



---

---

# **Modelo para el registro nacional de infraestructura ciclista, a través de una aplicación para dispositivos móviles (3ª fase)**

Anali Balladares Villeda  
Ricardo Eugenio Arredondo Ortiz  
Ana Patricia Pérez Mérida  
José Alejandro Ascencio Laguna  
Odisey Yasmín Porras Beltrán

**Publicación Técnica No. 569  
San Fandila, Qro. 2019**



---

**SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES**  
**INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE**

**Modelo para el registro nacional de  
infraestructura ciclista, a través de una  
aplicación para dispositivos móviles  
(3ª fase)**

**Publicación Técnica No. 569**  
**San Fandila, Qro. 2019**

---



Esta investigación fue realizada en la Coordinación de Transporte Integrado y Logística, del Instituto Mexicano del Transporte, por Anali Balladares Villeda y Ana Patricia Pérez Mérida, bajo la dirección de M.E. Ricardo Eugenio Arredondo Ortiz y la asesoría de José Alejandro Ascencio Laguna. El trabajo formó parte del proyecto de investigación TI-18-18, denominado “Modelo para el registro nacional de infraestructura ciclista, a través de una aplicación para dispositivos móviles (3ª fase)”

Se agradece el apoyo brindado por Dr. Carlos Daniel Martner Peyrelongue, Coordinador de Integración del Transporte, así como a M.S.I Elsa María Morales Bautista de la Unidad de Sistemas Geoespaciales del IMT, por la oportuna asesoría brindada, así como la asesoría y retroalimentación de M.C. Odisey Yasmín Porras Beltrán, de la Universidad Tecnológica de Tula Tepeji.

El trabajo de investigación permitió que las señoritas Anali Balladares y Ana Patricia Pérez obtuvieran su grado de licenciatura en Ingeniería en Tecnologías de la Información, por parte de la Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji, bajo la dirección del investigador Ricardo Arredondo y la profesora Odisey Porras.

Se agradece el apoyo en adaptación del documento para su versión compatible con WORD, de Ariadna Sánchez Loo, Óscar Vázquez Vargas e Ismael Juárez Hernández.



# Contenido

---

Índice de tablas .....	iii
Índice de figuras .....	v
Sinopsis.....	vii
Abstract .....	ix
Resumen ejecutivo.....	xi
Introducción.....	1
1 Planteamiento del problema.....	3
1.1 Planteamiento del problema .....	3
1.2 Objetivos generales y específicos .....	3
1.3 Delimitación (viabilidad y alcance).....	4
2 Marco teórico .....	5
2.1 Importancia de las herramientas tecnológicas.....	5
2.2 Metodología .....	5
2.3 Tecnologías y herramientas para el desarrollo de aplicaciones móviles Android .....	7
2.3.1 Plataformas y lenguajes de programación para el desarrollo de aplicaciones móviles Android .....	7
2.3.2 Tecnologías para la geolocalización .....	11
2.3.3 Tecnologías de sistemas gestores de base de datos.....	11
2.3.4 Modelos computacionales .....	12
3 Metodología .....	15

Metodología .....	15
3.1 Etapa 1. Planeación.....	16
3.1.1 Historias de usuario.....	16
3.1.2 Plan de entregables .....	16
3.1.3 División de Iteraciones .....	18
4 Análisis de datos y discusión de resultados .....	27
4.1 Análisis de datos y discusión de resultados.....	27
4.1.1 Logros alcanzados .....	28
4.1.2 Usabilidad de las herramientas para el desarrollo del proyecto .....	30
4.1.3 Funcionalidad de la aplicación .....	31
Conclusiones.....	35
Referencias .....	37
Anexo 1. Historias de usuarios.....	39
Anexo 2. Distribución de tareas para la realización del proyecto .....	47
Anexo 3. Tarjetas CRC .....	49
Anexo 4. Modelo de Base de datos.....	53
Anexo 5. Manual de usuario.....	55



# Índice de tablas

---

Tabla 3.1 Historias de usuario.....	16
Tabla 3.2 Plan de entregables.....	17
Tabla 4.1 Usabilidad de las herramientas para el desarrollo del proyecto .....	30
Tabla 4.2 Comparación de la aplicación .....	34
Tabla A1.1 Historia de usuario: Acceso a la aplicación.....	39
Tabla A1.2 Historia de usuario: Leer y registrar coordenadas de ubicación del usuario .....	40
Tabla A1.3 Historia de usuario: Registrar atributos de ciclovía .....	41
Tabla A1.4 Historia de usuario: Registrar atributos de infraestructura .....	42
Tabla A1.5 Historia de usuario: Almacenar datos en un archivo plano TXT .....	43
Tabla A1.6 Historia de usuario: Mandar correo .....	44
Tabla A1.7 Historia de usuario Mostrar el recorrido en un mapa .....	45
Tabla A1.8 Historia de usuario Tomar fotografía.....	46
Tabla A2.1 Distribución de tareas para la realización del proyecto .....	47
Tabla A3.1 Tarjetas CRC email.....	49
Tabla A3.2 Tarjetas CRC Coordenadas.....	49
Tabla A3.3 Tarjetas CRC infraestructura .....	50
Tabla A3.4 Tarjetas CRC Ciclovía.....	50
Tabla A3.5 Tarjetas CRC Base de datos .....	50
Tabla A3.6 Tarjetas CRC Mapa .....	51



# Índice de figuras

---

Figura 2.1 Metodología XP.....	7
Figura 3.1 Diagrama general de la metodología XP para el proyecto BI-SIGET ...	15
Figura 3.2 Diseño e implementación de interfaces.....	18
Figura 3.3 Diseño e implementación de la base de datos.....	19
Figura 3.4 Registro de atributos de ciclovía .....	20
Figura 3.5 Registro de atributos de infraestructura .....	21
Figura 3.6 Almacenamiento de datos en un archivo TXT y envío por correo .....	22
Figura 3.7 Mostrar el recorrido en un mapa .....	23
Figura 3.8 Comando para tomar fotografías.....	24
Figura 3.9 Publicación en Google Play .....	25
Figura 4.1 Evidencia de descargas .....	27
Figura 4.2 Resultados .....	27
Figura 4.3 Funcionalidad de la aplicación .....	31



# Sinopsis

---

La presente investigación presenta el desarrollo tecnológico de una aplicación para dispositivos móviles, denominada BI-SIGET, que permite realizar cartografía colaborativa para la construcción de un inventario nacional de infraestructura ciclista.

El proyecto incluye el proceso de activación del GPS en el dispositivo móvil; así como el inicio de la captura de datos sobre los atributos de ciclovía, tipo, ubicación, así como las características específicas de la infraestructura intermedia, como puentes, alcantarillas, ciclopuertos, biciestacionamientos y centros de transferencia modal. Este proceso de captura incluye el almacenamiento local de los datos generados, que pueden compartirse con un administrador central por correo electrónico.

La aplicación se logra después de dos años de esfuerzos institucionales, entre el Instituto Mexicano del Transporte y la Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji.

Esta aplicación puede ser descargada desde la tienda App Store de Google Play con el nombre de "Bi-Siget", cuyo vínculo de descarga es el siguiente:

<https://play.google.com/store/>

La descripción del proyecto puede ser revisada en la siguiente dirección, que detalla la aplicación y los logros alcanzados.

<https://es.slideshare.net/keniatzi/bi-siget-ceceq24may2018v1>

Anexo, se muestra el vínculo del vídeo explicativo acerca de cómo utilizar la aplicación:

<https://youtu.be/rJzqlsOjjUM>

Mientras que la explicación del proyecto y los alcances obtenidos al momento de esta publicación, se muestran en el siguiente vínculo:

<https://www.youtube.com/watch?v=vUAKNgilYxE&t=6s>



# Abstract

---

This research presents the technological development of an application for mobile devices, called BI-SIGET, which allows collaborative mapping, for the construction of a national inventory of cycling infrastructure.

The project includes the process of activating the GPS in the mobile device, as well as the start of the capture of data on the attributes of the bikeway, type, location, as well as the specific characteristics of the intermediate infrastructure, such as bridges, culverts, bicycleports, bicycle-stations and modal transfer centers.

This capture process includes the local storage of the generated data, which can be shared with a central administrator by email.

The application is achieved after two years of institutional efforts, between the Mexican Institute of Transportation and the Technological University of Tula-Tepeji.

This application can be downloaded from the Google Play App Store with the name of "Bi-Siget", whose download link is as follows:

<https://play.google.com/store/>

The description of the project can be reviewed at the following address, which gives details related to the application and its achievements.

<https://es.slideshare.net/keniatzi/bi-siget-ceceq24may2018v1>

Annex shows the link of the explanatory video about how to use the application:

<https://youtu.be/rJzqlsOjjUM>

Besides, an explanation about the App and its aims reached until now, are presented in the following link:

<https://www.youtube.com/watch?v=vUAKNgilYxE&t=6s>





# Resumen ejecutivo

---

El Instituto Mexicano del Transporte aprovecha los beneficios que ofrece la tecnología de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), para el mejoramiento del registro nacional de infraestructura de transporte. Para ello ha implementado las ventajas de los SIG y sus características, en una aplicación Móvil de nombre BI-SIGET, la cual utiliza la función del Sistema de Posicionamiento Global (GPS). Este proyecto está pensado en los beneficios que traerán de manera fácil y rápida el identificar las ciclovías existentes en el territorio nacional, tanto construidas por los distintos niveles de gobierno, como por colectivos ciclistas y grupos ciudadanos.

El registro, visualización del mapa y envío de los datos estará abierta a todo el público sin limitarlo a ningún sector específico.

El proyecto incluye el proceso de activación del GPS en el dispositivo móvil, así como el inicio de captura de datos sobre los atributos de la ciclovía, tipo, ubicación, así como las características específicas de la infraestructura intermedia, como puentes, alcantarillas, ciclopuertos, biciestacionamientos y centro de transferencia modal. Este proceso de captura incluye el almacenamiento local de los datos levantados, que podrán ser compartidos con un administrador central, a través de un correo electrónico concentrador.

La aplicación se logra después de dos años de esfuerzos institucionales, entre el Instituto Mexicano del Transporte y la Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji.

Ahora viene la etapa de recopilación de información para construir el mapa nacional de infraestructura ciclista, que muestre los avances locales en materia de construcción de esa infraestructura para la movilidad sostenible.

Esta aplicación permite realizar cartografía colaborativa, y puede ser descargada desde la tienda App Store de Google Play con el nombre de "Bi-Siget", cuyo vínculo de descarga es el siguiente:

<https://play.google.com/store/>

La descripción del proyecto, puede ser revisada en la siguiente dirección, que detalla la aplicación y los logros alcanzados.

<https://es.slideshare.net/keniatzi/bi-siget-ceceq24may2018v1>

Anexo se muestra el vínculo del vídeo explicativo acerca de cómo utilizar la aplicación:

<https://youtu.be/rJzqlsOjjUM>

La etapa fundamental de validación y aceptación de los usuarios se obtendrá con la experiencia de descargar, utilizar y retroalimentar la aplicación "BI-SIGET".

Por otra parte, el siguiente vínculo expone con mayor detalle el algoritmo utilizado en la aplicación para dispositivos móviles, que permite cartografía colaborativa para el registro de infraestructura ciclista, así como los alcances logrados a la fecha:

<https://www.youtube.com/watch?v=vUAKNgilYxE&t=6s>

# Introducción

---

Actualmente, muchos gobiernos locales están construyendo ciclovías, para satisfacer los requerimientos ciudadanos en materia de movilidad, pero carecen de un inventario de ciclovías, que le permita a la población conocer la ubicación, extensión y características de la infraestructura ciclista.

El regreso del uso de la bicicleta en zonas urbanas y rurales representa el cambio social y cultural más importante, en materia de movilidad, en los últimos 100 años de historia del país; debido a la integración de la movilidad no motorizada a los traslados cotidianos.

Se estima que, en promedio, cada ciudadano invierte unas dos horas para llegar al trabajo o la escuela, considerando la ida y el regreso. Eso suma millones de horas de actividad no productiva.

Suárez (2012) establece que "La reaparición de la bicicleta en la ciudad propicia la equidad de los espacios públicos, pues en los lugares que aparece mejora el entorno, independientemente de la zona. Un ejemplo de lo anterior es el rescate en el 2010 del monumento a la Revolución en la Ciudad de México: una zona olvidada se regeneró e incluyó infraestructura ciclista, cruces seguros, cicloestacionamientos. Todo ello propició la apertura de comercios, restaurantes y cafés. De ser un lugar considerado de riesgo, se convirtió en espacio público que hoy invita a la ciudadanía a asistir a él."

A nivel mundial, la bicicleta se ha convertido en el emblema del bienestar urbano. Hoy la vemos establecida en los centros económicos, políticos y sociales más importantes de los países que la han adoptado como medio de transporte seguro, anti contaminante y saludable.

La bicicleta hace más accesibles los parques, la cultura, la educación y el comercio. Y es que, si su utilización es adecuadamente planificada, permite una movilidad sustentable basada en la interconexión con los sistemas masivos de transporte y la creación de zonas de alta densidad habitacional y usos mixtos; al reducir, entre otras cosas, la dependencia del automóvil particular.

La reaparición de la bicicleta es un fenómeno mundial y tiene su epicentro en las megalópolis. Bien vale la pena recordar que ahora más del 50 por ciento de la población del planeta habita en núcleos urbanos.

Por su parte, las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) están teniendo un gran impacto en el mundo moderno, con implicaciones en cada una de las ramas de la sociedad actual. Hoy en día no se puede hablar de eficiencia o

novedad si no existe una aplicación y correcta utilización de la tecnología moderna, ya que se puede asegurar que las TIC tienen la respuesta efectiva a la mano.

La unidad del sistema de información geoespacial desarrolla, supervisa y coordina la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico para el aprovechamiento de los sistemas de investigación georreferenciada en el sector transporte; por lo tanto, los servicios tecnológicos se encargan de desarrollar herramientas para analizar y gestionar proyectos.

En la actualidad existen más de trescientas mil aplicaciones para los dispositivos móviles. Según el informe titulado: *El desarrollo de aplicaciones móviles*, Android lidera las descargas de aplicaciones para teléfonos inteligentes.

Según Apiumhub (2018), ese pasado año acabó siendo un año fantástico para la economía de las aplicaciones. El futuro del desarrollo de aplicaciones móviles para 2018 promete seguir dando lugar a tecnologías nuevas e innovadoras y herramientas, junto con el crecimiento de la tecnología tradicional.

Las aplicaciones móviles proporcionan una gran comodidad, flexibilidad y rápida transferencia de información por lo que el Instituto Mexicano del Transporte no es ajeno a esta realidad y ha identificado en las tecnologías de la información, un aliado para aumentar la eficiencia y mejorar la calidad y los servicios que ofrece.

Es por eso que fue considerado el registro de las Ciclovías en un tiempo oportuno y conveniente, para registrar la infraestructura a través de participación solidaria y subsidiaria; haciendo posible desarrollar aplicaciones informáticas, como lo es el Modelo para el registro nacional de infraestructura ciclista, a través de una aplicación Android que hemos denominado "BI-SIGET".

# 1 Planteamiento del problema

---

## 1.1 Planteamiento del problema

En nuestro país existe un gran número de ciclovías, de las cuales actualmente no existe un registro nacional que pueda brindar información confiable y segura para los ciudadanos que hacen uso de estas rutas para trasladarse de un lugar a otro.

El Instituto Mexicano del Transporte (IMT) cuenta con el desarrollo y la supervisión de las actividades científicas y tecnológicas de la investigación básica y aplicada para la implementación de los sistemas de información georreferenciado al transporte; por lo cual el IMT busca solucionarlo, desarrollando una aplicación para dispositivos móviles, con el objetivo de diseñar un modelo de gestión —con base en la aplicación geoinformática— habilitado para capturar, transferir y procesar información de la infraestructura de transporte ciclista geográficamente referenciada.

La aplicación BI-SIGET permitirá que los ciudadanos tengan la oportunidad de registrar la información requerida de la ciclovía que se encuentra recorriendo, desde su dispositivo, con la ayuda de las personas que ocupen la aplicación y compartan la información capturada; lo que permitirá que se pueda llevar un mejor control de registros de las ciclovías existentes.

## 1.2 Objetivos generales y específicos

### Objetivo general

Desarrollar una aplicación informática para dispositivos móviles Android, que permita realizar un inventario de la infraestructura para el transporte sostenible; particularmente para las ciclovías a nivel nacional. Tomando como caso de estudio, las ciclovías del estado de Querétaro.

### Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación actual del inventario de las ciclovías.
- Recolectar la información necesaria para el desarrollo de la aplicación.
- Analizar el estado del proyecto.
- Rediseñar la base de datos
- Rediseñar las interfaces de la aplicación.
- Diseñar y desarrollar consulta para la inserción de los atributos de la ciclovía.

- Diseñar y desarrollar consulta para la inserción de los atributos de infraestructura.
- Almacenar datos en un formato plano TXT.
- Diseñar y desarrollar algoritmo para envío de correo electrónico con documentos adjuntos.
- Diseñar y desarrollar consulta para que visualice los recorridos que han realizado en la ciclovía.
- Implementar permisos de cámara, almacenamiento y localización
- Realizar las pruebas necesarias para determinar el correcto funcionamiento de la aplicación.
- Publicar aplicación en Google Play.

### **1.3 Delimitación (viabilidad y alcance)**

La aplicación estará disponible para dispositivos móviles basados en Android, en sus recientes versiones 6 y 7. En esta etapa, por límites de tiempo y recursos humanos, la versión para IOS quedará pendiente para otra etapa, en el entendido de que más del 80% del mercado de dispositivos móviles está basado en Android; por lo que la mayoría de los participantes que utilicen celulares basados en Android podrán participar en la construcción del inventario ciclista.

Para realizar el inventario, se deberá hacer una amplia difusión de BI-SIGET, en los grupos y colectivos ciclistas; así como ciudadanos en general que quieran participar. La información recopilada será canalizada a través de un correo electrónico ([bicinventario@gmail.com](mailto:bicinventario@gmail.com)) desarrollado para concentrar los datos que aportan los voluntarios. Estos datos serán administrados por medio de un equipo de colaboradores del área geográfica, de la Coordinación de Transporte Integrado y Logística del IMT, que exportarán los archivos TXT a formato KMZ, para ser visualizados en sistemas de información geográficos, del tipo QGIS y Google Earth, que son aplicaciones gratuitas para el manejo de mapas e información georreferenciada.

## **2 Marco teórico**

---

El marco teórico, que se desarrolla a continuación, permite conocer los conceptos básicos necesarios para el entendimiento del desarrollo de este proyecto.

Iniciamos explicando la importancia de las herramientas tecnológicas como apoyo para la creación de ciudades inteligentes y movilidad sustentable; principalmente los dispositivos móviles, y la participación ciudadana para la solución de problemas y toma de decisiones.

Posteriormente, describe la metodología aplicable para el desarrollo del proyecto.

En el tercer punto, mostramos las tecnologías y herramientas para el desarrollo de aplicación móvil BI-SIGET.

Por último, se describe los modelos computacionales existentes en la movilidad sostenible.

### **2.1 Importancia de las herramientas tecnológicas**

Según Torrecilla (2018) "las herramientas tecnológicas se han hecho imprescindibles en las actividades de los diferentes ámbitos que existen, ya que han servido para optimizar y mejorar todos los procesos". Estas han transformado totalmente la forma en la que nos comunicamos con los demás; por ejemplo, contamos con herramientas para platicar, compartir imágenes, archivos y mucho más. No hay duda de que nos han facilitado la vida.

Es así como la tecnología ha dejado de ser un lujo o privilegio en todo el mundo, su uso se ha convertido en un elemento fundamental en el ámbito personal y empresarial. En un mundo tan activo y globalizado, las empresas deben ser rápidas y eficientes con todos sus recursos; la tecnología ha llegado para resolver los problemas y eliminar las barreras de las organizaciones a través de sistemas innovadores y que son adaptables a las necesidades de cada una. Lo que antes tomaba semanas e incluso meses, ahora es posible terminarlo en unos pocos minutos y sin mayor esfuerzo ni complicación.

### **2.2 Metodología**

La metodología utilizada se denomina "Programación extrema XP de desarrollo ágil", que busca elaborar programas totalmente funcionales en el tiempo o plazo establecido para el desarrollo del proyecto. Utilizan un proceso activo; es decir,

que, si los requerimientos del software cambian en cualquier etapa en la que se encuentre el proyecto, el equipo debe adaptar el producto a estos cambios; ya que la rapidez como tal es la respuesta efectiva al cambio.

Joskowicz (2018), define cuatro variables en la metodología XP para cualquier proyecto de programación: **costo, tiempo, calidad y alcance**. El método especifica que, de estas cuatro variables, tres de ellas podrán ser fijadas arbitrariamente por actores externos al grupo de desarrolladores (clientes y jefes de proyecto); y el valor de la restante deberá ser establecida por el equipo de desarrollo, quien establecerá su valor en función de las otras tres.

La programación extrema usa un enfoque orientado a objetos como paradigma preferido de desarrollo, y engloba un conjunto de reglas y prácticas que ocurren en el contexto de cuatro actividades estructurales: planeación, diseño, codificación y pruebas.

Duarte (2013) comenta “el enfoque orientación a objetos naturaliza la forma en que entendemos cada fase del proceso de creación de un software. Esto nos conduce a simplificar el modo en que podemos comprender un problema, ayuda a agilizar la formulación de un plano conceptual en torno a objetos y sus interacciones, y permite construir el producto mediante herramientas habilitadas para codificar objetos.”

### **Planeación**

- Historias de usuario
- División de iteraciones
- Entregas pequeñas
- Plan de entregas

### **Diseño**

- Simplicidad
- Las tarjetas CRC (Clase-Responsabilidad-Colaboración)
- El refactoring

### **Codificación**

- Cliente siempre presente
- El código se escribe siguiendo estándares
- Toda la producción de código debe ser hecha en parejas
- No trabajar horas extra

### **Pruebas**

- Pruebas unitarias
- Pruebas de aceptación



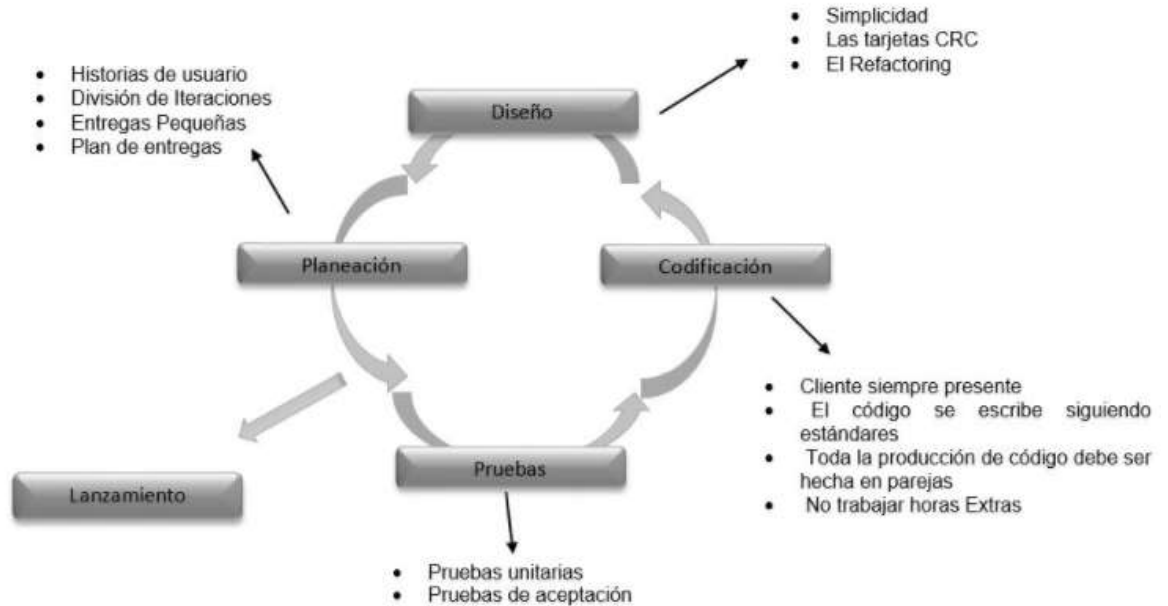


Figura 2.1 Metodología XP

## 2.3 Tecnologías y herramientas para el desarrollo de aplicaciones móviles Android

### 2.3.1 Plataformas y lenguajes de programación para el desarrollo de aplicaciones móviles Android

#### Android Studio

Academia Android (2014) “Android Studio es un entorno de desarrollo integrado (IDE), basado en IntelliJ IDEA de la compañía JetBrains, que proporciona varias mejoras con respecto al plugin ADT (Android Developer Tools) para Eclipse. Android Studio utiliza una licencia de software libre Apache 2.0, está programado en Java y es multiplataforma”.

Android Studio posee distintos componentes que ayudan a la tarea de la construcción de aplicaciones: sistema de construcción basado en Gradle, la construcción de variantes y múltiples archivos APK, como también plantillas de código que ayudan a la creación de aplicaciones; un completo editor de diseño con soporte para la edición de arrastrar y soltar el tema elementos; facilidad de uso y compatibilidad de versiones, Código encoge con ProGuard y consumo de recursos cada vez menor con Gradle.

Fue presentado por Google —el 16 de mayo del 2013— en el congreso de desarrolladores Google I/O, con el objetivo de crear un entorno dedicado en

exclusiva a la programación de aplicaciones para dispositivos Android, proporcionando a Google un mayor control sobre el proceso de producción.

## **Android**

Android es un sistema operativo creado por la prestigiosa compañía Google; que está pensado y desarrollado desde la ideología OpenSource, de ahí su enorme éxito y gran aceptación durante el relativo poco tiempo que tiene de vida.

Está basado en GNU Linux y enfocado a dispositivos móviles de todo tipo; ya sean teléfonos móviles, tabletas e incluso mini ordenadores portátiles, que ya podemos encontrar en el mercado.

Su corazón está gobernado por un Kernel totalmente basado en Linux, y es el encargado de acoplar y hacer que todos los componentes de nuestro terminal funcionen correctamente en el sistema operativo. En definitiva, el Kernel es una de los elementos más importante dentro de nuestro Android y, sin él, el S.O. no sería capaz de encontrar los componentes básicos de nuestro dispositivo; tales como el tipo de procesador y sus parámetros de uso, la conexión Wifi y sus protocolos de actuación o incluso la cámara fotográfica.

Características:

- Código abierto.
- Núcleo basado en el Kernel de Linux.
- Adaptable a muchas pantallas y resoluciones.
- Utiliza SQLite para el almacenamiento de datos.
- Ofrece diferentes formas de mensajería.
- Soporte de Java y muchos formatos multimedia.
- Incluye un emulador de dispositivos, herramientas para depuración de memoria y análisis del rendimiento del software.
- Multitarea real de aplicaciones.

## **OpenSource**

Open Source, también llamado “Código Abierto”, es un término que se utiliza para denominar a cierto tipo de software que se distribuye mediante una licencia que le permite al usuario final —si tiene los conocimientos necesarios— utilizar el código fuente del programa para estudiarlo, modificarlo y realizar mejoras en este; pudiendo incluso hasta redistribuir.

Este tipo de software provee de características y ventajas únicas; ya que los programadores, al tener acceso al código fuente de una determinada aplicación pueden leerlo y modificarlo, y por lo tanto puede mejorarlo añadiendo opciones y corrigiendo todos los potenciales problemas que pudiese encontrar; con lo que el programa, una vez compilado, estará mucho mejor diseñado que cuando salió de la computadora de su programador original.

Además, el tiempo de espera para la corrección de errores es mucho menor que el ciclo que debería transcurrir en un programa con su código cerrado; lo que genera importantes beneficios para el usuario final.

## Java

Sun Microsystems desarrolló el lenguaje de programación orientado a objetos que se conoce como Java; cuyo objetivo era utilizarlo en un set-top box, un tipo de dispositivo que se encarga de la recepción y la decodificación de la señal televisiva. El primer nombre del lenguaje fue Oak, luego fue conocido como Green y finalmente adoptó la denominación de Java.

Es un lenguaje de programación y una plataforma informática comercializada. Hay muchas aplicaciones y sitios web que no funcionan a menos de que tenga Java instalado, y cada día se crean más; Java es rápido, seguro y fiable. Desde portátiles hasta centros de datos, desde consolas para juegos hasta súper computadoras, desde teléfonos móviles hasta Internet, Java está en todas partes.

Actualmente es uno de los lenguajes más usados para la programación, en todo el mundo. Con la programación en Java, se pueden realizar distintos aplicativos, como son applets; las aplicaciones especiales se ejecutan dentro de un navegador al ser cargada una página HTML en un servidor WEB. Por lo general, los applets son programas pequeños y de propósitos específicos.

La programación en Java, permite el desarrollo de aplicaciones bajo el esquema de Cliente Servidor, como de aplicaciones distribuidas, lo que lo hace capaz de conectar dos o más computadoras u ordenadores; al ejecutar tareas simultáneas, y de esta forma logra distribuir el trabajo a realizar.

Java ha sido probado, ajustado, ampliado y probado por toda una comunidad de desarrolladores, arquitectos de aplicaciones y entusiastas de Java. Está diseñado para permitir el desarrollo de aplicaciones portátiles de elevado rendimiento para el más amplio rango de plataformas informáticas posible. Al poner a disposición de todo el mundo aplicaciones en entornos heterogéneos, las empresas pueden proporcionar más servicios y mejorar la productividad, las comunicaciones y colaboración del usuario final, y reducir drásticamente el costo de propiedad tanto para aplicaciones de usuario como de empresa.

Java se ha convertido en un valor impagable para los desarrolladores, ya que les permite:

- Escribir software en una plataforma y ejecutar virtualmente en otra
- Crear programas que se puedan ejecutar en un explorador y acceder a servicios Web disponibles

- Desarrollar aplicaciones de servidor para foros en línea, almacenes, encuestas, procesamiento de formularios HTML y mucho más

## **Json**

JSON (JavaScript Object Notation - Notación de Objetos de JavaScript) es un formato ligero de intercambio de datos. Está basado en un subconjunto del Lenguaje de Programación JavaScript, Standard ECMA-262 3rd Edition. JSON es un formato de texto completamente independiente del lenguaje, pero utiliza convenciones que son ampliamente conocidos por los programadores de la familia de lenguajes C; incluyendo C, C++, C#, Java, JavaScript, Perl, Python, y muchos otros. Estas propiedades hacen que JSON sea un lenguaje ideal para el intercambio de datos.

JSON está constituido por dos estructuras:

Una colección de pares de nombre/valor; lo que en varios lenguajes es conocido como un objeto, registro, estructura, diccionario, tabla hash, lista de claves o un arreglo asociativo.

Una lista ordenada de valores; en la mayoría de los lenguajes, esto se implementa como arreglos, vectores, listas.

## **API**

Una API (Application Programming Interface) es un conjunto de reglas (código) y especificaciones que las aplicaciones pueden seguir para comunicarse entre ellas: sirviendo de interfaz entre programas diferentes de la misma manera en que la interfaz de usuario facilita la interacción humano-software.

Las API pueden servir para comunicarse con el sistema operativo (WinAPI), con bases de datos (DBMS) o con protocolos de comunicaciones (Jabber/XMPP). En los últimos años, por supuesto, se han sumado múltiples redes sociales (Twitter, Facebook, Youtube, Flickr, LinkedIn, etc.) y otras plataformas online (Google Maps, WordPress).

Las API son valiosas, ante todo, porque permiten hacer uso de funciones ya existentes en otro software (o de la infraestructura ya existente en otras plataformas) para no estar reinventando la rueda constantemente, reutilizando así un código que se sabe que está probado y que funciona correctamente. En el caso de herramientas propietarias (es decir, que no sean de código abierto) son un modo de hacer saber a los programadores de otras aplicaciones cómo incorporar una funcionalidad concreta, sin por ello tener que proporcionar información acerca de cómo se realiza internamente el proceso.

## 2.3.2 Tecnologías para la geolocalización

### API Google Maps

Google Maps es un servicio gratuito que nos ofrece Google; con mapas desplazables del mundo entero, fotografías satelitales, la ruta más corta entre diferentes ubicaciones y muchas características interesantes.

El API de Google Maps permite incrustar Google Maps en las propias páginas web, mediante JavaScript.

El API proporciona:

- Utilidades para manipular los mapas
- Añadir contenido al mapa mediante diversos servicios

### GPS

GPS (Global Positioning System) o Sistema de Posicionamiento Global es un sistema de navegación basado en satélites y está integrado por 24 de estos artefactos. Originalmente, fue pensado para aplicaciones militares; aunque a partir de los años ochenta el gobierno de EEUU puso el sistema de navegación disponible a la población civil. El GPS funciona en cualquier condición climatológica, en cualquier parte del mundo, y las 24 horas del día. No hay ningún costo de suscripción o cargos iniciales de preparación para usar el GPS.

El sistema de posicionamiento global es un sistema que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, con una precisión de hasta centímetros; aunque lo habitual son unos pocos metros de exactitud.

## 2.3.3 Tecnologías de sistemas gestores de base de datos

### SQLite

SQLite es un sistema gestor de base de datos relacional (RDBMS). Lo que hace único a SQLite es que se considera una solución embebida; la mayoría de los sistemas de gestión de bases de datos como Oracle, MySQL, y SQL Server son procesos de servidor autónomos que se ejecutan independientemente. SQLite es en realidad una librería que está enlazada dentro de las aplicaciones. Todas las operaciones de base de datos se manejan dentro de la aplicación mediante llamadas y funciones contenidas en la librería SQLite. Así mismo hace mucho más fácil tratar grandes bases de datos en comparación con otras soluciones más convencionales de base de datos.

SQLite está realmente escrito en C que implementa un Sistema de gestión de bases de datos transaccionales SQL auto-contenido, sin servidor y sin configuración, y tiene contenido en un “envoltorio” de Java que proporciona Android SDK.

SQLite se basa en el Lenguaje Estructurado de Consultas (SQL); el mismo lenguaje que utiliza la mayoría de RDBMS.

El código de SQLite es de dominio público y libre para cualquier uso, ya sea comercial o privado. Actualmente es utilizado en gran cantidad de aplicaciones, incluyendo algunas desarrolladas como proyectos de alto nivel.

## **2.3.4 Modelos computacionales**

### **2.3.4.1 Modelos computacionales en el IMT**

#### **SIGET-Móvil**

Se trata de un modelo desarrollado en el IMT por la investigadora Elsa Morales Bautista, que define el SIGET como la solución propuesta al problema de la carencia de un sistema integral de información en el Sector Transporte, que coadyuve a la toma de decisiones, con base en el manejo relacional de las bases de datos estadísticos en su expresión territorial, desde un ambiente gráfico de fácil manejo, con funciones diversas de consulta y despliegue visual, análisis espacial y representación cartográfica”. (Morales, 2015)

El SIGET es el resultado de un proyecto que eslabona distintas actividades, a lo largo de varios años, conjugadas desde el principio en el objetivo de proporcionar una herramienta útil que contribuya a la planeación, gestión y operación del sistema de transporte nacional. Entre las actividades realizadas con este propósito; destacan fundamentalmente dos: primeramente, la que corresponde con la fundamentación del sistema en sí mismo, es decir, a la generación de la información georreferenciada de la infraestructura para el transporte, mediante el levantamiento del INIT con el empleo del GPS; posteriormente, la segunda actividad fundamental consistió en diseñar, integrar, estructurar y programar —con la plataforma del SIG— las funciones, operaciones e interfaz gráfica del SIGET.

Para alcanzar el objetivo central del proyecto SIGET, consistente en conformar un sistema informático eficiente, versátil y sencillo para el registro, análisis y representación de la información geográfica y estadística asociada al transporte; fue necesario que a partir de la plataforma cimentada con el inventario de información georreferenciada de la infraestructura para el transporte, generado con el GPS, se procediera de manera paralela a la identificación, acopio e integración de las bases de datos provenientes de fuentes diversas y al diseño de una interfaz para usuario final del sistema.

### **2.3.4.2 Modelos computacionales comerciales en movilidad sostenible**

#### **Strava**

Nacida en 2009, de manos de Michael Horvath y Mark Gainey, Strava es una red social basada en Internet, enfocada en deportistas, como pueden ser ciclistas y corredores, y una aplicación de seguimiento GPS deportiva. Strava tiene dos versiones: la gratuita y la premium (de pago).

#### **Runtastic**

Stephan Brunner, quien creó y planeó el futuro de Runtastic, hizo su lanzamiento en octubre del 2009 en la organización fundada por Florian Gschwandtner. Es una aplicación para Android, iOS, Windows Phone y Blackberry.

Runtastic es una aplicación para registrar todas las actividades deportivas de un usuario, vía GPS: que incluyen correr, caminar, pedalear y mucho más. Mide distancia, tiempo, ritmo, calorías quemadas, velocidad, altitud, entre otras cosas.

Los creadores de Runtastic lanzaron en 2013 otras dos aplicaciones: Runtastic Road Bike y Runtastic Mountain Bike, ambas gratuitas, aunque también en versión profesional, disponible tanto para Android como iOS.

#### **Bikemap**

Bikemap es un sitio mundial de la comunidad en línea para ciclistas, que permite crear rutas y sugerencias de rutas en bicicleta.

Los usuarios pueden crear rutas utilizando mapas en línea, según sus propios criterios, importar archivos GPS o grabar con la aplicación móvil.

Es una aplicación gratuita y está disponible para iOS, Android y Windows Phone

#### **Bike Citizens**

La idea para la aplicación nació en 2010 y en 2011 fue implementada la primera versión beta para Android. El primer lanzamiento se hizo para iPhone en abril 2012, en la tienda de Apple austriaca bajo el nombre BikeCityGuide; la versión Android siguió en junio del mismo año. Bike Citizens (anteriormente BikeCityGuide) es la primera aplicación diseñada especialmente para la bicicleta en la ciudad y se destaca por calcular rutas en tiempo real y dar prioridad a rutas

cicloamigables. Funciona fuera de línea, por lo que ahorra batería y costos de internet.



# 3 Metodología

## Metodología

En este tercer capítulo se detalla la metodología utilizada para el desarrollo del proyecto.

Se seleccionó la metodología de programación extrema XP, debido a que es una de las metodologías ágiles diseñadas para desarrollos de proyectos pequeños y desarrollado en parejas. Para este proyecto se utilizaron 5 iteraciones, que se describen detalladamente a continuación (ver diagrama general de la metodología XP para el proyecto BI-SIGET).

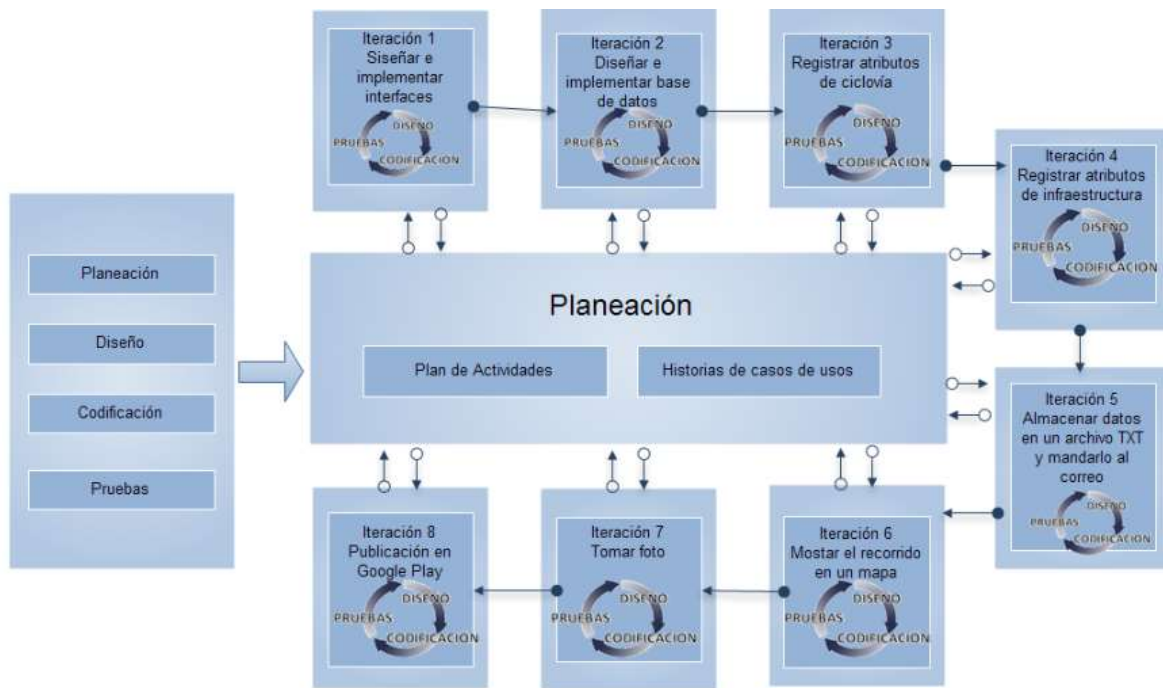


Figura 3.1 Diagrama general de la metodología XP para el proyecto BI-SIGET

## 3.1 Etapa 1. Planeación

En esta etapa se recabaron los requerimientos funcionales del proyecto y con base en estos, se realizó un plan de entregas y un plan de iteraciones, que se describen a continuación.

### 3.1.1 Historias de usuario

Se realizaron un total de 8 historias de usuario, mismas que fueron recabadas semanalmente (ver Anexo 2: Detalle de las historias de usuario). Estas historias nos permitieron planear las actividades para el desarrollo de las mismas. En la siguiente tabla (Tabla 1. Historias de Usuario) se describen las historias detectadas.

**Tabla 3.1 Historias de usuario**

Número de HH. UU.	Nombre	Prioridad
1.	Acceso a la aplicación	Alta
2.	Leer y registrar coordenadas de ubicación del usuario	Alta
3.	Registrar infraestructura de ciclovía	Alta
4	Registrar ciclovía	Alta
5	Almacenar datos en un archivo plano TXT	Alta
6	Mandar correo electrónico	Alta
7	Mostrar gráficamente el recorrido en un mapa	Alta
8	Tomar fotografía	Baja

### 3.1.2 Plan de entregables

Con base en las historias de usuario, se analizó y diseñó el plan de productos entregables. Se determinó realizar 8 entregas, como se muestra en la tabla 3.2 siguiente.

Tabla 3.2 Plan de entregables

Fase/Actividad	Fecha de presentación	Fecha de cumplimiento	Entregable
Diseñar e implementar las interfaces de acceso al sistema y registro de geolocalización	15-enero-2018	17-enero-2018	a) Casos de uso. Acceder a la aplicación b) 4 interfaces
Leer y registrar coordenadas de ubicación del usuario	18-enero-2018	25-enero-2018	a) El prototipo muestra el registro de las coordenadas de acuerdo con el recorrido b) Prototipo con permisos de geolocalización
Registrar Infraestructura y ciclovía en la base de datos	26-enero-2018	2-febrero-2018	a) Diseño, desarrollo e implementación de la base de datos. b) Prototipo con el registro y validación de infraestructura e implementación en la base de datos.
Almacenar los datos en un archivo TXT	5-febrero-2018	9-febrero-2018	a) Prototipo con algoritmo implementado para la integración del archivo TXT en formato Json con datos de las coordenadas, arquitectura y ciclovía.
Mandar correo con archivo adjunto	12-febrero-2018	23-febrero-2018	a) Prototipo con implementación de correo electrónico. b) Archivo adjunto
Mostrar recorrido en mapa	26-febrero-2018	16-marzo-2018	a) Prototipo implementando en el mapa y el recorrido que hace el usuario. b) Prototipo implementando el historial de los recorridos del usuario.
Tomar fotografía	19-marzo-2018	21-marzo-2018	a) Prototipo implementando la vinculación con la cámara del dispositivo
Publicar en Google Play	22-marzo-2018	28-marzo-2018	a) Aplicación publicada en Play Store

### 3.1.3 División de Iteraciones

De acuerdo con la metodología XP, todas las iteraciones se desarrollaron en pareja, trabajando 8 horas al día de lunes a viernes.

#### Iteración 1. Diseño e implementación de interfaces

En esta primera iteración se diseñaron y desarrollaron cuatro interfaces para obtener y mostrar las coordenadas utilizando GPS.

**Diseño:** Se diseñaron las interfaces que el usuario utilizará para acceder a la aplicación.

**Codificación:** En la codificación se utilizó el framework que tiene Android Studio, utilizando sus herramientas disponibles.

**Pruebas:** Se realizaron pruebas unitarias de cada uno de los controladores, con el fin de visualizar la correcta ubicación de cada componente.

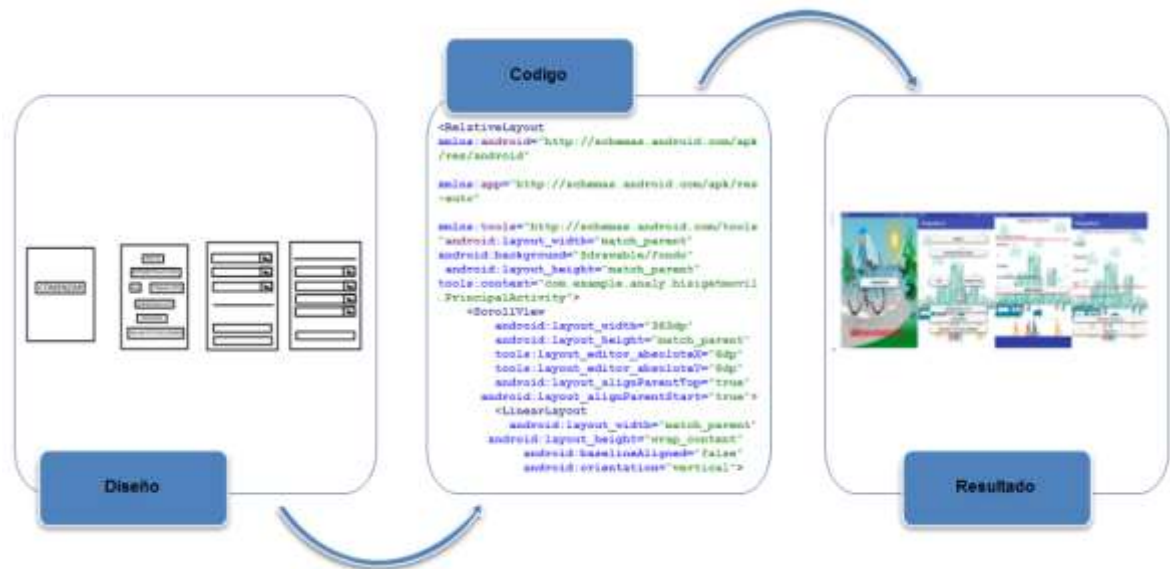


Figura 3.2 Diseño e implementación de interfaces

#### Iteración 2. Diseñar e implementar la base de datos

En esta iteración se diseñó el modelo de la base de datos compuesto por 4 tablas se implementó en el manejador de base de datos SQLite.

**Diseño:** Se diseñó el modelo de la base de datos siguiendo una nomenclatura estándar. ver Anexo 4.

Se diseñó la tarjeta CRC para modelar la clase de base de datos, revisar Anexo 3.

**Codificación:** Se ejecuta el script para la creación de la base de datos en SQLite, con el fin de almacenar en esta las coordenadas geográficas.

**Pruebas:** Se realizó una prueba unitaria y funcional que consiste en visualizar la base de datos que fue creada con sus tablas correspondientes, de acuerdo con el modelo de datos.

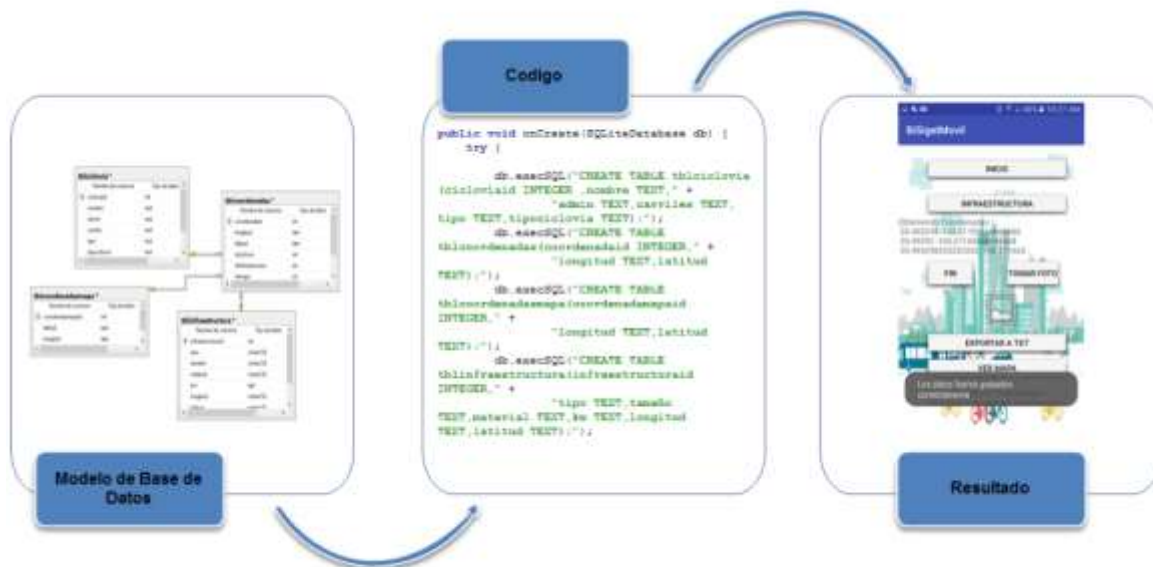


Figura 3.3 Diseño e implementación de la base de datos

### Iteración 3. Registrar atributos de ciclovía

Realizar transacciones de inserción de los atributos de la ciclovía en la base de datos.

**Diseño:** Se diseñó una inserción que podría guardar la información; dicha codificación fue realizada de manera simple, siguiendo nomenclaturas como "Insertar Ciclovía".

Se diseñaron las tarjetas CRC para modelar las clases de coordenadas y de ciclovía, como se muestra en el Anexo 3.

**Codificación:** Se codificó una inserción que será capaz de capturar los atributos de la ciclovía que selecciona el usuario, para ser registrados.

**Pruebas:** Se realizaron dos pruebas: 1) Unitaria, el equipo de trabajo válido que se registraran exitosamente los atributos de la ciclovía en la base de datos. 2) De aceptación, el cliente validó y aprobó el funcionamiento del prototipo con la base de datos.

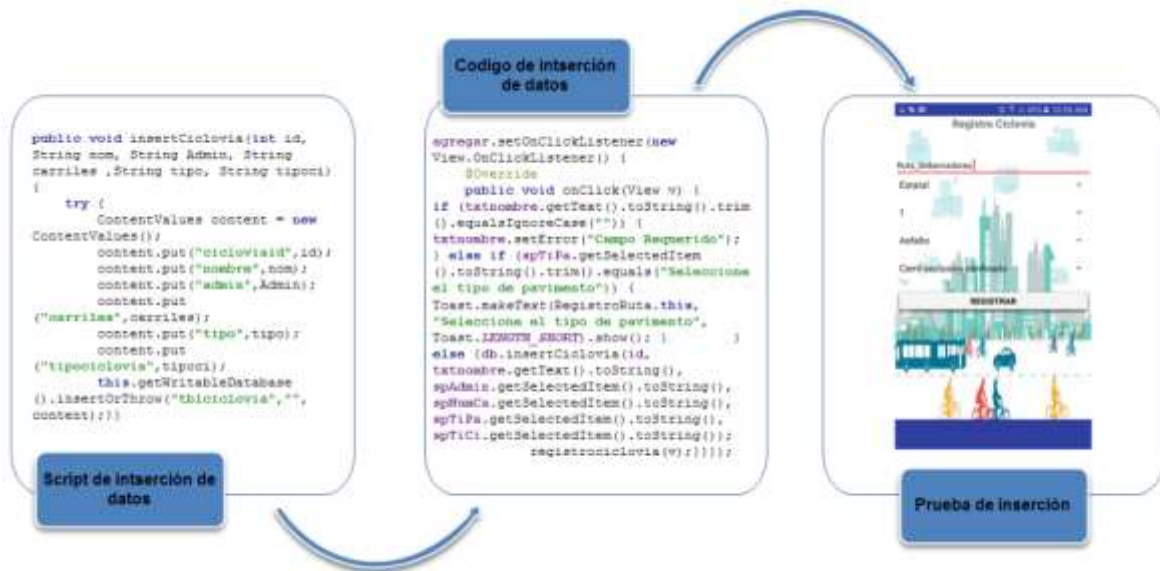


Figura 3.4 Registro de atributos de ciclovía

#### Iteración 4. Registrar atributos de infraestructura

Realizar transacciones de inserción de los atributos de la ciclovía en la base de datos.

**Diseño:** Se diseñó una inserción que pueda guardar la información; dicha codificación fue realizada de manera simple, siguiendo nomenclaturas como "Insertar infraestructura".

Se diseñó la tarjeta CRC para modelar la clase de infraestructura, como se detalla en el Anexo 3.

**Codificación:** Se codificó una inserción que permite capturar los atributos de la infraestructura que seleccionó el usuario para ser registrados.

**Pruebas:** Se realizaron dos pruebas: 1) Unitaria, en donde el equipo de trabajo validó el registro exitoso de los atributos de la Infraestructura en la base de datos. 2) De aceptación, en donde el cliente validó y aprobó el funcionamiento del prototipo con la base de datos.

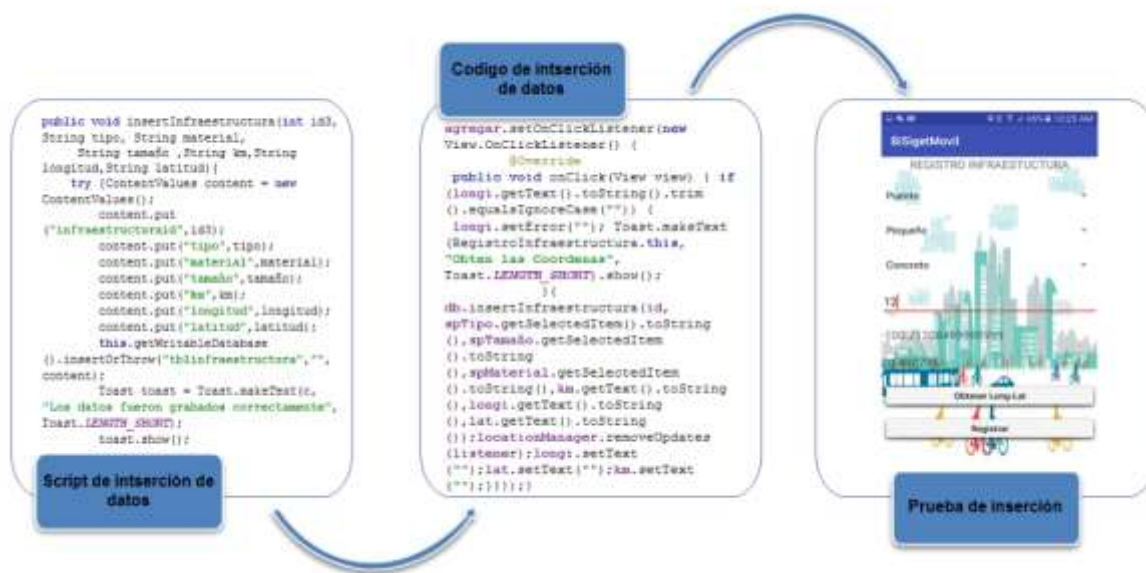


Figura 3.5 Registro de atributos de infraestructura

### Iteración 5. Almacenar datos en un archivo TXT y mandarlo en correo

Realizar algoritmos para almacenar los datos en un archivo TXT en formato JSON y este adjuntarlo automáticamente para mandarlo por correo electrónico.

**Diseño:** Se diseñó un algoritmo que almacena los datos en un archivo TXT, mediante el formato JSON.

Se diseñó la tarjeta CRC para modelar la clase de Email, revisar Anexo 3.

**Codificación:** Se codificó el algoritmo capaz de almacenar los datos en un archivo TXT, dándole un formato JSON; el cual se podrá adjuntar automáticamente para ser enviado por correo electrónico.

**Pruebas:** Se realizaron dos pruebas: 1) Unitaria, en donde el equipo de trabajo valida que se cree la estructura JSON de las coordenadas y se almacene en un archivo TXT al dispositivo móvil. 2) De aceptación, en donde el cliente valida el funcionamiento del algoritmo.







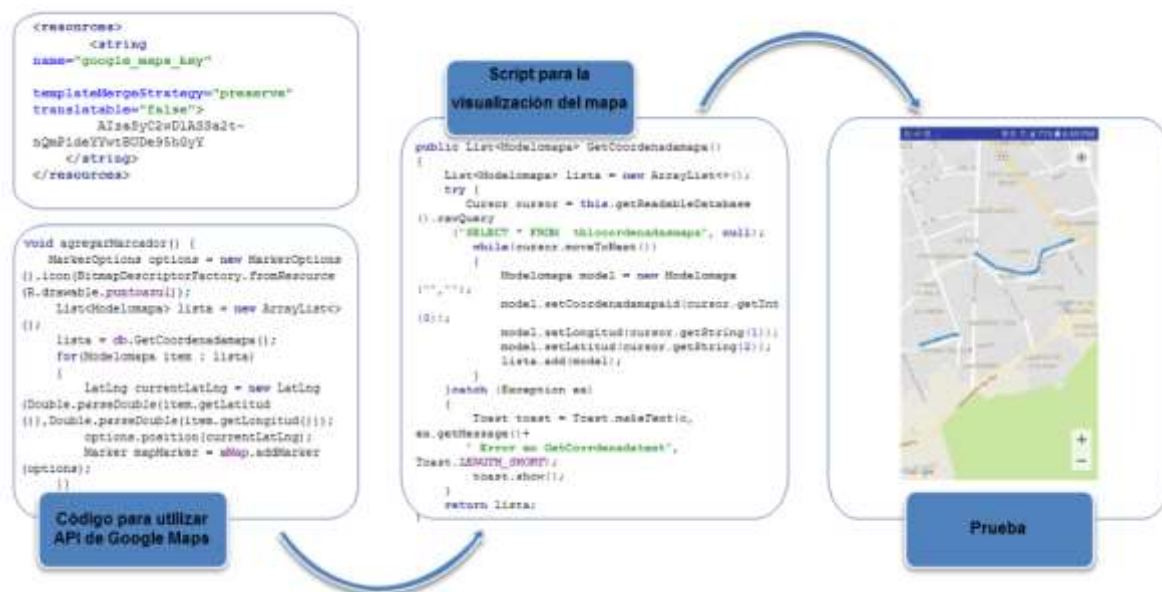


Figura 3.7 Mostrar el recorrido en un mapa

## Iteración 7. Tomar fotografía

Desarrollar algoritmo para guardar fotografías y para el permiso de la cámara.

**Diseño:** Conformación del algoritmo que sea capaz de guardar fotografías en el dispositivo.

**Codificación:** Se codificó el algoritmo para que se pudiera tomar fotografías y guardarlas en el dispositivo Android; así como darle permisos para utilizar la cámara y almacenarlas.

**Pruebas:** Se realizaron dos pruebas: 1) Unitaria de implementación de permisos de cámara y almacenamiento, que comprobaron que en el dispositivo Android 6 y 7 se pudiera acceder a la cámara de dicho dispositivo y se pudiera almacenar la fotografía que el usuario había tomado, y 2) De aceptación, en donde el cliente válido y aprobó el funcionamiento del prototipo con los permisos de cámara y almacenamiento en ambas versiones.

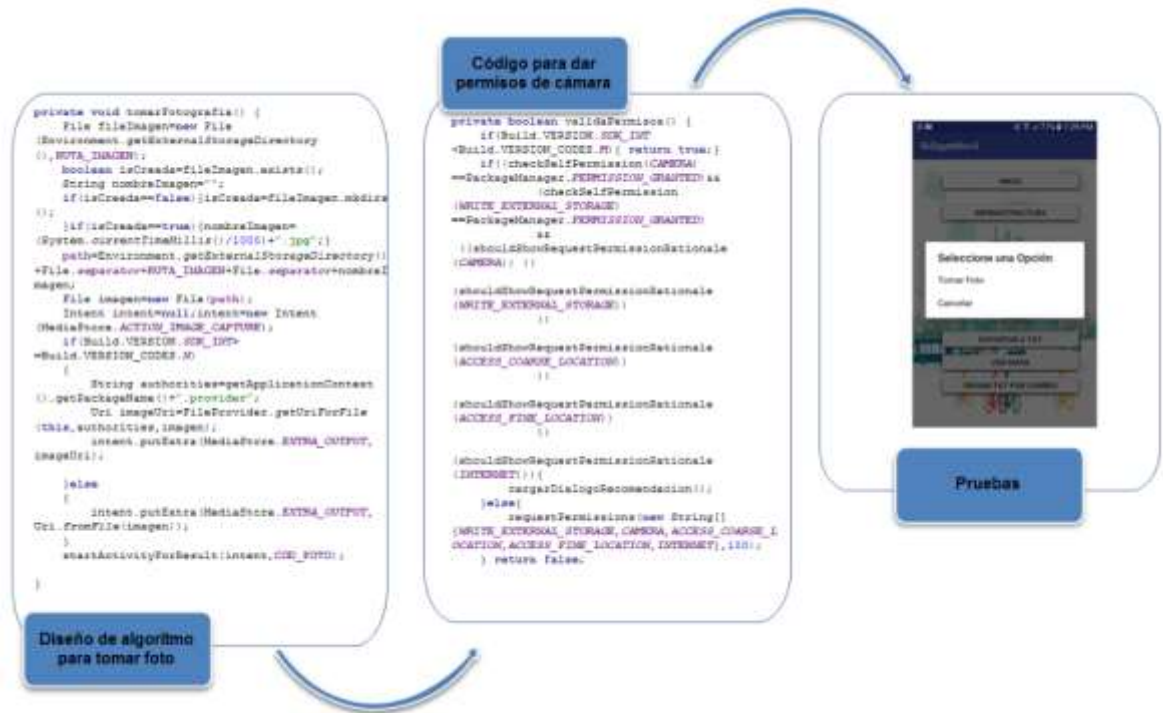


Figura 3.8 Comando para tomar fotografías

### Iteración 8. Publicación en Google Play

Generar clave y APK de la aplicación para publicación en Google Play.

**Análisis:** Se investigó y analizó lo requerido para realizar la publicación de la aplicación en Play Store.

**Codificación:** Generación de APK y Clave de la aplicación desde Android Studio.

**Pruebas:** 1) De aceptación de Google, en donde Google realiza las pruebas necesarias para que sea aceptada la aplicación y sea publicada en la tienda de Play Store. 2) Unitarias, que sirven para validar y probar la descarga y funcionamiento de la aplicación. 3) De aceptación, en donde el cliente validó y probó la descarga y el funcionamiento de la aplicación.



Figura 3.9 Publicación en Google Play



## 4 Análisis de datos y discusión de resultados

### 4.1 Análisis de datos y discusión de resultados

En este capítulo se describen a modo de conclusión, las metas que se lograron y las pautas que se alcanzaron durante el desarrollo de la aplicación, así como las oportunidades de mejora de la aplicación BI-SIGET.

Mediante la aplicación desarrollada y la ayuda de los usuarios, a través de cartografía colaborativa, se podrá realizar el inventario nacional de ciclovías.

A dos semanas de la difusión de la aplicación BI-SIGET, a través de la tienda de aplicaciones de Google Play Store, se identificó que 17 usuarios ya la habían descargado y de ellos, 15 la usaban activamente.



**Figura 4.1 Evidencia de descargas**

Los usuarios que han descargado la aplicación la han calificado con 5 estrellas.

De acuerdo con la información proporcionada por el equipo validador de las ciclovías, se ha alcanzado a crear el inventario de ciclovías del estado de Querétaro.



**Figura 4.2 Resultados**

### **4.1.1 Logros alcanzados**

- Se desarrolló la aplicación informática para dispositivos Android, que permite registrar la infraestructura ciclista, tomando como caso de estudio las ciclovías de Querétaro.
- Con apoyo del estudiante de geografía ambiental de la Universidad Autónoma de Querétaro, Luis Fernando Cruz Guzmán, quién se unió activamente al proyecto en sus últimas etapas, para la representación cartográfica de la información que se empezó a recopilar a través de nuestra aplicación BI-SIGET, se corroboró que en nuestro país no existía previamente un registro nacional de ciclovías, por lo que esta aplicación permitirá subsanar esta carencia y contribuir a lograr un inventario de las ciclovías, a través de la participación ciudadana.
- Se obtuvieron los requerimientos necesarios para poder desarrollar la aplicación.
- Se estudió a fondo la situación actual en la que se encontraba el prototipo inicial, desarrollado por García, Arredondo y Morales (2017), quienes desarrollaron la primera etapa del proyecto BI-SIGET.
- Se analizó y se rediseño la base de datos.
- Se rediseñaron las interfaces del prototipo.
- Creación de las transacciones de inserción de atributos de la ciclovía y de la infraestructura.
- Diseño y construcción en formato JSON, de las coordenadas y los atributos de la ciclovía e infraestructuras.
- Almacenamiento en un archivo de texto plano(TXT), de la estructura del formato JSON.
- Diseñar y desarrollar un algoritmo para adjuntar archivo TXT en el correo electrónico.
- Se realizó la extracción de datos para que se visualice gráficamente en un mapa los recorridos realizados en la ciclovía por el usuario.
- Se investigaron, analizaron e implementaron los permisos necesarios para que el usuario autorice el uso de la cámara, de almacenaje y del GPS en el dispositivo móvil Android, en sus versiones 6 y 7.

- Se realizaron las pruebas necesarias para detectar el estado del funcionamiento de la aplicación.
- Se investigaron los requisitos para publicar una aplicación en Google Play.
- Se estudiaron los manuales y tutoriales para publicar una aplicación en la tienda de Google Play Store.
- La aplicación fue publicada en Google Play.
- Se elaboró un tutorial de la aplicación BI-SIGET, para su consulta en el portal de Youtube, que ya se puede acceder a través de la siguiente liga (<https://youtu.be/rJzqlsOjjUM>)

## 4.1.2 Usabilidad de las herramientas para el desarrollo del proyecto

En la siguiente tabla se describen cómo fueron utilizadas las herramientas tecnológicas mencionadas en el marco teórico, durante la realización del proyecto.

**Tabla 4.1 Usabilidad de las herramientas para el desarrollo del proyecto**

Herramienta	Uso
<b>Android Studio</b>	Esta herramienta es gratuita, y se utilizó la versión 2.3.2. y se codificó en el lenguaje de programación Java, con JDK en versión 7.
<b>API Google Maps</b>	Se utilizó la API de Google Maps para la visualización de los recorridos realizados por el usuario. En el mapa de Google Maps se grafican las coordenadas de dichos recorridos.
<b>GPS</b>	El GPS del dispositivo móvil es utilizado para obtener las coordenadas que va recorriendo el usuario.
<b>SQLite</b>	Se utiliza SQLite como gestor de base de datos local para almacenar los datos de la ciclovías e infraestructura.
<b>Correo electrónico</b>	Se configuró el servicio de Gmail como servidor de correo saliente y de recepción de cualquier servicio de correo electrónico.
<b>Google Play</b>	Se configuraron los atributos requeridos para la publicación de BI-SIGET en esta esta herramienta.



### 4.1.3 Funcionalidad de la aplicación

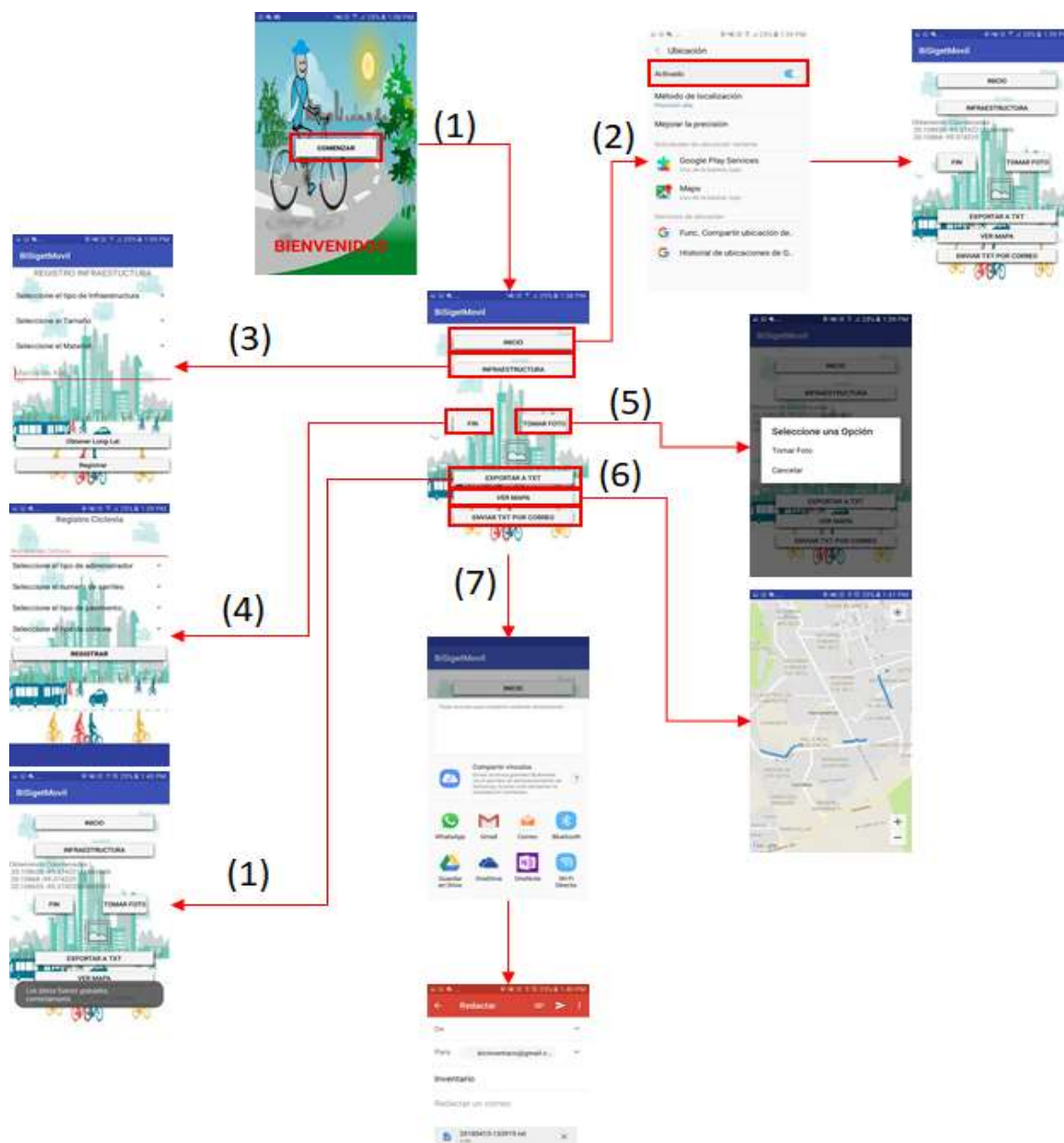


Figura 4.3 Funcionalidad de la aplicación

### **1. Pantalla de comienzo:**

Este proceso es básico, ya que cuando se instala la aplicación por primera vez, solicita tres permisos necesarios para utilizarla que son: de almacenamiento, cámara y ubicación; para esto tiene un botón cuya funcionalidad es mandar a la pantalla principal de la aplicación.

### **2. Pantalla principal (botón inicio):**

En este proceso lo que se realiza es inicio de la lectura de las coordenadas; para lograr esto es necesario presionar el botón inicio; para comenzar, por lo que es importante tener activado el GPS; en caso de que no esté activado lo mandará automáticamente a ajustes y posteriormente leerá las coordenadas.

### **3. Pantalla de registro infraestructura:**

Durante el recorrido en la ciclovía, si el usuario llegase a encontrar algún tipo de infraestructura, podrá registrar los atributos que se le solicitan; y al terminar esto, continuará con la lectura de las coordenadas.

### **4. Pantalla de registro de ciclovía:**

Cuando el usuario haya terminado su recorrido, podrá presionar el botón “Fin” y el sistema le solicitará inscribir los atributos de la ciclovía, para poder guardar las coordenadas que se estuvieron leyendo durante su recorrido.

### **5. Pantalla de tomar fotografía:**

Esta es una opción que puede ser utilizada a lo largo del recorrido de la ciclovía o al final del mismo; esta opción se usa para tomar una fotografía de la infraestructura o de la propio ciclovía. Aquí se emplea uno de los permisos que se solicita, al inicio; ya que cuando toma la primera fotografía, crea una carpeta en el dispositivo y posteriormente el resto de las fotografías serán almacenadas en esta.

### **6. Exportar a formato TXT.**

Este proceso es importante ya que se extraen los datos y las coordenadas de la base de datos y se exportan a un archivo plano, del tipo TXT, dándole un formato JSON; este archivo es el que será enviado por correo.

### **7. Pantalla de ver mapa:**

En el proceso de “Ver el mapa” se utilizó una API de Google Maps para poder visualizar la estructura del mapa, en donde los puntos que se muestran solo son la expresión gráfica de las coordenadas que se obtuvieron en la lectura principal. Solo es necesario presionar el botón de “Ver mapa” y automáticamente mandará al mapa, en donde será necesario presionar el botón de ubicación para que se visualicen con mayor detalle las rutas recorridas.

## **8. Pantalla de enviar TXT por correo:**



Este es un proceso muy importante, ya que gracias al envío de los archivos TXT, por medio del correo electrónico, se podrá desarrollar el inventario nacional de ciclovías, desde la plataforma desplegada en el IMT. Para ello, el usuario deberá enviar el archivo TXT por medio de su aplicación de correo favorita; cuando entre a su correo, podrá mandar el archivo y las fotografías que haya tomado. Si bien el archivo TXT se adjunta automáticamente, las fotografías deberán ser anexadas manualmente.

Durante el desarrollo iterativo de la aplicación Android, se diseñó la interfaz para el usuario, se desarrolló y se verificó a través de sucesivas pruebas, que constituyeron un indicador de que se podía pasar a la siguiente iteración. La distribución de las pruebas puede ser revisada en el Anexo 2.

### **Comparación de aplicación anterior con actual**

En la Tabla 4.2 siguiente, se presenta una comparación entre la aplicación actual y la que se tenía anteriormente previamente, exponiendo las mejoras y las modificaciones realizadas y su funcionalidad.

Tabla 4.2 Comparación de la aplicación

Comparación de la aplicación	
	
<p>En la interfaz de la izquierda se muestra la pantalla de inicio y la funcionalidad que tiene cada botón. Al inicio básicamente solo se contaba con las interfaces que iban a utilizar la aplicación y su parte de la funcionalidad.</p>	<p>En la pantalla de la derecha se muestra cómo es actualmente la aplicación BLSIGET que, con menos botones, se torna más clara y atractiva para el usuario. Todos los botones cuentan con su respectiva funcionalidad, además de contar con la captura de fotografía y el uso de un mapa para visualizar los recorridos. La mayoría de los procesos se realizan automáticamente.</p>

# Conclusiones

---

El trabajo realizado logra desarrollar una aplicación para dispositivos móviles, basados en Android 6 y 7; y queda a disposición de los interesados para realizar cartografía colaborativa, que permita construir un inventario nacional de infraestructura ciclista, a través de recorridos de campo de las ciclovías por todas las localidades de la república mexicana.

La aplicación es descargable de la tienda de Google Play Store, con el nombre “BI-SIGET”, a través del siguiente vínculo:

<https://play.google.com/store/>

Ahora viene la etapa de construcción del inventario y para ello se invita a todos los interesados a sumarse al esfuerzo de realizar los recorridos en bicicleta, para capturar toda la infraestructura ciclista del país. Los recorridos quedarán registrados en el propio dispositivo del participante, quien podrá enviar su información al correo concentrador de datos, para su validación y posterior publicación en Internet, que provisionalmente utiliza la siguiente página:

<https://maphub.net/fercr19/mapciclovias>

A través del desarrollo de este trabajo, se obtuvieron varias lecciones, que pueden ser resumidas de la siguiente manera:

## **Primera lección**

Durante el desarrollo de la aplicación Android BI-SIGET se tuvo una consolidación y retroalimentación de conocimientos adquiridos de los participantes, durante su formación profesional universitaria, además de utilizar el IDE de Android Studio, así como el uso del GPS y la API de Google Maps.

## **Segunda lección**

Durante el desarrollo de la aplicación BI-SIGET, se obtuvieron comentarios positivos por parte de los primeros usuarios y de las personas que atendieron las diversas presentaciones que se hicieron durante la etapa de creación, lo que permitió mejorar la interactividad de la aplicación con los usuarios, así como la forma de registro de datos y envío de información al correo de captación.

Gracias a la creación de esta aplicación, se resuelve el problema plantado al inicio, que es la carencia de una herramienta que les permita a los gobiernos

locales realizar un inventario de la infraestructura ciclista existente dentro de sus jurisdicciones, incluyendo su ubicación georreferenciada y sus características físicas, lo que sin duda será de gran ayuda para las personas interesadas en contar con esta información, de manera sencilla y expedita. Ahora, será posible abrir la participación ciudadana en un proceso de cartografía colaborativa a través de esta aplicación.

## Referencias

---

- Apiumhub (2018). "Estudio sobre la situación actual del software", disponible en: <https://apiumhub.com/es/tech-blog-barcelona/situacion-actual-del-software/>
- Arredondo. (13 de mayo de 2016). *Necesario, invertir más en ciclovías recomiendan*. Obtenido de EL UNIVERSAL: <http://www.eluniversalqueretaro.mx/metropoli/13-05-2016/necesario-invertir-mas-en-ciclovias-recomiendan>
- Developers, A. (s.f.). *Permisos del sistema*. Obtenido de Programar: <https://developer.android.com/guide/topics/security/permissions.html?hl=es-419>
- fácil, T. (2014). *¿Qué es open source?* Obtenido de <https://tecnologia-facil.com/que-es/que-es-open-source/>
- García Ramírez, D., Arredondo Ortiz, R.E. y Morales Bautista, E.M. (2017). "Modelo para el registro nacional de infraestructura de transporte sostenible a través de una aplicación Android". Publicación Técnica 494. IMT. México. Disponible en: <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt494.pdf>
- Google, A. P. (s.f.). *Culturación*. Obtenido de <http://culturacion.com/android-principales-caracteristicas-del-sistema-operativo-de-google/>
- Melgoza. (13 de febrero de 2017). *Trazar una ruta de un punto a otro en Google maps y Android*. Obtenido de Blog de Programación: <https://jonathanmelgoza.com/blog/trazar-ruta-punto-a-otro-google-maps-android/>
- Merico. (12 de julio de 2014). *¿Qué es una API y para qué sirve?* Obtenido de Ticbeat: <http://www.ticbeat.com/tecnologias/que-es-una-api-para-que-sirve/>
- Navarro. (31 de marzo de 2017). *Presentan ciclovía Santa María Magdalena-Hércules*. Obtenido de EL UNIVERSAL:

<http://www.eluniversalqueretaro.mx/sociedad/31-03-2017/presentan-ciclovia-santa-maria-magdalena-hercules>

Querétaro, M. d. (18 de mayo de 2017). *Presentan avances del proyecto Q500*.

Obtenido de QUERÉTARO:

<http://www.municipiodequeretaro.gob.mx/nota.php?id=671>

Suárez, L. A. (30 de enero de 2012). *La bicicleta en México, en intensa competencia frente al automóvil*. Obtenido de La Jornada ecológica:

<http://www.jornada.unam.mx/2012/01/30/eco-c.html>

Morales Bautista, Elsa María (2015). "Modelo de gestión de información geoespacial de la infraestructura para el transporte en México mediante dispositivos móviles". Tesis UAQ. Maestría en Sistemas de Información; Gestión y Tecnología.

Oqodeblog. (31 de 10 de 2012). *¿Que es una App?* Obtenido de

<http://qode.pro/blog/que-es-una-app/>

Oqodeblog. (2 de 10 de 2013). *Google play*. Obtenido de ¿que es Google Play?:

<http://qode.pro/blog/que-es-google-play/>

Strava:qué es, cómo nació y hacia dónde se dirige. (23 de 04 de 2017). *¿Sabes qué significa Strava? ¿Qué más del 50% de las actividades subidas son de ciclistas?*



## Anexo 1. Historias de usuarios

---

Tabla A1.1 Historia de usuario: Acceso a la aplicación

Historias de Usuario	
Número: 1	Usuario: Cliente
Nombre de la historia: Acceso a la aplicación	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Baja
Iteración Asignada: 1	
Programadores responsables: Anali Balladares Villada / Ana Patricia Pérez Mérida	
Descripción: El cliente desea tener acceso a la aplicación para poder realizar el inventario de la ciclovías	
Observaciones:	

**Tabla A1.2 Historia de usuario: Leer y registrar coordenadas de ubicación del usuario**

Historias de Usuario	
<b>Número:</b> 2	<b>Usuario:</b> Cliente
<b>Nombre de la historia:</b> Leer y registrar coordenadas de ubicación del usuario	
<b>Prioridad en negocio:</b> Alta	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Baja
<b>Iteración Asignada:</b> 1	
<b>Programadores responsables:</b> Anali Balladares Villada / Ana Patricia Pérez Mérida	
<b>Descripción:</b> El cliente desea que se lean y guarden las coordenadas para saber dónde se encuentran las ciclovías.	
<b>Observaciones:</b>	

Tabla A1.3 Historia de usuario: Registrar atributos de ciclovía

Historias de Usuario	
<b>Número:</b> 3	<b>Usuario:</b> Ciclista usuario
<b>Nombre de la historia:</b> Registrar Atributos de Ciclovía	
<b>Prioridad en negocio:</b> Alta	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Alta
<b>Iteración Asignada:</b> 1	
<b>Programadores responsables:</b> Anali Balladares Villada / Ana Patricia Pérez Mérida	
<b>Descripción:</b> Como usuario quiero registrar los atributos de la ciclovía en la que estoy realizando mi recorrido, de modo que puedan servir para el inventario de la ciclovías.	
<b>Observaciones:</b> Se debe ingresar el nombre de las ciclovía y sus atributos.	

**Tabla A1.4 Historia de usuario: Registrar atributos de infraestructura**

Historias de Usuario	
<b>Número: 4</b>	<b>Usuario:</b> Ciclista usuario
<b>Nombre de la historia:</b> Registrar Atributos de Infraestructura	
<b>Prioridad en negocio:</b> Alta	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Alta
<b>Iteración Asignada:</b> 1	
<b>Programador responsable:</b> Anali Balladares Villada / Ana Patricia Pérez Mérida	
<b>Descripción:</b> Como usuario quiero registrar los atributos de la infraestructura que encuentre en mi recorrido, de modo que se puedan servir para el inventario de la ciclovías.	
<b>Observaciones:</b> Además de ingresar sus atributos se debe obtener la latitud y longitud de donde se encuentra tal infraestructura, así como su marca de kilometraje.	

Tabla A1.5 Historia de usuario: Almacenar datos en un archivo plano TXT

Historias de Usuario	
<b>Número:</b> 5	<b>Usuario:</b> Administrador/Usuario
<b>Nombre de la historia:</b> Almacenar datos en un archivo plano TXT	
<b>Prioridad en negocio:</b> Alta	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Baja
<b>Iteración Asignada:</b> 2	
<b>Programador responsable:</b> Anali Balladares Villada / Ana Patricia Pérez Mérida	
<p><b>Descripción:</b> Como administrador desea que el usuario almacene en un archivo TXT los datos recabados durante su recorrido en la ciclovía. Como usuario quiero que la aplicación me genere un archivo TXT, con toda la información recadaba durante mi recorrido.</p>	
<b>Observaciones:</b>	

**Tabla A1.6 Historia de usuario: Mandar correo**

Historias de Usuario	
<b>Número: 6</b>	<b>Usuario:</b> Ciclista usuario
<b>Nombre de la historia:</b> Mandar correo	
<b>Prioridad en negocio:</b> Alta	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Alta
<b>Iteración Asignada:</b> 2	
<b>Programador responsable:</b> Anali Balladares Villada / Ana Patricia Pérez Mérida	
<b>Descripción:</b> Como usuario deseo mandar un correo con el archivo adjunto, pero sin tener que realizar muchos procesos.	
<b>Observaciones:</b> El archivo y el destinatario se deberán adjuntar automáticamente.	

**Tabla A1.7 Historia de usuario Mostrar el recorrido en un mapa**

Historias de Usuario	
<b>Número:</b> 7	<b>Usuario:</b> Ciudadano o usuario
<b>Nombre de la historia:</b> Mostrar el recorrido en un mapa	
<b>Prioridad en negocio:</b> Alta	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Alta
<b>Iteración Asignada:</b> 3	
<b>Programador responsable:</b> Anali Balladares Villada / Ana Patricia Pérez Mérida	
<b>Descripción:</b> El usuario desea ver el recorrido que está realizando, así como sus recorridos anteriores.	
<b>Observaciones:</b>	

**Tabla A1.8 Historia de usuario Tomar fotografía**

Historias de Usuario	
<b>Número:</b> 8	<b>Usuario:</b> Ciclista usuario
<b>Nombre de la historia:</b> Tomar fotografía	
<b>Prioridad en negocio:</b> Baja	<b>Riesgo en desarrollo:</b> Alta
<b>Iteración Asignada:</b> 5	
<b>Programador responsable:</b> Anali Balladares Villada / Ana Patricia Pérez Mérida	
<b>Descripción:</b> El usuario desea tomar fotografía de su recorrido.	
<b>Observaciones:</b> La fotografía no se adjunta automáticamente; si se desea compartir la foto, deberá adjuntarla.	



## Anexo 2. Distribución de tareas para la realización del proyecto

---

A: Interfaces de usuario (Vista y carga de datos)

B: Módulo de codificación

**Tabla A2.1 Distribución de tareas para la realización del proyecto**

Lugar	Módulo	Prueba	Responsable	Observaciones
IMT	Bienvenida	A	TSU Anali Balladares Villeda	Se dejó la misma estructura que se tenía al inicio
IMT	Creación de base de datos	B	TSU Anali Balladares Villeda	No modificó ya que se necesitaron campos
IMT	Activación de GPS	B	TSU Ana Patricia Pérez Mérida	Ninguna observación
IMT	Registro de atributos de la infraestructura	A	TSU Ana Patricia Pérez Mérida	Se le agregaron atributos
IMT	Registro de atributos de la ciclovía	A	TSU Anali Balladares Villeda	Ninguna observación
IMT	Tomar fotografía	B	TSU Anali Balladares Villeda TSU Ana Patricia Pérez Mérida	Fallas para tomar la fotografía en algunos dispositivos
IMT	Implementar permisos de cámara	B	TSU Ana Patricia Pérez Mérida	Fallas de permisos por la versión del Android

<b>IMT</b>	Guardar archivo TXT	B	TSU Anali Balladares Villeda	Modificación en la guardado
<b>IMT</b>	Implementar permisos de almacenamiento	B	TSU Anali Balladares Villeda TSU Ana Patricia Pérez Mérida	Permisos diferentes según la versión del dispositivo
<b>IMT</b>	Ver mapa	B	TSU Anali Balladares Villeda TSU Ana Patricia Pérez Mérida	Muestreo de coordenadas en el mapa se complicó
<b>IMT</b>	Mandar correo	B	TSU Anali Balladares Villeda	Como meter la opción a la aplicación.
<b>IMT</b>	Adjuntar automáticamente archivo TXT	B	TSU Anali Balladares Villeda	Cómo adjuntar automáticamente el archivo
<b>IMT</b>	Publicar en Google Play Store	B	TSU Anali Balladares Villeda TSU Ana Patricia Pérez Mérida	Uso de nueva herramienta

## Anexo 3. Tarjetas CRC

---

Tabla A3.1 Tarjetas CRC email

<b>Clase:</b> Email	
<b>Responsabilidad</b>	<b>Colaborador</b>
Enviar email	Clase Unitario (smtp) PrincipalActivity

Tabla A3.2 Tarjetas CRC Coordenadas

<b>Clase:</b> Coordenadas	
<b>Responsabilidad</b>	<b>Colaborador</b>
onCreate configure_button onclick	LocationListener LocationManager Location PrincipalActivity

**Tabla A3.3 Tarjetas CRC infraestructura**

<b>Clase:</b> Infraestructura	
<b>Responsabilidad</b>	<b>Colaborador</b>
onCreate SpinnerTipo SpinnerTamaño SpinnerMaterial agregar	BaseDatos List PrincipalActivity

**Tabla A3.4 Tarjetas CRC Ciclovía**

<b>Clase:</b> Ciclovía	
<b>Responsabilidad</b>	<b>Colaborador</b>
onCreate SpinnerAdministracion SpinnerCarriles SpinnerTipo SpinnerTipoCiclovía agregar	BaseDatos List

**Tabla A3.5 Tarjetas CRC Base de datos**

<b>Clase:</b> Base de Datos	
<b>Responsabilidad</b>	<b>Colaborador</b>
onCreate onUpgrade insertCiclovía insertInfraestructura insertCoordenada getLastIdCoordenada GetCoordenada GetRutatext GetInfraestructuratext	SQLiteOpenHelper SQLiteDatabase ArrayList List PrincipalActivity

Tabla A3.6 Tarjetas CRC Mapa

Clase: Mapa	
Responsabilidad	Colaborador
onCreate onMapReady onConnected agregarMarcador onLocationChanged buildGoogleApiClient	GoogleApiClient LocationServices LatLng MarkerOptions GoogleMap LocationListener ArrayList List PrincipalActivity



## Anexo 4. Modelo de Base de datos

---

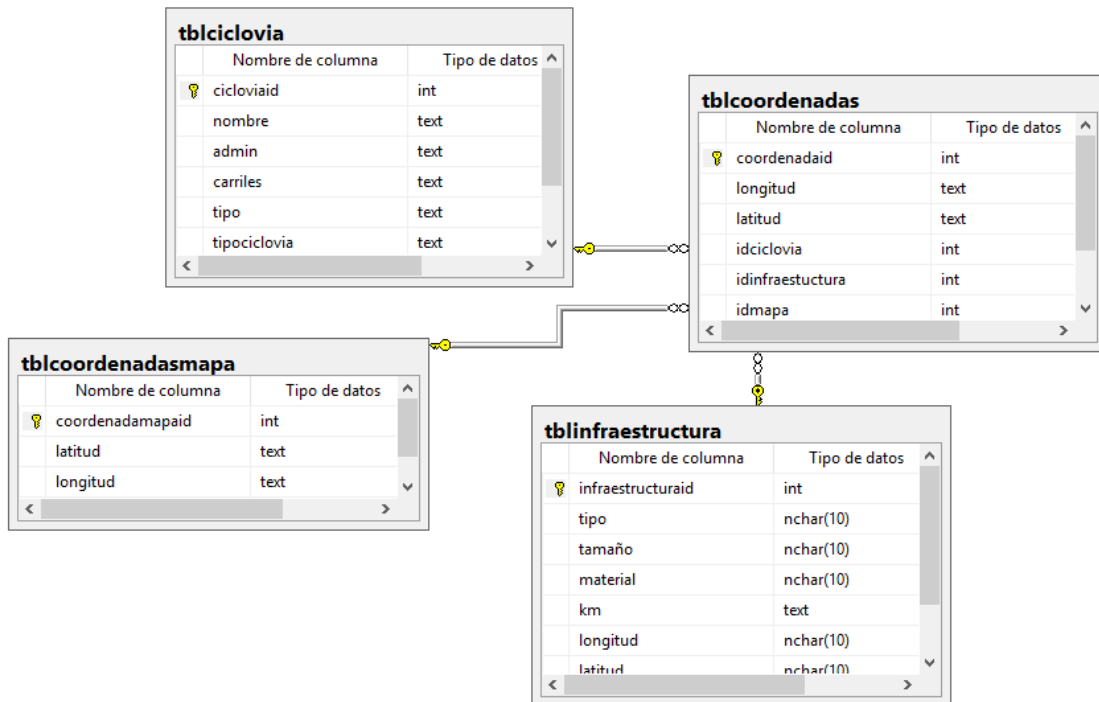


Figura A.4. Modelo de Base de Datos





## Anexo 5. Manual de usuario

---

1. Descarga la aplicación BI-SIGET desde Play Store.

<https://play.google.com/store/apps/details?id=analibv.bisigetmovil>



2. Al comenzar un recorrido en una ciclovía, inicia la aplicación desde tu dispositivo Android.



3. Presiona el botón COMENZAR, para poder utilizar la aplicación.



4. Presiona el botón INICIO



5. Activa el GPS, para poder obtener las coordenadas.



6. Espera a que se visualice la primera lectura de coordenadas.



7. Si encuentras alguna infraestructura como:

- Puente



- Ciclopuerto



- Bici-estacionamiento



- Centros de transferencia



- Alcantarilla



- 
- 

8. Presiona el botón de INFRAESTRUCTURA, para hacer el registro.



9. Si deseas visualizar tu recorrido, presiona el botón VER MAPA



10. Si tu recorrido ha finalizado, presiona el botón FIN para registrar la ciclovía

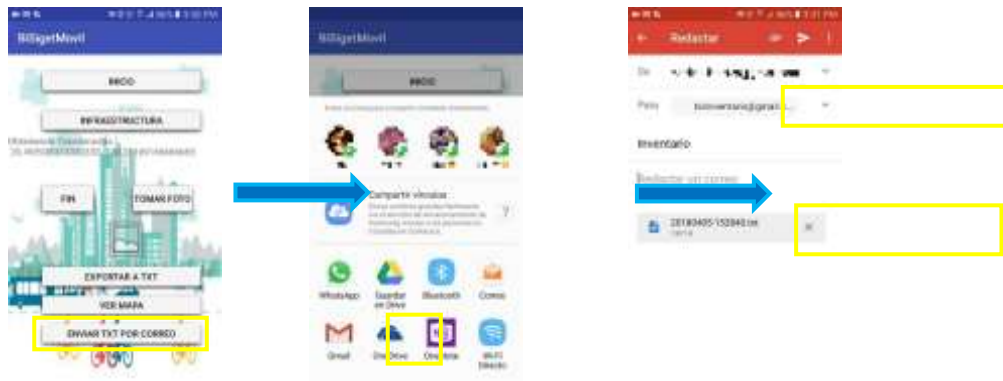


11. Presiona en botón de EXPORTAR A TXT para poder mandar tu registro al administrador de BI-SIGET.



12. Presiona el botón de ENVIAR TXT POR CORREO, para mandar tu registro por correo electrónico adjuntando el TXT antes guardado (se anexa automáticamente)

- Enviar al correo predeterminado



13. Si tomaste alguna fotografía de la ciclovía, recuerda adjuntarla al correo.



14. Si deseas ver todos tus recorridos, puedes visualizarlos seleccionando el botón correspondiente, denominado “Ver mapa”





Km 12+000 Carretera Estatal 431 "El Colorado-Galindo"  
Parque Tecnológico San Fandila  
Mpio. Pedro Escobedo, Querétaro, México  
CP 76703  
Tel +52 (442) 216 9777 ext. 2610  
Fax +52 (442) 216 9671

[publicaciones@imt.mx](mailto:publicaciones@imt.mx)

<http://www.imt.mx/>