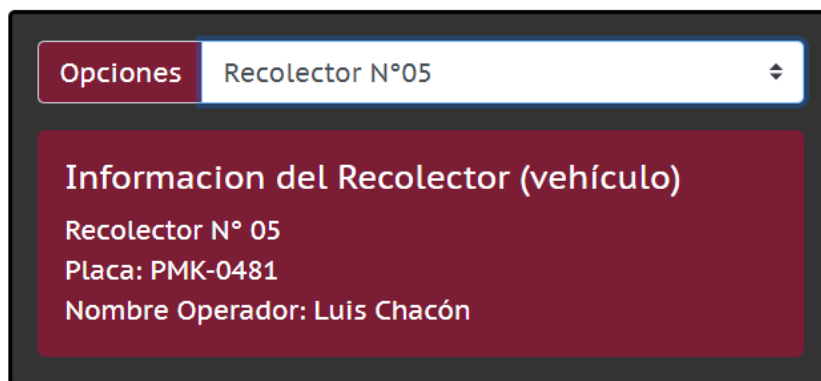
El usuario operador o conductor del vehículo recolector de basura tiene acceso a una aplicación móvil, mediante la cual, automáticamente se registra su ubicación y se refleja en el mapa general. El usuario operador debe cumplir con la ruta asignada, para este punto, el usuario administrador podrá cotejar la ubicación del usuario operador para toma de decisiones.

#### 4.2.1.5. Usuario Convencional

El usuario convencional podrá acceder a la plataforma web para informarse sobre el proceso de recolección que se llevó a cabo en su sector de residencia, para ello, la plataforma web posee apartados específicos que se detallan a continuación en las figuras 31, 32, 33 y 34.

#### Opciones – Selección de N° de Recolector.

En este apartado de la plataforma web, el usuario convencional podrá visualizar información detallada con respecto al usuario operador, tal como: número de recolector, número de placa y nombre del operador asignado.



*Figura 31.* Apartado de Información de Recolector.

### **Verificar Ruta**

En esta sección, el usuario podrá visualizar la ubicación del vehículo recolector que se registra automáticamente mediante el acceso a la aplicación móvil que posee el usuario operador asignado, y a su vez, el usuario convencional podrá visualizar su ubicación la cual se registra directamente en la plataforma.

Las dos ubicaciones se reflejarán en el mapa, de esta manera, el usuario convencional podrá cerciorarse que el vehículo recolector cubra el punto de recolección (lugar de residencia), y de esta manera, se cumpla en su totalidad el proceso de recolección.

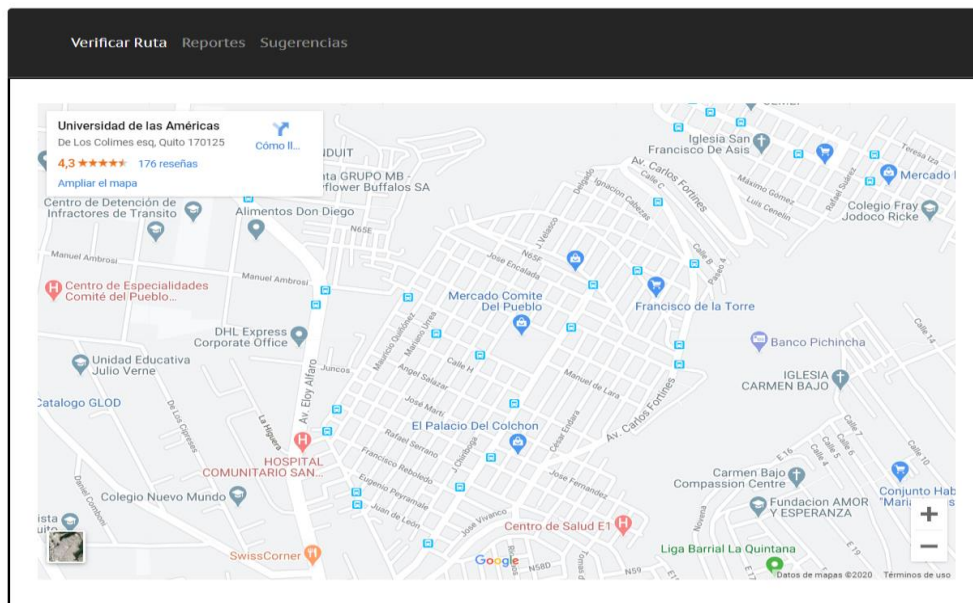


Figura 32. Verificación de Ubicación del Vehículo Recolector de Basura

## Reportes

Este espacio de la plataforma web está destinado a la visualización de los reportes generados por parte del usuario administrador y abarca información como el número de recolector, nombre del operador, ruta y número de placa.

# de Recolector	Nombre del Operador	Ruta	Placa
60	Julio Chavez	Comité del Pueblo No. 1	PCE-1482
32	Marco Caiza	Comité del Pueblo No. 1	PCX-7455
12	Fabian Garzón	Comité del Pueblo No. 1	PDS-3519
05	Luis Chacón	Comité del Pueblo No. 1	PMK-0481
19	Byron Ortiz	Comité del Pueblo No. 1	GNO-1260

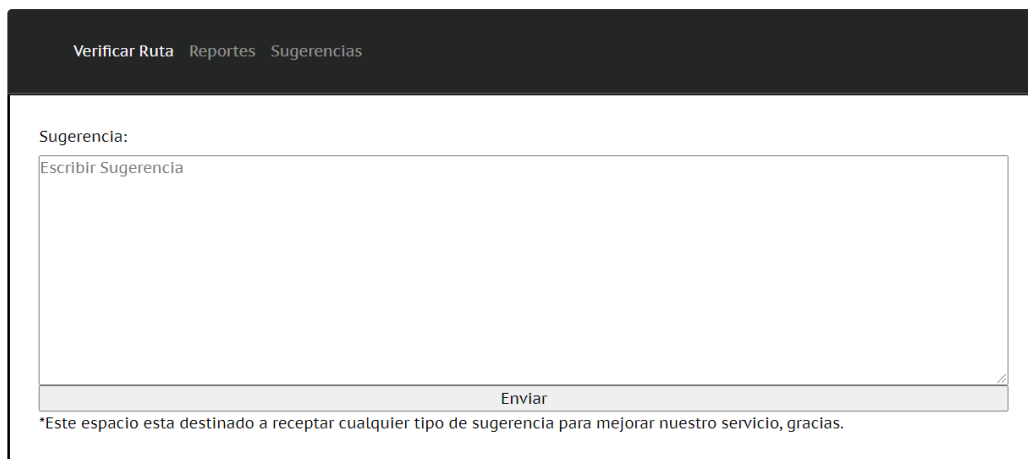
Anterior 1 Siguiente

Figura 33. Apartado de reportes



## Sugerencias

Este apartado está destinado para la realización de sugerencias o quejas por parte del usuario convencional, estos comentarios se alojarán a un sistema de alojamiento de datos mediante la cual el usuario administrador podrá tomar decisiones categorizadas en base a las sugerencias realizadas.



Verificar Ruta Reportes Sugerencias

Sugerencia:

Escribir Sugerencia

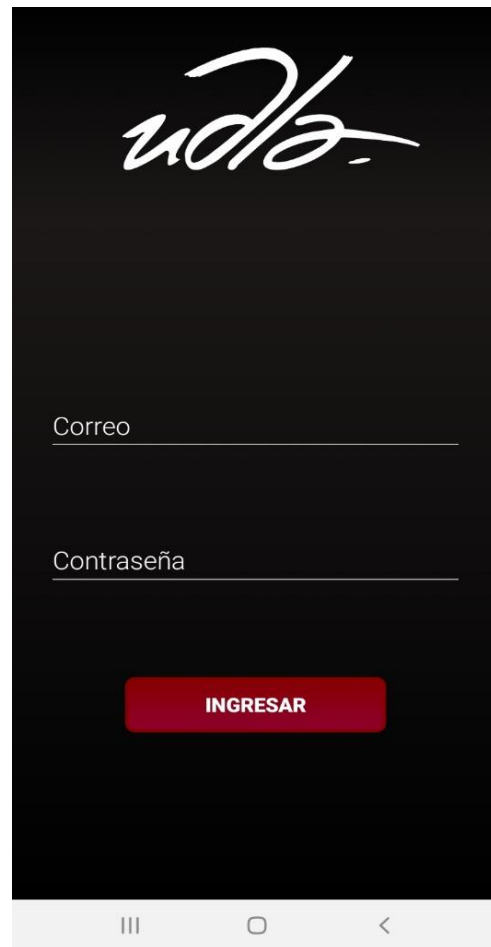
Enviar

\*Este espacio esta destinado a receptar cualquier tipo de sugerencia para mejorar nuestro servicio, gracias.

*Figura 34.* Sección de Sugerencias.

### 4.2.2. Aplicación Móvil

La aplicación móvil está desarrollada en Android Studio, consta de dos interfaces, la primera interfaz está destinada al inicio de sesión por parte del usuario operador o conductor del vehículo recolector de basura, como se visualiza en la figura 35.



*Figura 35.* Interfaz de Inicio de Sesión para el Usuario Operador

De igual manera, la segunda interfaz presenta el mapa en el cual se refleja la ubicación en tiempo real del usuario operador o conductor del vehículo recolector de basura y a su vez se muestra la ruta asignada de inicio a fin para el transcurso de recolección de basura, como se evidencia en la figura 36.



Figura 36. Registro de Ubicación de Tiempo Real del Usuario Operador.

#### 4.3. Direccionamiento, Waypoints y Geocodificación.

Según (Developers, 2020), el uso de Waypoints también puede establecer puntos de referencia al calcular rutas utilizando el servicio de direccionamiento para caminar, andar en bicicleta o modo conducción. Los puntos de referencia no están disponibles para alertas emergentes de tránsito. Básicamente, los Waypoints permiten calcular las rutas a través de ubicaciones adicionales.

Además (Developers, 2020) indica que el segmento *waypoint* consta de los siguientes campos:

- **Location.** Campo obligatorio que especifica la dirección del waypoint.
- **Stopover.** Campo opcional que indica si un waypoint es una parada real en la ruta (valor verdadero) o, en cambio, es solo una preferencia para enrutar a través de la ubicación indicada (valor falso).

Predeterminadamente el servicio de direcciones calcula una ruta a través de los puntos de referencia proporcionados en su respectivo orden. El tiempo de viaje es el factor principal que se optimiza, pero otros factores como la distancia, el número de vueltas y muchos más pueden tenerse en cuenta al decidir qué ruta es la más eficiente (Developers, 2020).

### Límites y Restricciones para Waypoints

Según (Developers, 2020), se aplican los siguientes límites y restricciones de uso detallados a continuación:

- La cantidad máxima de puntos de referencia permitidos cuando se utiliza el servicio de indicaciones en la API de JavaScript de Maps es 25, más el origen y el destino. Los límites son los mismos para el servicio web API de Directions.
- Para el servicio web API, los clientes tienen permitido 25 puntos de referencia, más el origen y el destino.

Como lo explica (Developers, 2020), la geocodificación es el tratamiento de transformar puntos de trayectorias en formato de coordenadas geográficas de tipo latitud y longitud, estos valores se utilizan para colocar marcadores de posicionamiento o colocar el propio mapa. La API de JavaScript de Google Maps proporciona una clase de geocodificador y la geocodificación inversa de forma dinámica desde la entrada del usuario.

```

function initMap() {
  var directionsService = new google.maps.DirectionsService;
  var directionsRenderer = new google.maps.DirectionsRenderer;
  var map = new google.maps.Map(document.getElementById('map'), {
    zoom: 6,
    center: {lat: 41.85, lng: -87.65}
  });
  directionsRenderer.setMap(map);

  document.getElementById('submit').addEventListener('click', function() {
    calculateAndDisplayRoute(directionsService, directionsRenderer);
  });
}

function calculateAndDisplayRoute(directionsService, directionsRenderer) {
  var waypts = [];
  var checkboxArray = document.getElementById('waypoints');
  for (var i = 0; i < checkboxArray.length; i++) {
    if (checkboxArray.options[i].selected) {
      waypts.push({
        location: checkboxArray[i].value,
        stopover: true
      });
    }
  }
}

```

Figura 37. Proceso de Cálculo de Rutas.

## 5. Capítulo V. Pruebas de Funcionamiento de la Plataforma

### 5.1. Software

En la figura 38 muestra la información de la entidad vehículo, a través de la base de datos.

SELECT \* FROM `vehiculo`

Perfilando [E]

Mostrar todo | Número de filas: 25 | Filtrar filas:  | Ordenar según la clave:

+ Opciones

	idVehiculo	numerPlacaVehiculo	codigoVehiculo	fkIdRuta	fkIdUsuario	fkIdFrecuenciaRuta
<input type="checkbox"/> Editar <input type="checkbox"/> Copiar <input type="checkbox"/> Borrar	1	pke-17012	657772	1	1	1
<input type="checkbox"/> Editar <input type="checkbox"/> Copiar <input type="checkbox"/> Borrar	19	VVV-1234	123	1	1	1

Seleccionar todo | Para los elementos que están marcados:  Editar  Copiar  Borrar  Exportar

Figura 38. Consulta a la entidad vehículo

En la figura 39 se puede evidenciar los registros alojados en la base de datos, por medio de una petición realizada a la tabla usuario.

idUsuario	nombreUnoUsuario	nombreDosUsuario	apellidoUnoUsuario	apellidoDosUsuario	fechaNacimientoUsuario	edadUsuario
1	Daymond	Santiago	Navarrete	Guerrero	1995-05-27 00:00:00	25
3	root	NULL	NULL	NULL	1994-06-12 16:34:56	NULL
5	prueba	prueba	prueba	prueba	1994-06-24 00:00:00	25

Figura 39. Consulta a la entidad usuario

El registro de un nuevo operador o usuario convencional se lo realiza en la plataforma de administración, mediante las siguientes credenciales:

- Usuario: root@gmail.com
- Contraseña: 1234

Por consiguiente, se registra la información de un nuevo usuario, ya sea de tipo convencional u operador, esto se ejemplifica en la figura 40.

### Manejo Usuario

Primer Nombre:	<input type="text" value="Carlos"/>	Teléfono:	<input type="text" value="3457820"/>
Segundo Nombre:	<input type="text" value="Alberto"/>	Celular:	<input type="text" value="0995421587"/>
Primer Apellido:	<input type="text" value="Cárdenas"/>	Correo:	<input type="text" value="ciza@gmail.com"/>
Segundo Apellido:	<input type="text" value="Iza"/>	Contraseña:	<input type="password" value="*****"/>
Fecha de Nacimiento:	<input type="text" value="09/06/1986"/>	Rol:	<input type="text" value="Operador"/>
Cédula:	<input type="text" value="1722451589"/>	Genero:	<input type="text" value="Masculino"/>
Pasaporte:	<input type="text" value="Número de Pasaporte"/>	Por favor, ingresar de forma obligatoria los campos con (*)	

Figura 40. Registro de Usuario Operador

Para validar el anterior proceso de registro, se presenta una tabla con los datos respectivos, misma que se observa en la figura 41.

q

Nombre	Edad	Cédula	Pasaporte	Rol	Género	Teléfono	Celular	Correo	Actualizar	Eliminar
Daymond Santiago Navarrete Guerrero	25	1724154784		Operario	Masculino	2547847	0987457845	snavarrete@gmail.com	Actualizar	Eliminar
root				Administrador				root@gmail.com	Actualizar	Eliminar
prueba prueba	25	1111111111		Usuario	Masculino	2547845	0912457891	pru@gmail.com	Actualizar	Eliminar
Carlos Alberto Cárdenas Iza	34	1722451589		Operario	Masculino	3457820	0995421587	ciza@gmail.com	Actualizar	Eliminar

Anterior  Siguiente

Figura 41. Tabla de Registro de Usuarios

Posteriormente, en otra vista de formulario se realiza el registro de vehículos recolectores de basura, esta información se la muestra en la figura 42.

### Manejo Vehículo

Numero de Placa:

Código:

Ruta:

Usuario:

Frecuencia:

Por favor, ingresar de forma obligatoria los campos con (\*)

Figura 42. Registro de Vehículos

La información almacenada de los vehículos se la puede visualizar en la tabla de información de la figura 43.

q

Número de Placa	Código	Ruta	Operario	Frecuencia de Ruta	Actualizar	Eliminar
pke-17012	657772	Ruta 1	Daymond Santiago Navarrete Guerrero	Martes-Jueves y Sábado	Actualizar	Eliminar
VVV-1234	123	Ruta 1	Daymond Santiago Navarrete Guerrero	Martes-Jueves y Sábado	Actualizar	Eliminar
PLB-2007	43	Ruta 1	Carlos Alberto Cárdenas Iza	Martes-Jueves y Sábado	Actualizar	Eliminar

Anterior  Siguiente

Figura 43. Tabla de Vehículos

El registro para la gestión de rutas es primordial en el entorno de funcionamiento de la plataforma, el primer apartado comprende la descripción de ruta y el horario, este proceso de empadronamiento se lo presenta en la figura 44.

Figura 44. Registro de Descripción de Ruta

La figura 45 muestra la información registrada del primer apartado del manejo de ruta.

Nombre de Ruta	Horario	Actualizar	Eliminar
Ruta 1	01:55:00 - 03:55:00	Actualizar	Eliminar
prueba	01:55:00 - 03:55:00	Actualizar	Eliminar
Comité1	16:30:00 - 18:30:00	Actualizar	Eliminar

Figura 45. Tabla de Descripción y Horario de Ruta

El segundo apartado del formulario de manejo de ruta alberga los horarios (hora inicio y hora fin), en la figura 46 se visualiza este apartado.

Figura 46. Registro de Horario



La figura 47 presenta el almacenamiento y tabulación de los registros de horario inicio y horario fin.

q

Hora Inicio	Hora Fin	Actualizar	Eliminar
16:30:00	18:30:00	<input type="button" value="Actualizar"/>	<input type="button" value="Eliminar"/>
01:55:00	03:55:00	<input type="button" value="Actualizar"/>	<input type="button" value="Eliminar"/>
09:00:00	12:00:00	<input type="button" value="Actualizar"/>	<input type="button" value="Eliminar"/>

Anterior  Siguiente

Figura 47. Tabla de Horarios Registrados.

El último apartado del formulario de manejo de rutas abarca la frecuencia con la que se realizará el proceso de recolección de basura, la figura 48 detalla esta sección.

Frecuencia:  Por favor, ingresar de forma obligatoria los campos con (\*)

Figura 48. Registro de Frecuencia

A continuación, la figura 49 presenta la información cargada a la tabla de frecuencia de ruta.

q

Frecuencia de Ruta	Actualizar	Eliminar
Martes-Jueves-Sábado	<input type="button" value="Actualizar"/>	<input type="button" value="Eliminar"/>

Anterior  Siguiente

Figura 49. Frecuencia de Días para Proceso de Recolección

En la sección final de la plataforma del usuario administrador se encuentra el apartado de reportes, mediante el cual el usuario administrador podrá verificar la información pertinente para posteriormente tomar decisiones,

la figura 50 presenta el apartado de reportes.

Reporte							
Fecha	# de Recolector	Placa	Nombre del Operador Encargado	Ruta/Destino	Distancia Total Recorrida en "Km"	Peso Total de Desechos en "T"	Actualizar Eliminar
2020-06-22 20:37:20	43	PLB-2007	Carlos Alberto Cárdenas Iza	Comité1			Actualizar Eliminar

Anterior  Siguiente

*Figura 50.* Pestaña de Reportes

En este punto, cabe resaltar la disposición que tiene el administrador para actualizar la ficha de reportes, añadiendo la información que corresponde a la distancia total recorrida en "km" y el peso total de desechos en "t". Esta información es dependiente de otros equipos de trabajo que están involucrados en el proceso de recolección de basura. La figura 51 muestra el formulario de actualización vinculado al manejo de vehículo de la información previamente mencionada.

Manejo Vehículo			
Fecha:	<input type="text" value="2020-06-22 15:46:12"/>	Ruta:	<input type="text" value="Comité1"/>
Código:	<input type="text" value="43"/>	Km Recorrido:	<input type="text" value="75"/>
Numero de Placa:	<input type="text" value="PLB-2007"/>	Peso:	<input type="text" value="9,4"/>
Usuario:	<input type="text" value="Carlos Cárdenas"/>		

*Figura 51.* Pestaña de Actualización de Kilómetros y Peso

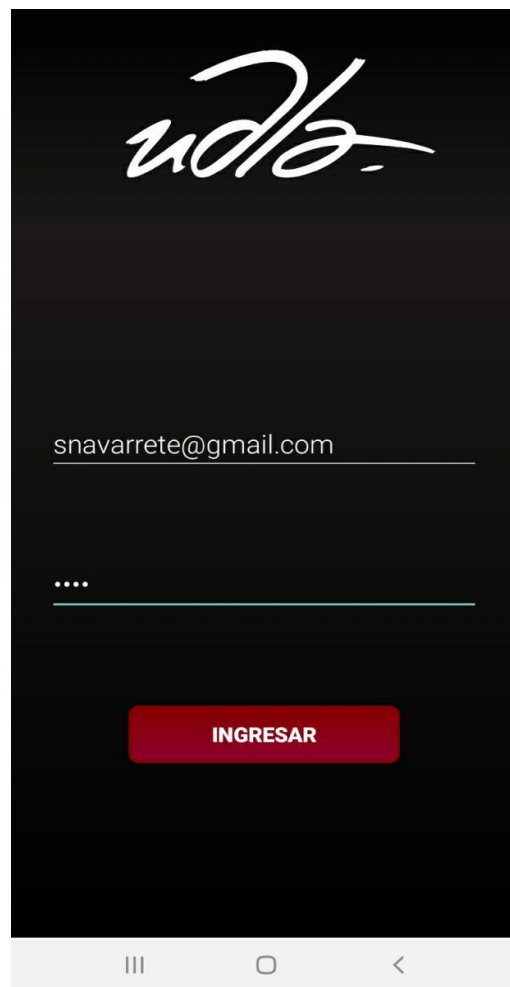
En la figura 52 se puede visualizar la actualización y tabulación del registro.

Fecha	# de Recolector	Placa	Nombre del Operador Encargado	Ruta/Destino	Distancia Total Recorrida en "Km"	Peso Total de Desechos en "T"	Actualizar	Eliminar
2020-06-22 15:46:12	43	PLB-2007	Carlos Alberto Cárdenas Iza	Comité1	75	9.4	<a href="#">Actualizar</a>	<a href="#">Eliminar</a>

Anterior 1 Siguiente

*Figura 52.* Reporte Tabulado

Los usuarios operadores o conductores del vehículo recolector de basura podrán realizar un login desde la aplicación móvil una vez situado en el punto de referencia para iniciar el proceso de recolección. A través de sus credenciales registradas, podrá acceder a la sección de rutas trazadas, es este punto, la aplicación móvil desplegará la información del conductor en operación y mostrará la ruta trazada que debe cumplir. La figura 53 permite visualizar este proceso.



*Figura 53.* Inicio de Sesión de Usuario Operador

A continuación, las figuras 54, 55 y 56 presentan el despliegue de la información de los usuarios operadores y sus respectivas rutas asignada.

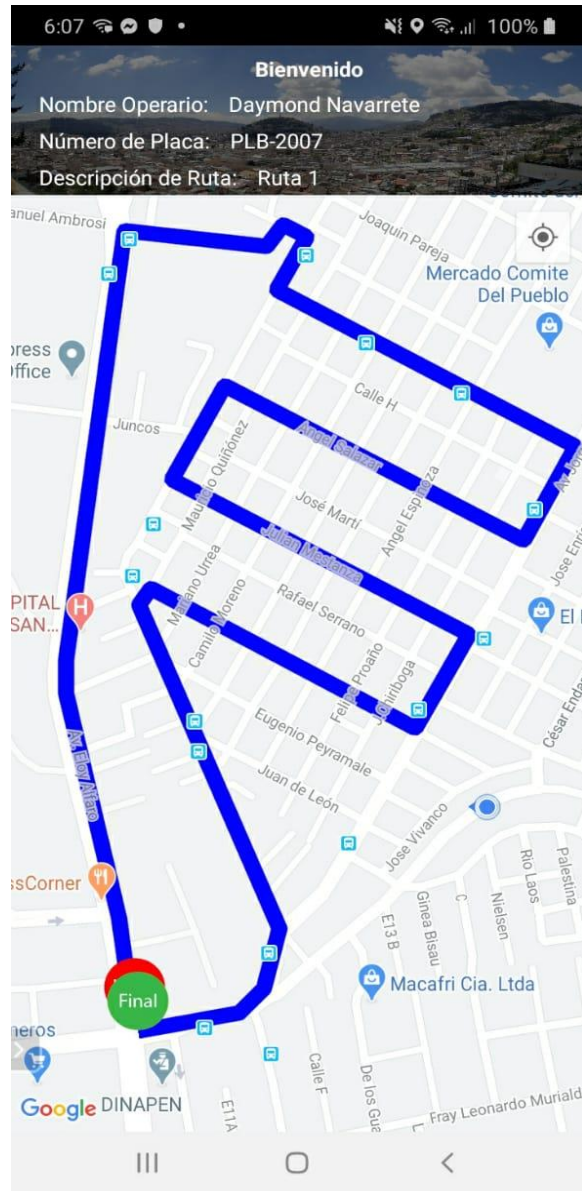


Figura 54. Ruta Trazada N°1 – Recolector 43.

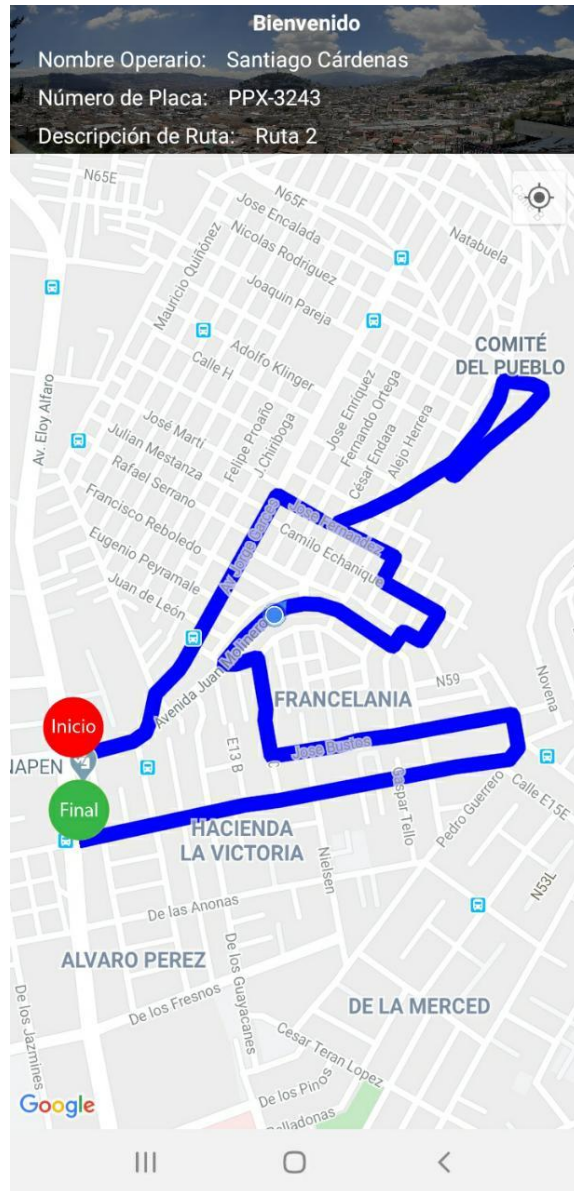


Figura 55. Ruta Trazada N°2 – Recolector 23.

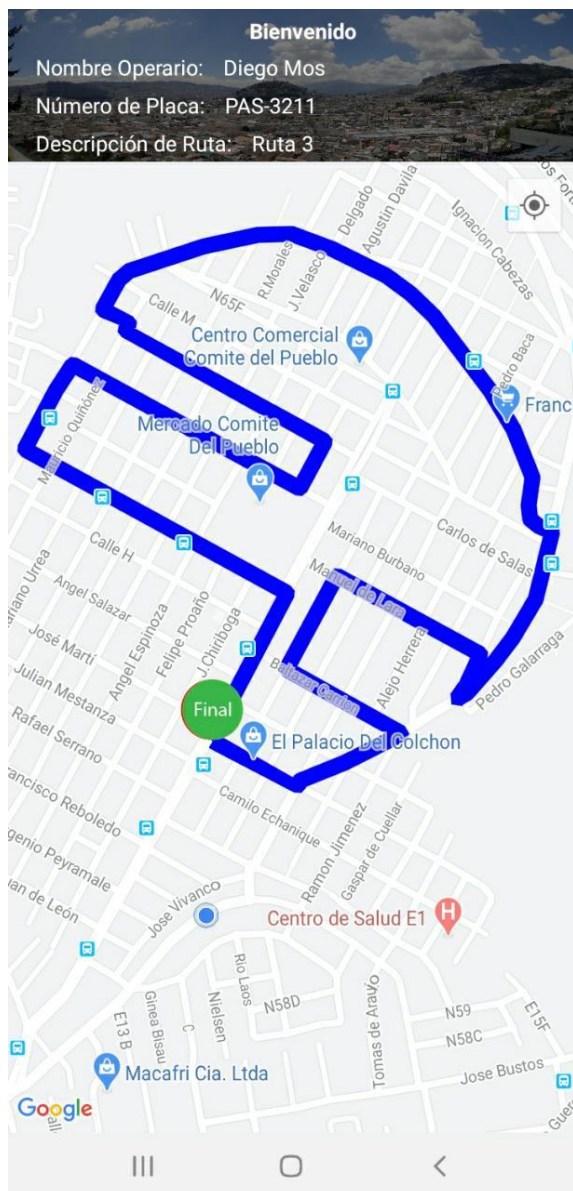


Figura 56. Ruta Trazada N°3 – Recolector 44.

Por otro lado, el usuario convencional podrá acceder a la plataforma web para verificar el trayecto del vehículo recolector de basura, a través de las credenciales previamente solicitadas al departamento técnico de la Empresa Pública. La figura 57 presenta el proceso de login a la plataforma web.



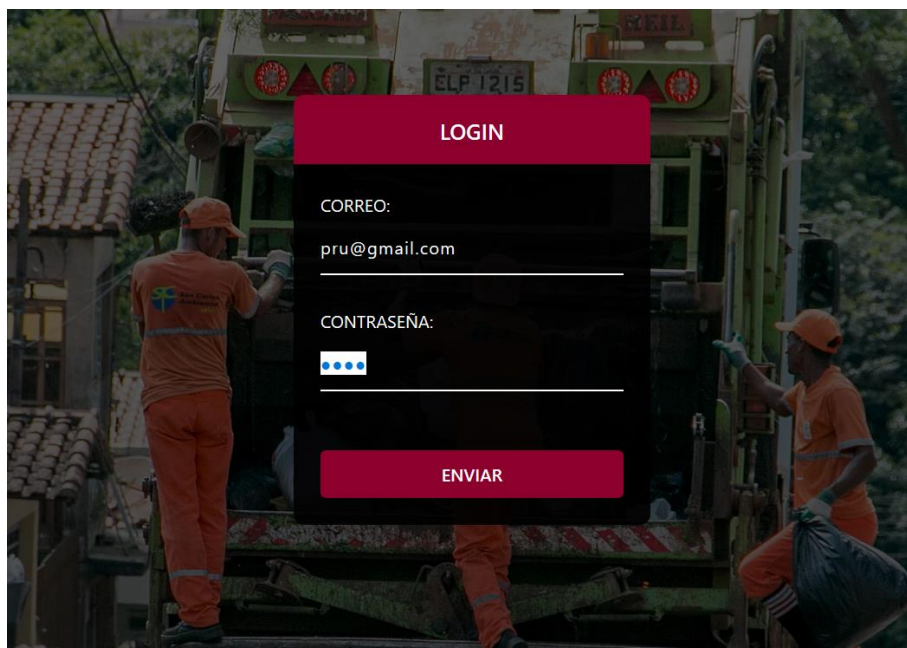


Figura 57. Login hacia la Plataforma Web del Usuario Convencional

Una vez realizado el acceso hacia la plataforma web, el usuario tendrá que permitir que la plataforma web acceda a su ubicación. Por consiguiente, la ubicación del usuario convencional se verá reflejada en el mapa a través de un marcador. Las figuras 58, 59 y 60 muestran el acceso del usuario convencional y las rutas asignadas a cada operador.

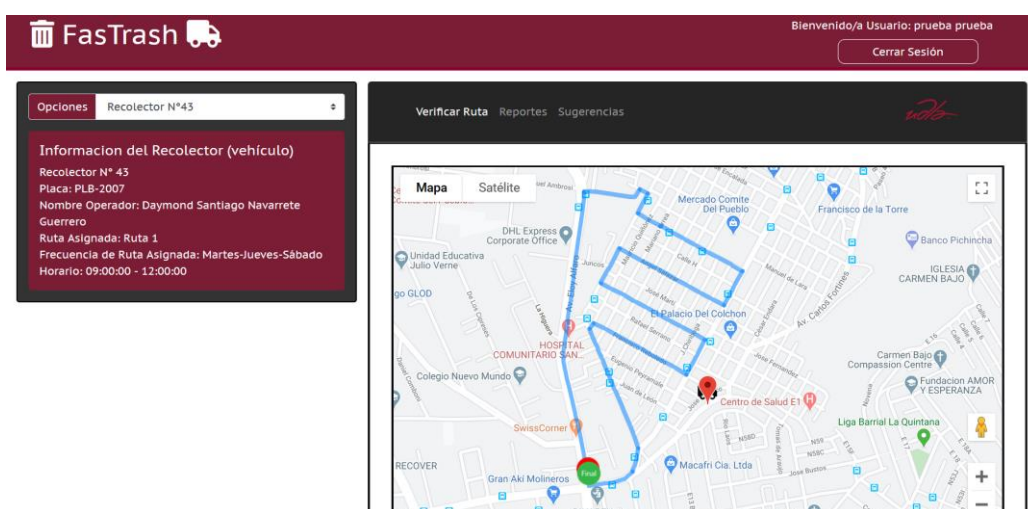


Figura 58. Ubicación de Usuario Convencional, Ruta N°1 y Recolector 43.



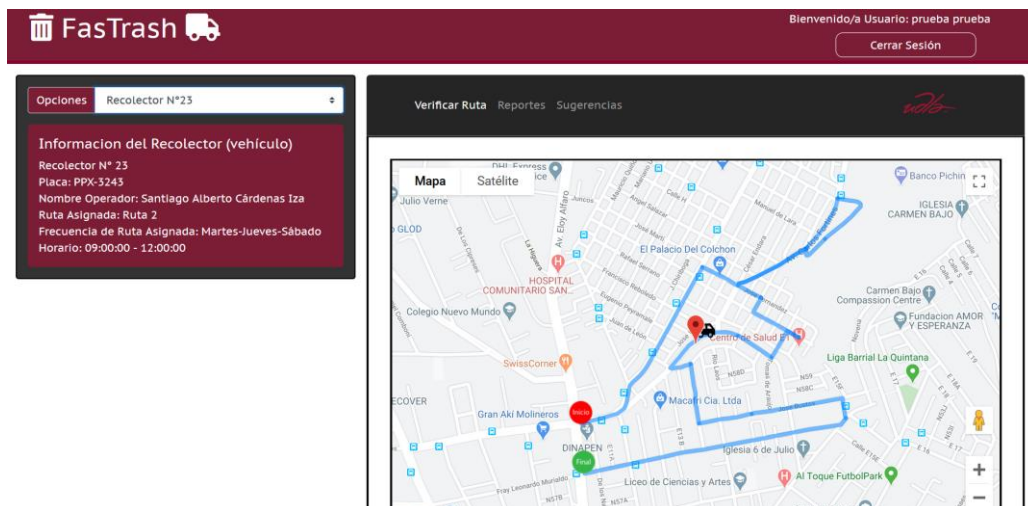


Figura 59. Ubicación de Usuario Convencional, Ruta N°2 y Recolector 23.

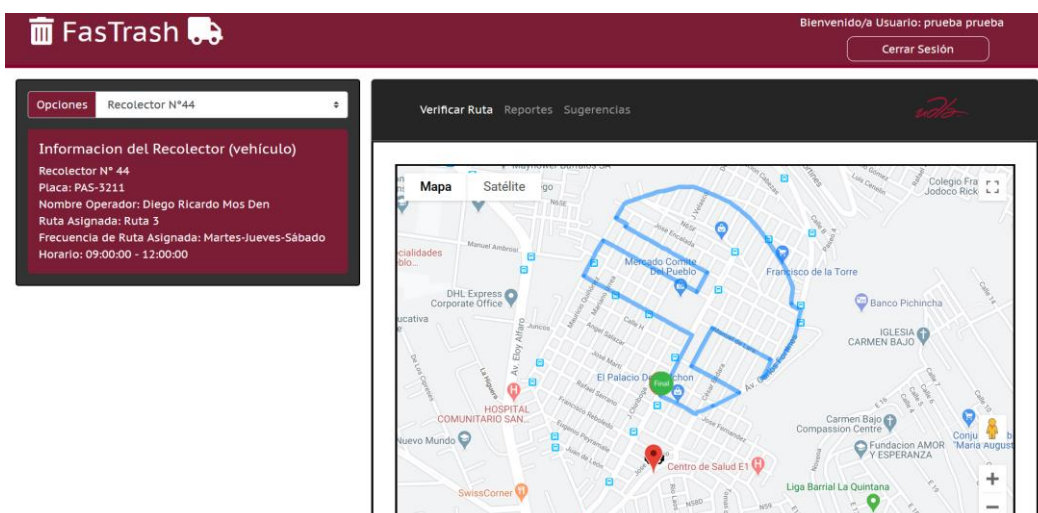


Figura 60. Ubicación de Usuario Convencional, Runa N°3 y Recolector 44.

## 6. Conclusiones y Recomendaciones

### 6.1. Conclusiones

El estudio efectuado sobre la vasta escala de plataformas de programación y sus especificaciones, posibilitó la elección de los lenguajes y entornos de programación óptimos que complementan el proceso de desarrollo de

las secciones de presentación hacia el usuario y el conjunto de parámetros de programación, los cuales se ajustan a las condiciones de diseño necesarios para anexarlos a la arquitectura de funcionamiento de este proyecto y de esta manera garantizar una interacción amigable entre la plataforma y el usuario.

El uso de plataformas gratuitas para el desarrollo de software otorga autonomía tecnológica a la plataforma de comunicación mediante el acceso al código fuente que proporciona constantes actualizaciones de plataformas de interacción, evitando retardos en nuevos procedimientos de desarrollo de software.

El diseño de la plataforma de comunicación para el monitoreo de vehículos recolectores de basura permite obtener registros de ubicación de una manera eficaz y con un margen de error mínimo en cuestión de geolocalización debido a que usa estándares de tecnología para posicionamiento en tiempo real, para su desarrollo robusto y estratégico, de esta manera se evita cualquier tipo de divergencia en la infraestructura tanto de servidor como de software.

En base al diseño y accionamiento de la plataforma web de comunicación para el monitoreo y gestión de vehículos recolectores de basura, se ha logrado obtener registros de ubicación en tiempo real desde varios puntos específicos, es así como los segmentos de datos se tornan acertados y confiables, y a su vez permiten realizar la toma de resoluciones técnicas por parte del sector de logística encargado en la empresa pública.

La implementación de la plataforma de comunicación para el monitoreo y gestión de vehículos recolectores de basura en la Parroquia Urbana del Comité del Pueblo optimiza el sistema de recolección de basura ya que permite llevar un control de cada una de las etapas identificadas en el proceso, reduciendo tiempos y brindando información fiable de las rutas

de recolección hacia la ciudadanía.

La utilización de recursos técnicos tales como la API de Google Maps permite cotejar los trayectos ejecutados en campo frente a las rutas configuradas, permitiendo un mejor control y soporte a la empresa pública encargada de la recolección de residuos.

La plataforma web de comunicación para el monitoreo y gestión de vehículos recolectores de basura mediante la inclusión de la API de Google Maps permitió implementar procesos de localización en tiempo real, logrando de esta manera ubicar un usuario de forma transparente.

Las pruebas realizadas con la plataforma web y la aplicación móvil arrojan valores dinámicos con un margen de error aceptable, considerando la ubicación registrada y ubicación exacta, estos índices generan una variación válida para los sistemas de geolocalización con diferentes formatos de coordenadas.

Al realizar el despliegue técnico de la plataforma de comunicación para el monitoreo y gestión de vehículos recolectores de basura, se logra concluir que diseño web utilizado en la metodología de desarrollo de software del sistema de monitoreo se adapta a cualquier tamaño de dispositivo inteligente con conexión a internet, brindando una experiencia afable al usuario.

## **6.2. Recomendaciones**

Para un acceso ágil a la información mediante la aplicación móvil, se recomienda crear una central de datos propia de la aplicación, ya que no existe una base de datos local, y por ende, la obtención de información no tendrá retardos o bucles de encolamiento.

La dependencia de los módulos insertos en el diseño de la plataforma de

comunicación para monitoreo y gestión de vehículos recolectores de basura poseen una consideración fundamental, por lo que se recomienda realizar un análisis de las tecnologías involucradas en este proyecto, en el cual se añada minuciosamente las bases comparativas que brinden facilidad de selección de dichas tecnologías para brindar una alternativa de solución idónea.

El uso de procedimientos almacenados en la base de datos del presente proyecto han brindado la automatización necesaria en los elementos del diseño lógico tales como tablas, entidades, de tal modo que se pueda optimizar la cantidad de líneas de código en la fase de desarrollo de la plataforma web, de esta forma se puede simplificar el tiempo de procesamiento de dicha plataforma, fue indispensable el uso de objetos asociados con tablas para segmentar la automatización del registro de nuevos usuarios o vehículos si fuese requerido.

Es importante mantener una estructura lógica y ordenada de programación tanto para las secciones del lado del cliente como para el lado del servidor, de este modo se evita incurrir en errores de programación o bucles profundos en los constructores de código por sintaxis.

Para futuras mejoras de la plataforma web se recomienda incorporar una alternativa de solución que permita ampliar el alcance técnico de diseño y extensión territorial en cuanto a cobertura de mapas, tomando en cuenta las indicaciones establecidas por Google.

## REFERENCIAS

- Álvarez, J. (2016). *PARQUE RECREATIVO DEPORTIVO PARA LOS BARRIOS COMITÉ DEL PUEBLO Y LA BOTA*. (Tesis de Pregrado). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Betanzo, E., Torres, M., Romero, J. y Obregón, S. (2016). *Evaluación de rutas de recolección de residuos sólidos urbanos con apoyo de dispositivos de rastreo satelital: análisis e implicaciones*. Recuperado el 02 de mayo de 2020 de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-49992016000300323](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992016000300323)
- BLOG. (s.f). *Introducción a la metodología BEM para desarrollo front end*. Recuperado el 18 de mayo de 2020 de <https://blog.ida.cl/desarrollo/metodologia-bem-desarrollo-front-end/>
- Contreras, M. (2020). *Se puede mejorar la precisión del GPS del computador al usar Maps JavaScript API de Google Maps*. Recuperado de <https://es.stackoverflow.com/questions/365785/se-puede-mejorar-la-precisi%C3%B3n-del-gps-del-computador-al-usar-maps-javascript-api>
- Developers Google. (2020). *Directions Service*. Recuperado de <https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/directions#Waypoints>
- EMASEO – EP. (2016). *Horarios y frecuencias de Recolección*. Recuperado el 02 de noviembre de 2019 de <http://www.quitoinforma.gob.ec/2018/06/12/nuevo-modelo-de-gestion-para-la-recoleccion-de-basura/>
- EMASEO – EP. (2016). *Servicios*. Recuperado el 07 de abril de 2020 de <http://www.emaseo.gob.ec/servicios/>
- Flores, C. (2019). *Historia del monitoreo GPS en las flotillas*. Recuperado el 19 de enero de 2020 de <https://ubitec.mx/historia-del-monitoreo-gps-en-las-flotillas/>

- Google Maps. (2020). *Mapa Comité del Pueblo, Quito*. Recuperado el 05 de mayo de 2020 de <https://www.google.com/maps/place/Comit%C3%A9+del+Pueblo,+Quito/@-0.1217646,-78.4743811,3446m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x91d58f8e4f49ffa5:0xf678a173e32f41b!8m2!3d-0.1224086!4d-78.4652483>
- Hostinger. (2020). *¿Qué es un hosting?*. Recuperado el 17 de mayo de 2020 de <https://www.hostinger.es/tutoriales/que-es-un-hosting>
- Lijó, O. (2018). *Metodología BEM*. Recuperado el 18 de mayo de 2020 de <https://www.oscarlijo.com/blog/metodologia-bem/>
- Medium. (2017). *A Comparison between MySQL vs. MS SQL Server*. Recuperado el 25 de mayo de 2020 de <https://medium.com/@mindfiresolutions.usa/a-comparison-between-mysql-vs-ms-sql-server-58b537e474be>
- Naeem, T. (2019). *Software de gestión de bases de datos: características, tipos, beneficios y usos*. Recuperado el 17 de mayo de 2020 de <https://www.astera.com/es/type/blog/database-management-software/>
- Peinado, F. (s.f). *LPS: Patrón Modelo-Vista-Controlador*, [en línea]. Madrid: Universidad Complutense de Madrid. Disponible en: <https://www.fdi.ucm.es/profesor/fpeinado/courses/oop/LPS-14ModeloVistaControlador.pdf> [2020, 17 de mayo].
- PYPL. (2019). *PYPL Popularity of Programming Language*. Recuperado el 16 de mayo de 2020 de <http://pypl.github.io/PYPL.html>.
- Romero, Y., Días, Y. (2012). Patrón Modelo-Vista-Controlador. Revista digital de las tecnologías de la información y las comunicaciones. *TELEM@TICA*, 11(1), 47-48.
- Silberschatz, A., Korth, H. y Sudarshan, S. (2006). *Fundamentos de bases de datos*. (5.ª ed.). Madrid, España: McGraw-Hill/Interamericana de España, S.A.U.

- Solorzano, I. (2019). *Así funciona el nuevo sistema de GPS que monitorea los camiones de basura en Guadalajara*. Recuperado el 20 de enero de 2020 de <http://udgtv.com/noticias/asi-funciona-sistema-gps-monitoreo-camiones-basura-guadalajara/>
- Tanenbaum, A., Wetherall, D. (2012). *Redes de Computadoras*. (5.<sup>a</sup> ed.). Naucalpan de Juárez, México: Pearson Educación.
- Visual Studio Code. (s.f). *Visión General*. Recuperado el 17 de mayo de 2020 de <https://code.visualstudio.com/docs>
- Wikiversus. (s.f). *Trackimo 3G guardian un pequeño y elegante localizador GPS para que no perdamos nada*. Recuperado el 01 de mayo de 2020 de <https://www.wikiversus.com/electronica-y-gadgets/localizadores-gps/trackimo-3g-guardian/>
- 000webhost. (s.f). *Upgrade*. Recuperado de <https://www.000webhost.com/upgrade>

