



Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica

Página principal: www.riit.com.mx

Aplicación móvil con módulo de administración web, para visualizar rutas y paradas de la cooperativa Sultana de Cotopaxi

Mobile application with web administration module, to visualize routes and stops of the cooperativa Sultana de Cotopaxi

Gallo-Velasco, B., Gualotuña-Guano, B., Tapia-Cerda, V.

Facultad de Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales; Universidad Técnica de Cotopaxi; C.P. 050108 Latacunga, Cotopaxi.

Correspondencia: bryan.gallo9846@utc.edu.ec; bryan.gualotuna5521@utc.edu.ec; veronica.tapia@utc.edu.ec

Innovación tecnológica: Aplicación móvil para visualizar rutas y paradas de la cooperativa Sultana de Cotopaxi.

Área de aplicación industrial: Transporte urbano, Desarrollo de sistemas de información.

Enviado: 17 diciembre 2019.

Aceptado: 20 marzo 2020.

Abstract

This paper proposes a mobile application for the geographic location of the routes and stops of the Urban Transport Cooperativa Sultana de Cotopaxi locate in Cotopaxi-Ecuador, a web administration module is also included, the purpose of which is to add and maintain the corresponding information so that the user has an updated service all the time. The application has been developed along the lines of the Mobile-D methodology and the Incremental Iterative model. As evaluation parameters we have the results provided by the Google Play Store platform with two hundred and fifteen downloads since the publication of the application, the average rating of 4.51, the top one achieved in trends in the category of Maps and Navigation in Ecuador; in addition to the result of the test System Usability Scale (SUS) carried out to a sample of users, where the rating of 82.5 was obtained, equivalent to Outstanding.

Key Words: Geographical location, Latacunga, Iterative - Incremental, Mobile-D, urban transport.

Resumen

El presente trabajo propone una aplicación móvil para la localización geográfica de las rutas y paradas de la Cooperativa de Transporte Urbano Sultana de Cotopaxi, ubicada en Cotopaxi-Ecuador, también se incorpora un módulo de administración web que tiene la finalidad de añadir y mantener la información correspondiente, de tal manera que el usuario cuente todo el tiempo con un servicio actualizado. La aplicación ha sido desarrollada siguiendo los lineamientos de la metodología Mobile-D y el modelo Iterativo – Incremental. Como parámetros de evaluación se tienen los resultados suministrados por la plataforma de Google Play Store con: doscientas quince descargas desde la publicación de la aplicación, la calificación promedio de 4.51, el top uno alcanzado en tendencias en la categoría de Mapas y Navegación en Ecuador; además del resultado del test System Usability Scale (SUS) realizado a una muestra de usuarios, en dónde se obtuvo la calificación de 82.5, equivalente a Sobresaliente.

Palabras Clave: Localización geográfica, Latacunga, Iterativo – Incremental, Mobile-D, Transporte urbano.

1. Introducción

Las aplicaciones para información Geo-referencial son una realidad creciente en el mundo, en el Ecuador alrededor de 4 ciudades Ref. (1, 2, 3 y 4) cuentan ahora mismo con aplicaciones móviles que permiten a las personas la localización geográfica de paradas y rutas del transporte público; bajo esta premisa, el presente trabajo relata el proceso y resultados de la implementación de una aplicación móvil que posibilita a los usuarios del transporte urbano de la ciudad de Latacunga, visualizar e identificar las paradas y rutas que pertenecen a la cooperativa de Transporte Urbano Sultana de Cotopaxi, esta aplicación a diferencia de las mencionadas en las referencias, cuenta con un módulo de administración web que posibilita mantener actualizada la información requerida por el usuario permanentemente.

Es necesario tomar en cuenta que Latacunga es una ciudad pequeña (1377 km²) que cuenta con dos operadoras de transporte urbano; y, hasta el inicio de este trabajo, no se ha podido evidenciar la existencia de una aplicación

informática que haga lo que se pretende en esta aplicación, razón por la que esta propuesta innova el estilo de interacción que tienen los usuarios con el servicio de transporte, aprovechando para incorporar a sus dispositivos móviles una herramienta de información y localización específica del servicio.

Los autores son estudiantes y docentes de la carrera de Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales de la Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), quienes con el auspicio de la Cooperativa Sultana de Cotopaxi, en calidad de operadora de transporte autorizada, han delineado la implementación de la aplicación a través de la consecución de las diferentes etapas tanto del modelo Iterativo – Incremental como de la metodología Mobile-D, utilizadas para el desarrollo de un sistema que tiene un módulo de administración web y un módulo móvil de localización geográfica de las rutas y paradas de la cooperativa.

El resto del documento describe los resultados obtenidos con la aplicación

liberada y publicada en la plataforma Google Play Store, en donde se tiene la calificación promedio, las descargas realizadas y la percepción de usabilidad a través del test SUS Ref. (5) que se realizó a una muestra de los usuarios del sistema; finalmente se incluyen las conclusiones del trabajo.

A continuación, se presentan algunos proyectos similares a la propuesta:

- Diseño e implementación de una aplicación móvil Android para el seguimiento de rutas de transporte urbano en el municipio de Yopal - Colombia, proyecto que presenta los resultados del desarrollo de una aplicación móvil Android para la visualización de las rutas de transporte urbano en la ciudad de Yopal, utilizando la ágil metodología XP que ofrece un marco adaptable a las condiciones del proyecto. El desarrollo de la aplicación se ha realizado con el entorno de desarrollo de Android Studio, Google Maps para Android, Firebase para iniciar sesión con la cuenta de Google y la base de datos. La solicitud está dirigida a los usuarios de la ciudad de Yopal, departamento de Casanare, que toman el servicio de transporte urbano, para facilitar la información correspondiente a las rutas de los paseos en minibús. Ref. (6).

- Desarrollo de un sistema de mapeo y visualización de rutas de buses urbanos de la provincia de Santa Elena para la Agencia nacional de tránsito. Módulo: Aplicación móvil indica que La ANT (Agencia Nacional de Tránsito) regional Santa Elena y los GADs (Gobiernos Autónomos Descentralizados), tienen como una de sus misiones regular, gestionar y controlar el servicio de transporte. Por la misma razón las entidades a cargo, no cuentan con un sistema de información de las diferentes rutas de líneas de transporte, no existe fácil acceso a este tipo de información. La falta de la misma afecta a los residentes y visitantes impactando negativamente tanto al desarrollo económico como al turístico, Por lo tanto, este proyecto se propone implementar un sistema de información que

permita visualizar las rutas de las diferentes líneas de transporte. La aplicación móvil de ruteo y transporte público urbano proveerá información a todos los usuarios, a fin de facilitar su movilidad hasta los diversos lugares de destino. La aplicación está desarrollada en ambiente móvil ajustándose a cubrir las necesidades de falta de información, para su desarrollo se utilizó Java como lenguaje de programación, IDE (entorno de desarrollo integrado) se utilizó Android Studio, para la generación de Mapas se utilizó la Api de Google Maps, Spring REST Client con RestTemplates para la comunicación con los Web Services en la base de datos CouchBase Server. Los tipos de metodología de investigación utilizados son la exploratoria y diagnóstica, como técnicas de recolección de información se utilizaron: encuestas y entrevistas, también se procedió al análisis de documentos cualitativos que consta de la revisión de papers relacionados con este problema. Como resultado final se obtuvo un App móvil que brinda la información necesaria al usuario. Ref. (3).

- Desarrollo de aplicación móvil, con geolocalización de líneas de autobuses y sus paradas para el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipalidad de Ambato. El objetivo de este proyecto es la creación de una aplicación móvil que sirva como herramienta de información sobre el sistema de buses de la ciudad de Ambato para las personas que se encuentren dentro de esta ciudad. Mediante el uso de entrevistas a las autoridades de la Dirección de Tránsito, Transporte y Movilidad de la ciudad de Ambato, se logró obtener información precisa y actualizada, lo que fue de gran importancia para el desarrollo de la aplicación móvil. Esta aplicación fue desarrollada con Android Studio, Visual Basic y Oracle DataBase, lo que permitió implementar todas las funciones necesarias para que la aplicación funcione correctamente. La herramienta Google Maps Android API, permitió la debida gestión del mapa de la ciudad de Ambato, que con la

ayuda de la metodología Mobile-D, se administró correctamente el tiempo del desarrollo del proyecto. Como resultado se obtuvo una aplicación móvil bajo el sistema operativo Android de viajes y guías única en la ciudad de Ambato, que permite conocer de manera precisa y detallada información de las diferentes rutas de las líneas de buses, además permite conocer la información necesaria de la mejor ruta a tomar para llegar a un lugar determinado. Ref. (4).

2. Metodología

En esta sección se van a describir los modelos y técnicas utilizadas para la implementación de la aplicación que se presenta en el trabajo:

2.1. Iterativo Incremental

Para el desarrollo del módulo web se aplicó el modelo Iterativo – Incremental Ref. (7) que permitió dividir el problema general en sub-problemas (iteraciones) a través de los cuales se fueron implementando uno a uno los requisitos de la aplicación, hasta cubrir la totalidad de funcionalidades. Se utilizó este modelo debido a que es una forma de mejorar la representación del trabajo en el proceso de desarrollo, el modelo incremental facilita la entrega de partes utilizables del producto, permitió ofrecer a la cooperativa de transporte urbano “Sultana de Cotopaxi”, una versión del producto totalmente operacional al finalizar cada iteración, hasta completar la aplicación.

2.1.1. Etapas del modelo: En cada una de las iteraciones se cubrieron las siguientes etapas:

Análisis: En esta fase se recogieron las necesidades de la cooperativa de transporte urbano “Sultana de Cotopaxi”, se aplicaron técnicas como la entrevista a los directivos, los casos de uso y el diseño de las interfaces

para ir generando el documento de especificación de requerimientos, insumo en el cual quedaron expresados los requisitos funcionales y no funcionales de las iteraciones.

Diseño: En esta fase se modela la solución informática para cada iteración, se diseñan los diagramas de clases, de actividad, de secuencia, de la base de datos, entre otros; es decir, se realizan los planos que permiten definir las diferentes vistas de la futura aplicación.

Implementación: En esta fase se realiza el código de las iteraciones, se programa la solución informática a través del uso de lenguajes de programación y herramientas como entornos de desarrollo integrados (IDE) que apoyan a los programadores en la ejecución de esta etapa.

Pruebas: En esta fase se comprueban las unidades de programación y las funcionalidades desarrolladas, se aplican técnicas como las pruebas unitarias y las pruebas funcionales para verificar los defectos de las aplicaciones, de tal manera que se puedan corregir errores y prevenir fallos antes del despliegue de cada iteración. Ref. (8).

2.2. Mobile-D

Para el desarrollo de la aplicación móvil se utilizó la metodología Mobile-D Ref. (9) marco de trabajo específico para implementar soluciones de este tipo.

2.2.1. Fases de la metodología Mobile-D:

Las etapas del ciclo de desarrollo de la metodología Mobile-D son:

- **Exploración:** Donde se define el alcance del proyecto y la especificación de funcionalidades.
- **Inicialización:** Se realiza la configuración del entorno de programación; es decir, se

preparan todos los recursos y herramientas necesarias para el inicio de la fase de producción.

- **Producción:** En esta fase se realiza la implementación de la solución.
- **Estabilización:** Se emprende la etapa de aseguramiento de la calidad de la solución implementada; donde se verifican los procesos de desarrollo en cada fase.
- **Pruebas del sistema:** En esta fase se comprueba si el producto implementa correctamente las funcionalidades requeridas; es decir, se realizan las pruebas necesarias para garantizar un despliegue sin errores. Ref. (10).

2.3. Desarrollo

La aplicación móvil para ubicar y visualizar rutas, paradas y tiempos de espera de la Cooperativa de Transporte Urbano Sultana de Cotopaxi, cuenta además con un módulo de administración web que va a permitir a los funcionarios de la cooperativa, incrementar rutas y paradas según la necesidad de nuevas actualizaciones. A continuación, se detalla el proceso realizado para construir cada módulo.

2.3.1. Módulo web

Estructura del proyecto

La figura 1 detalla la estructura funcional del módulo web.

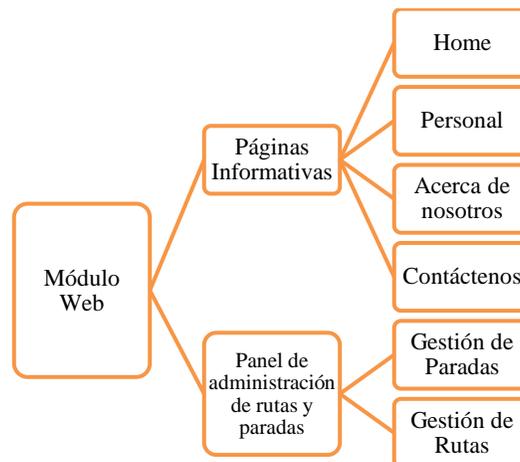


Figura 1. Estructura del proyecto.

Requerimientos funcionales

Para la aplicación Web se identificaron nueve requisitos funcionales como son:

- RF01: Crear Paradas
- RF02: Actualizar Paradas
- RF03: Visualizar Paradas
- RF04: Eliminar Paradas
- RF05: Crear Rutas
- RF06: Actualizar Rutas

- RF07: Visualizar Rutas
- RF08: Eliminar Rutas
- RF09: Asignar Rutas a Paradas

De acuerdo al criterio de los directivos de la cooperativa, los requisitos de mayor impacto en las funcionalidades del módulo web, son los que se describen en la tabla 1 y tabla 2.

Tabla 1. Requisito funcional Ingresar rutas.

N°:	RF05
Nombre del requisito:	Crear Rutas
Prioridad:	Media
Datos de Entrada:	Descripción, Tiempo estimado de espera, puntos de recorrido
Proceso:	Se ingresan los datos: Puntos exactos de la ruta, ingresar descripción de la ruta, ingresar tiempo estimado de espera para esa ruta
Requerimiento funcional:	no RNF-02,RNF-03, RNF-05
Datos de salida:	Ingreso correcto

Tabla 2. Requisito funcional asignar rutas a paradas.

N°:	RF09
Nombre del requisito:	Asignar Rutas a Paradas
Prioridad:	Alta
Datos de Entrada:	Nombre de Ruta y nombre de Parada
Proceso ingresar:	Se vinculan los datos de la parada en su respectiva ruta
Requerimiento funcional:	no RNF-02,RNF-03, RNF-05
Datos de salida:	Ruta Asociada

- RNF-02 - Usabilidad: El sistema deberá proveer una interfaz amigable al usuario, que sea fácil de aprender y de usar. Se pretende que la navegación entre las distintas funcionalidades del sistema sea realizada en forma sencilla y en pocos pasos.
- RNF-03 - Rendimiento: El sistema deberá tener un tiempo máximo de respuesta de 2 segundos para cualquier operación de consulta.
- RNF-04 – Seguridad: El sistema deberá ser capaz de autenticar al administrador antes de ingresar a la aplicación.
- RNF-05 – Operatividad: El sistema debe visualizarse y funcionar correctamente en cualquier navegador.
- RNF-06 – Mantenibilidad: El sistema debe permitir actualizaciones en dependencia de nuevos requerimientos de usuario o posibles fallos detectados

Requerimientos No funcionales

- RNF-01 - Interfaz del sistema: La interfaz del sistema debe estar implementada como una aplicación web.

Caso de uso general

La figura 2 muestra los diagramas de casos de uso general del módulo de administración de rutas y paradas.

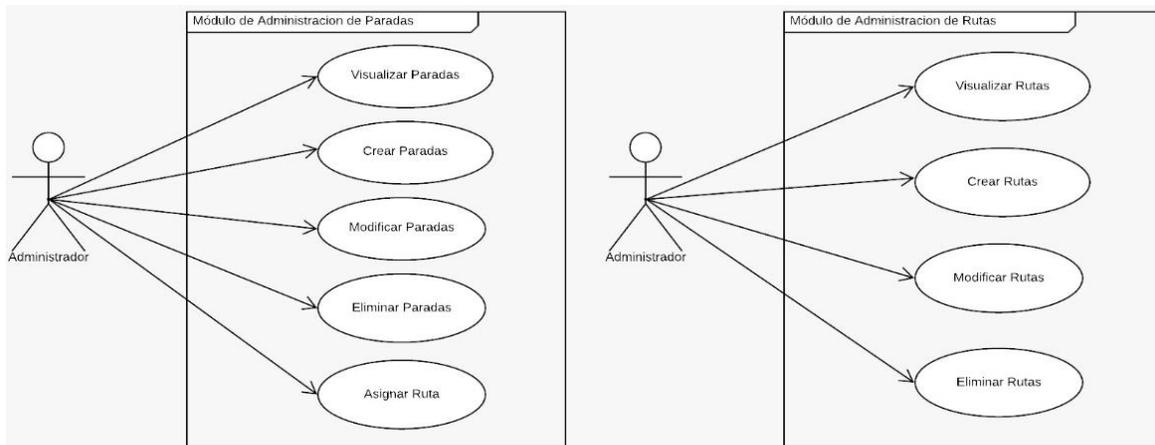


Figura 2. Caso de uso general para administrar rutas y paradas.

Diagrama de secuencias

La figura 3 ilustra el diagrama de secuencias del caso de uso “Ingreso de rutas”.

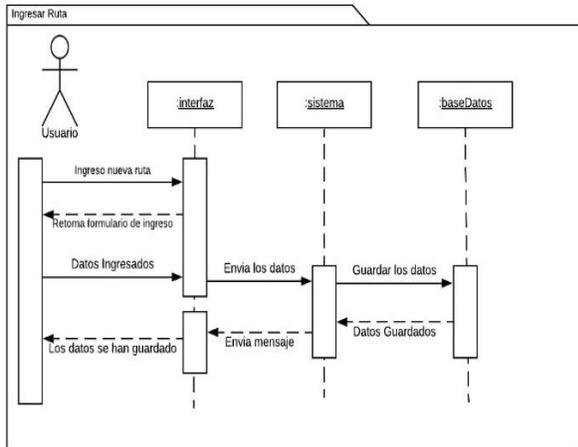


Figura 3. Diagrama de secuencias “ingresar rutas”.

Creación de la Api (Application Programming Interface)

Para que la aplicación móvil pueda obtener la información que se encuentra en la aplicación web, es necesario crear una Api desde donde la primera enviará peticiones, y el servidor a través de la segunda, devolverá las respuestas en formato JSON de las rutas y paradas permitiendo de esta manera que la información esté actualizada en todo momento. Se ilustra un extracto del código Figura 4.

```

<?php
require_once ("conexion.php");
$json=array();
if(isset($_GET['id'])){
    $consulta="select * from parada_ruta,ruta where id_parada='".$_GET['id']."' and parada_ruta.id_ruta=ruta.id_ruta";
    $resultado=mysqli_query($conexion,$consulta);
    while($registro=mysqli_fetch_array($resultado)){
        $result["id"]=$registro['id_ruta'];
        $result["nombre"]=$registro['nombre_ruta'];
        $result["detalle"]=$registro['detalle_ruta'];
        $json[]=$result;
    }
    mysqli_close($conexion);
    echo json_encode($json);
}else{
    echo 'Ingrese la id de Parada';
}
?>
    
```

Figura 4. Extracto del código Api consulta de Rutas.

Pruebas

En esta fase se diseñaron casos de prueba para todos los requisitos. A continuación, se ilustran algunos casos.

En la figura 5 se presenta el proceso para el ingreso de una nueva parada.

Paradas

Lista Nuevo

Mapa Satélite

Nombre
Juan Montalvo

Imagen
Seleccionar archivo 48787.png

Descripción
Parada Juan Montalvo

GUARDAR CANCELAR

Figura 5. Ingreso de Parada Juan Montalvo.

De igual manera, se presenta el proceso para el ingreso de una nueva ruta en la figura 6.

Mapa Satélite

Parada
Juan Montalvo

Nombre
Universidad-Salto

Descripción
Frecuencia: 3mn

Coordenada X
-0.9185420906029773

Coordenada Y
-78.63367264144155

Añadir

Coordenada X	Coordenada Y	Acción
-0.9139078260189025	-78.63468115203115	Eliminar
-0.9148732983013618	-78.63478844039174	Eliminar

Figura 6. Ingreso de Ruta Universidad-Salto.

En la figura 7 se presenta el proceso de asignación de Ruta (Universidad-Salto) a la parada Juan Montalvo.

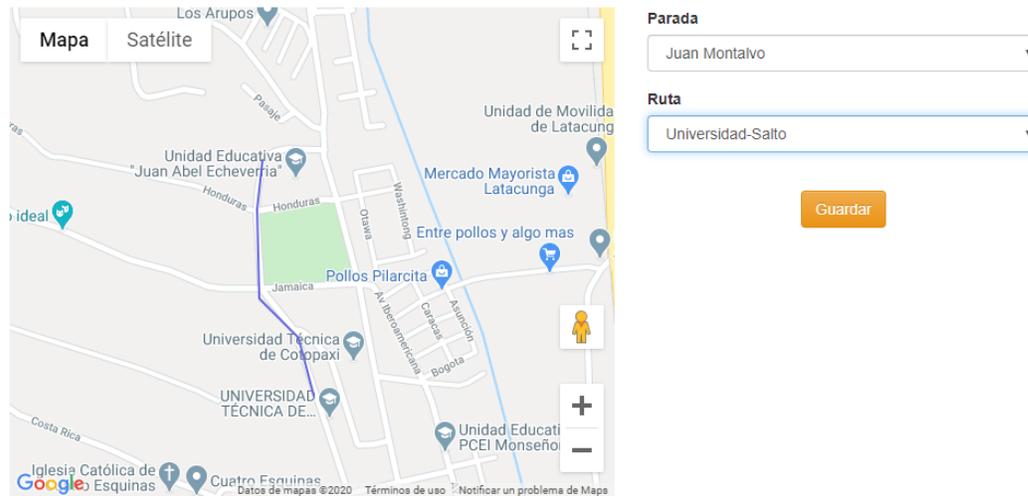


Figura 7. Asignación de la Ruta Universidad-Salto a la parada Juan Montalvo.

2.3.2. Aplicación móvil

Requerimientos funcionales

Para la aplicación móvil se identificaron tres requisitos funcionales:

- RF01: El Registro de Usuarios
- RF02: Visualización de Rutas
- RF03: Visualización de Paradas

De acuerdo al criterio de los directivos de la cooperativa, los requisitos de mayor impacto en las funcionalidades de la aplicación móvil, son los que se describen en la tabla 3 y tabla 4.

Tabla 3. Requerimiento funcional registro de usuarios.

N°:	RF01
Nombre del requisito:	Registro de Usuarios
Prioridad:	Alta
Datos de Entrada:	Nombre, apellido, dirección, teléfono, password
Proceso ingresar:	Se ingresan los datos : Nombre, apellido, dirección, teléfono, password
Proceso actualizar:	Se actualizan los datos: Nombre, apellido, dirección, teléfono, password.
Requerimiento no funcional:	RNF-05
Datos de salida:	El usuario creado o actualizado

Tabla 4. Requerimiento funcional visualizar rutas.

N°:	RF04
Nombre del requisito:	Visualizar Rutas
Prioridad:	Media
Datos de Entrada:	Parada
Proceso:	Con la parada se localiza la ruta que pasa por esa parada
Requerimiento no funcional:	RNF-02, RNF-04
Datos de salida:	Ruta

Requerimientos no funcionales

- RNF-01 - Interfaz del sistema: La interfaz del sistema debe estar implementada en la aplicación móvil.
- RNF-02 – Usabilidad: El sistema deberá proveer una interfaz amigable al usuario, que sea fácil de aprender y de usar. Se pretende que la navegación entre las distintas funcionalidades del sistema sea realizada en forma sencilla y en pocos pasos.
- RNF-03 – Portabilidad: El sistema deberá recibir datos del servidor siempre que tenga internet o datos móviles y un sistema operativo Android 8.0 por

- restricciones de las normativas de aplicaciones de Google Play.
- RNF-04 – Rapidez: El sistema deberá tener un tiempo máximo de respuesta entre 2 y 4 segundos para cualquier operación de consulta, dependiendo de la velocidad de la conexión de internet.
 - RNF-05 – Seguridad: El sistema deberá ser capaz de autenticar y crear usuarios antes de ingresar a la aplicación si el usuario lo prefiere.
 - RNF-06 – Operatividad: El sistema debe visualizarse y funcionar correctamente en el dispositivo.
 - RNF-07 – Mantenibilidad: El sistema debe permitir actualizaciones en dependencia de nuevos requerimientos de usuario o posibles fallos detectados.

Configuración del ambiente de desarrollo

Se configuraron las siguientes herramientas de desarrollo:

Base de Datos: Framework MySQL.

MySQL se implementa como sistema de gestión de base de datos multimaestro totalmente distribuida en código abierto que se basa en lenguaje de consulta estructurado. El clúster se escala horizontalmente en hardware básico con fragmentación automática para realizar cargas de trabajo intensas de lectura y escritura. Ref. (11).

Web service: Framework JSON

Android no puede conectarse directamente a una base de datos MySQL. Se necesita una capa intermediaria (API) que sirva para interactuar entre la aplicación y la base de datos. Ref. (12). Esa capa intermediaria funciona a través de peticiones HTTP que envía la aplicación, el servidor las recibe, las procesa y le devuelve una respuesta a la aplicación. El lenguaje con el que se comunican la aplicación y el servidor es JSON; esto se conoce con el nombre de Webservice RESTful.

- Configuración del dispositivo Móvil

La aplicación móvil se desarrolló acatando las normativas de publicación de Google Play vigentes para el año 2019. Ref. (13); por lo tanto, se enfoca a sistemas Android 9.0 (API 28) y como usuarios mínimo sistemas Android 6.0 (API 23).

Se prepara la depuración del dispositivo previo a la publicación de la aplicación, esto con el fin de observar el funcionamiento en un entorno real, además se habilita el modo desarrollador y se instala la aplicación.

- Configuración de la aplicación de escritorio

Framework: Microsoft Visual Studio.

Entorno de desarrollo: Xamarin.Forms.

Fase de producción

Fase donde se implementaron todos los requisitos a través de pequeñas iteraciones, para cada iteración se ejecutaron procesos de análisis, diseño, codificación y pruebas; la figura 8 describe el modelo de casos de uso general.

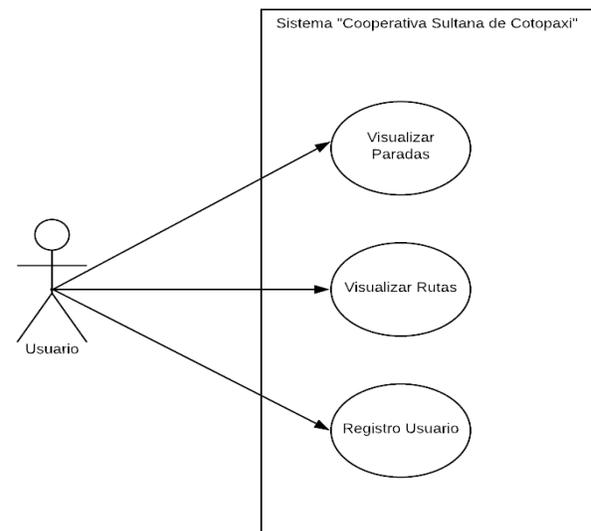


Figura 8. Caso de uso general de aplicación móvil.

Una vez que se definieron los requisitos, se procede a diseñar el prototipo de las interfaces gráficas de usuario (IGU), para ello se utilizó la herramienta informática

Balsamiq Mockup. Las figuras 9 y 10 permiten observar los diseños creados para el requisito “visualizar rutas”.

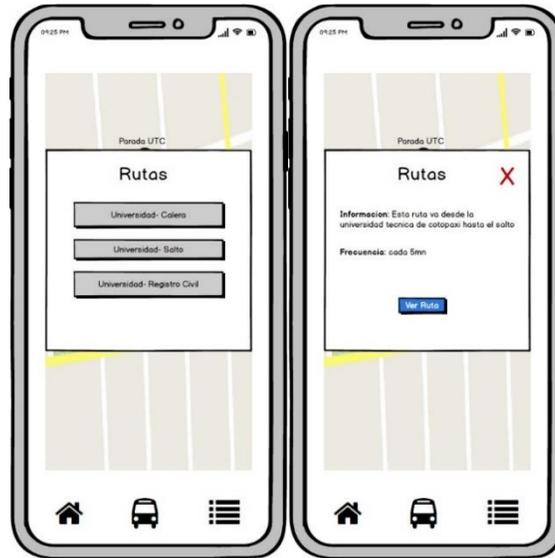


Figura 9. Mockup visualizar rutas.



Figura 10. Mockup Ver ruta.

Como siguiente paso se realizaron los diagramas estructurales y dinámicos de la aplicación, se diseñaron los diagramas de clases, de secuencias, de actividades, entre otros; en la figura 11 se muestra el modelo de la base de datos.



Figura 11. Modelo de la base de datos de la aplicación móvil.

Luego de realizar los diseños necesarios para entender los procesos y funcionalidades, se procede con la codificación de cada requisito, finalmente se aplican todos los casos de

pruebas para verificar que la implementación se encuentre libre de errores, que sea eficaz y eficiente. La figura 12 ilustra la IGU para visualizar las rutas.

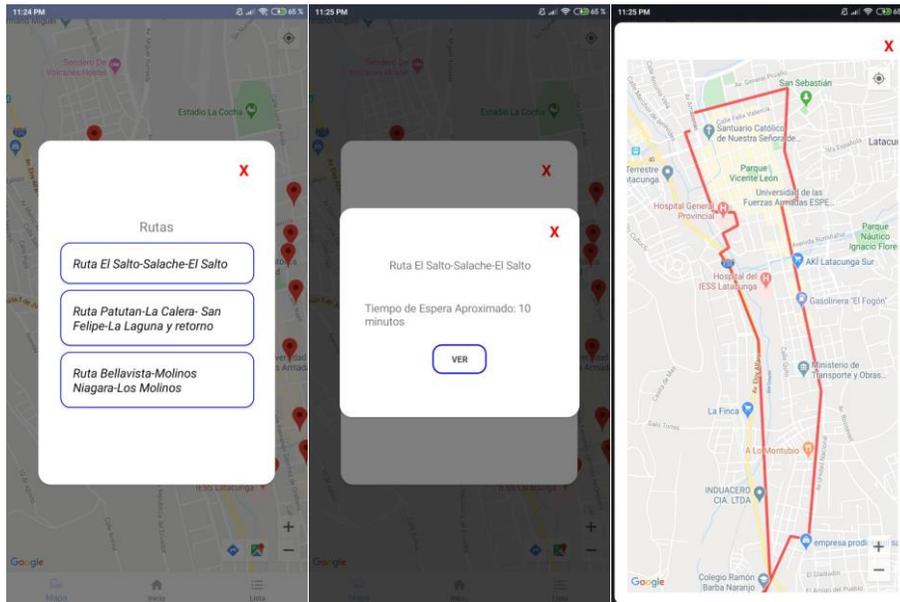


Figura 12. Captura de pantalla visualizar rutas.

3. Discusión y resultados

3.1 Aplicación en producción y publicada

El desarrollo de la aplicación móvil y del módulo web de administración, está concluido en su totalidad, las dos partes están desplegadas y en producción; al módulo web se lo puede visitar en línea a través de la dirección electrónica

<https://www.sultanadecotopaxi.com>. De igual manera, la aplicación móvil está disponible para descargar en la plataforma de Google Play Store, con el nombre de “Sultana de Cotopaxi”.

Esta aplicación otorga información completa sobre las rutas y paradas de la cooperativa, la cual tiene en su totalidad 106 paradas que se ubican y observan a través de imágenes

actualizadas; y 8 rutas que se visualizan dibujadas en el mapa los cuales se pueden visualizar en la figura 12 y 13.

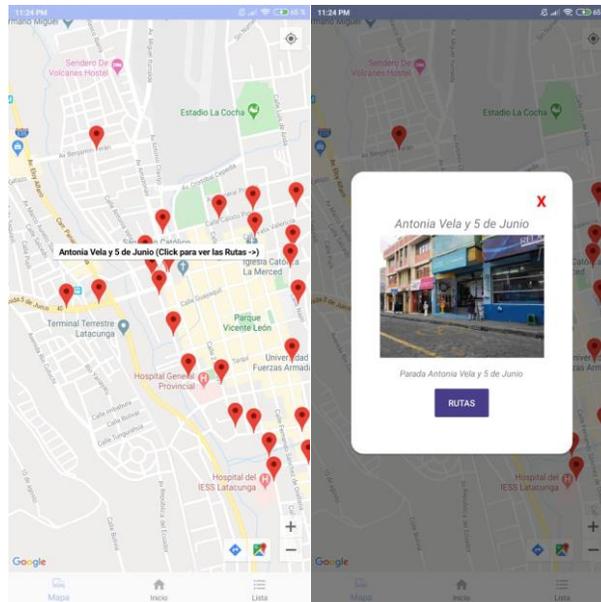


Figura 13. Captura de pantalla visualizar paradas.

3.2 Comparación de resultados

Esta aplicación en relación a otras aplicaciones similares como la Ref. (6) y la Ref. (3), cuenta con una página de administración que permite crear, modificar o eliminar rutas y paradas según se requiera, hace la diferencia porque básicamente permite la actualización de esta información cada vez que suceda directamente al usuario, sin tener la necesidad de descargar nuevas versiones de la aplicación. De igual manera, en relación a la Ref. (4), en la actualidad (febrero-2020) presenta fallos de funcionamiento (Google Play Store [AmbatoBus]), razón por la que no se puede discutir su eficacia; sin embargo, se puede mencionar a favor del trabajo que se presenta en este documento, que se creó en una herramienta de desarrollo multiplataforma, como es Xamarin Ref. (14), la que permite desarrollar aplicaciones para Android Ref. (15), IOS y WindowsPhone, lo que significa

mayor compatibilidad con los diferentes dispositivos móviles del mercado local.

3.3 Test de Usabilidad

Se aplicó el test de usabilidad SUS Ref. (5) a ciento veintiún (121) usuarios que instalaron la aplicación en sus dispositivos celulares. El test incluyó 10 ítems (5 positivos y 5 negativos), las preguntas fueron traducidas y adaptadas del test original cuyas respuestas se basan en una escala de Likert con la valoración de 5 puntos; el resultado final se determina a través de la siguiente fórmula:

$$SUS = ((p1 - 1) + (5 - p2) + (p3 - 1) + (5 - p4) + (p5 - 1) + (5 - p6) + (p7 - 1) + (5 - p8) + (p9 - 1) + (5 - p10)) * 2.5 \quad (\text{Ec. 3.1})$$

Ec. 3.1: Fórmula para obtener el resultado del test SUS.

Tal como lo define Ref. (5), un resultado final de:

- Sesenta y ocho (68) se considera correcto.
- Por debajo de cincuenta (50) se considera un sistema fallido.
- Por encima de ochenta (80) se considera sobresaliente.

Para la evaluación de este trabajo se aplicó el test a 121 usuarios, a quienes se les envió el cuestionario diseñado en la herramienta Google Forms a través de correo electrónico.

A continuación, en la tabla 5 y figura 14, se presentan los resultados obtenidos del test. La calificación es de 82,5 puntos que equivale a “Sobresaliente”.

Tabla 5. Tabla de resultados del test SUS.

Resultados										
Numero de Pregunta	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
Valor de Pregunta	3	1	4	1	4	3	5	3	5	1
Calculo	4-1=3	5-1=4	4-1=3	5-1=4	4-1=3	5-3=2	5-1=4	5-3=2	5-1=4	5-1=4
Total	33									
Total Puntos	33*2,5= 82,5 puntos									

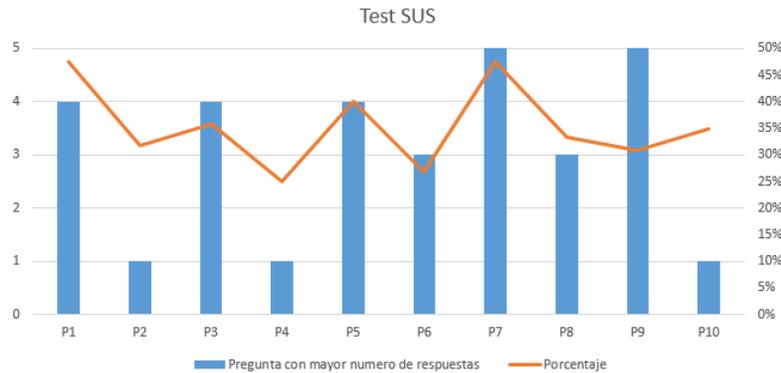


Figura 14. Respuestas del Test de Usabilidad SUS.

Como se observa en la tabla 5 se obtuvo una calificación final de 82.5 puntos sobre 100, es decir Sobresaliente.

actualmente se encuentra disponible de forma gratuita para dispositivos con sistema operativo Android a partir de la versión 6.0 (Marshmallow).

3.4 Google Play Store

La aplicación fue publicada en la plataforma Google Play Store en octubre del 2019,

Los resultados obtenidos desde la publicación aparecen en la figura 15, en donde se observa que hasta diciembre del año 2019 se han realizado 215 descargas.

Eventos de instalación (Todos los eventos, Por intervalo, Mensual)

Fecha	Todas las versiones de Android
octubre de 2019	8
% del total	+100.0%
Cambio de un periodo a otro	-
En comparación con la mediana de apps similares	-
noviembre de 2019	61
% del total	+100.0%
Cambio de un periodo a otro	+662.5%
En comparación con la mediana de apps similares	+666.7%
diciembre de 2019	146
% del total	+100.0%
Cambio de un periodo a otro	+139.3%
En comparación con la mediana de apps similares	+133.8%

Figura 15. Descargas de la aplicación Móvil.

Otros resultados tomados desde la plataforma de Google Play Store son:

- La calificación de los usuarios cuya valoración media es de 4,514 estrellas sobre 5 (figura 16).
- La aplicación entró en tendencia en la categoría de Mapas y Navegación en el Ecuador, pasando del tercer al primer lugar en el top de esta categoría (figura 17).

Tu valoración

4,514 ★ Nueva puntuación de Google Play 4,514 ★ Valoración media 74 Puntuaciones totales

Los usuarios pueden valorar tu aplicación en Google Play con hasta 5 estrellas y una opinión y modificarlos cuando quieran. [Más información](#)

Figura 16. Valoración de la Aplicación Móvil.

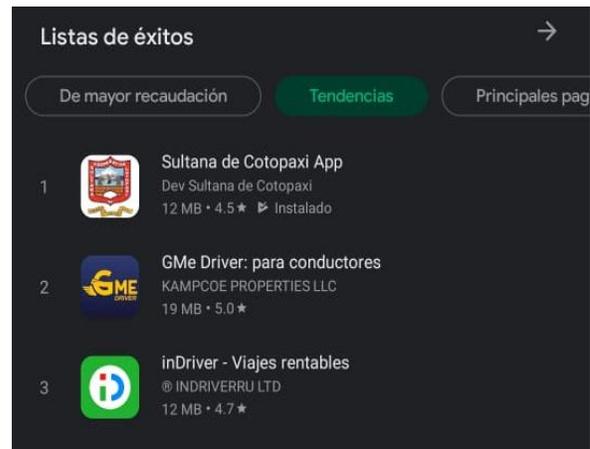


Figura 17. Tendencias Google Play en categoría Movilidad y Turismo.

4. Conclusiones y trabajos futuros

Las aplicaciones móviles de ubicación geográfica son cada vez más populares dentro de los usuarios de los servicios de transporte; esta realidad, por tanto, marca la responsabilidad para los desarrolladores de software, de proveer con estas aplicaciones a quienes utilizan el servicio.

Los objetivos trazados para este trabajo se han conseguido en su totalidad porque se tiene una aplicación móvil implementada y liberada que permite a los usuarios del transporte urbano de la ciudad de Latacunga,

ubicar y visualizar las rutas y paradas de la cooperativa Sultana de Cotopaxi.

La aplicación cuenta con la aceptación de los usuarios, según la plataforma Google Play Store, en un tiempo estimado de tres meses (1/10/19 – 7/12/19) de publicación, se tienen 215 descargas hasta esa fecha, con una valoración de 4.514 estrellas; llegando a posicionarse en el top de tendencias en la categoría de Mapas y Navegación en el Ecuador, en el primer puesto.

La aplicación ha sido validada también, a través del resultado obtenido en el test de usabilidad SUS, ya que recoge la opinión de 121 usuarios que determinan que es Sobresaliente.

El siguiente trabajo planea desplegar una nueva versión de la aplicación integrando las rutas y paradas de la otra operadora de transporte urbano de la ciudad de Latacunga, esto permitirá otorgar un servicio de información completo a la gente que usa el transporte urbano.

5. Referencias

1. **Almeida Muñoz, Jonathan Fernando y Solís Cuñez, Sebastián Martín.** 2019. *Desarrollo de una aplicación móvil android para la consulta de rutas de una línea de buses urbanos que circulan por la ciudad de Quito referenciando los puntos de partida y destino del usuario.* Tesis de Ingeniería. Quito: Universidad Politecnica Salesiana.
2. **Argüello Plaza, Walter Alejandro y Bermeo González, José Eduardo.** 2016. *Aplicación móvil para el conocimiento de las rutas y paradas del servicio público de buses del sector norte de Guayaquil.* Tesis de Ingeniería. Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
3. **Sanchez Vera, Ivan Antonio y Quinde Pozo, Luis Javier.** 2019. *Desarrollo de un sistema de mapeo y visualización de rutas de buses urbanos de la provincia de Santa Elena para la Agencia nacional de tránsito. Módulo: Aplicación móvil.* Tesis de Licenciatura. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena.
4. **Garcés Freire, Enrique Xavier y Jaramillo Zambrano, Edison David.** 2018. *Desarrollo de aplicación móvil, con geolocalización de líneas de autobuses y sus paradas para el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipalidad de Ambato.* Ambato: Tesis de Licenciatura. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Obtenido de: <http://repositorio.pucesa.edu.ec/handle/123456789/2229>.
5. **Hedlefs Aguilar, María Isolde y Garza Villegas, Andrea Abigail.** “Análisis comparativo de la Escala de Usabilidad del Sistema (EUS) en dos versiones/Comparative analysis of the System Usability Scale (SUS) in two versions.”. *RECI Revista Iberoamericana de las Ciencias Computacionales e Informática. Vol 5. Num 10.* 2016. 44-58. Disponible en: <http://reci.org.mx/index.php/reci/article/view/48>.
6. **Galindo Perez, Policarpo Malabar y Suarez Vargas, Monica Andrea.** “Diseño e implementación de una aplicación móvil android para el seguimiento de rutas de transporte urbano en el municipio de Yopal.”. *Investigación e Innovación en Ingenierías*, 2017, vol. 5, no 2, p. 138-173. Doi: <https://doi.org/10.17081/invinno.5.2.2759>.
7. **Tapias, Daniel.** 2014. *Proyectos de Desarrollo Software.* Escuela Politécnica Superior.
8. **Lema Iza, Milton David y Ortiz Bedoya, Jonathan Rodrigo.** 2016. *Desarrollo de un sistema de gestión integrado utilizando*

software libre con el modelo iterativo incremental para llevar el control de los procesos en la empresa software y hardware. Latacunga. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/3685>.

9. **Meneses Sánchez, Jesús Daniel y Laveriano Meca, Elva Carolina.** 2016. *Prototipo de aplicación móvil utilizando la metodología Mobile-D para la verificación de la formalidad en el servicio de taxi metropolitano en la ciudad de Lima.* Lima.

10. **Gasca Mantilla, Maira Cecilia, Camargo Ariza, Luis Leonardo, Medina Delgado, Byron.** “Metodología para el desarrollo de aplicaciones móviles”. *Tecnura*. Vol. 18. Num 18.40. 2014. 20-35 doi: <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2014.2.a02>.

11. **Tummalapalli, Sahithi y Rao Machavarapu, Venkata.** “Managing Mysql Cluster Data using Cloudera Impala.” *International Conference on Computational Modeling and Security*, 85, 2016, 463-474. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.05.193>.

12. **Cheong, Hyunmin.** “Translating JSON Schema logics into OWL axioms for unified data validation on a digital manufacturing platform.” *Procedia Manufacturing*. Vol 28. 2019. 183-188. doi: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.12.030>.

13. **Google, Inc.** *Cumplimiento de los requisitos de nivel objetivo de la API de Google Play.* [En línea] [Citado el: 2019 de 11 de 05], de <https://developer.android.com/distribute/best-practices/develop/target-sdk#premarshmallow>.

14. **Hermes, Dan.** 2015. *Xamarin mobile application development: Cross-platform c# and xamarin. forms fundamentals.* Apress.

15. **Malave Polanco, Kristel y Beaupertuy Taibo, Jose Luis.** ““Android” el sistema operativo de google para dispositivos móviles.”. *Revista negotium*. Vol 19. 2011. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=78219156004>.