



**DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA DISPOSITIVOS MÓVILES BAJO  
PLATAFORMA ANDROID PARA LA CONSULTA DE LAS RUTAS DEL  
SISTEMA DE TRANSPORTE MASIVO TRANSMETRO DE LA CIUDAD DE  
BARRANQUILLA IMPLEMENTANDO REALIDAD AUMENTADA Y SISTEMAS  
DE POSICIONAMIENTO GLOBAL.**

**RICHARD DEAN SARMIENTO POLO**

**JAIME ANDRES BARRIOS MENDOZA**

**PROGRAMA DE INGENIERIA DE SISTEMAS**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**UNIVERSIDAD DE LA COSTA**

**BARRANQUILLA – COLOMBIA**

**2012**

**DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA DISPOSITIVOS MÓVILES BAJO  
PLATAFORMA ANDROID PARA LA CONSULTA DE LAS RUTAS DEL  
SISTEMA DE TRANSPORTE MASIVO TRANSMETRO DE LA CIUDAD DE  
BARRANQUILLA IMPLEMENTANDO REALIDAD AUMENTADA Y SISTEMAS  
DE POSICIONAMIENTO GLOBAL.**

**RICHARD DEAN SARMIENTO POLO**

**JAIME ANDRES BARRIOS MENDOZA**

**Trabajo de investigación presentado como requisito de grado**

**Asesor:**

**ALEXIS KEVIN DE LA HOZ MANOTAS**

**Ingeniero de Sistemas**

**PROGRAMA DE INGENIERIA DE SISTEMAS**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**UNIVERSIDAD DE LA COSTA**

**BARRANQUILLA – COLOMBIA**

**2012**

NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

PRESIDENTE DEL JURADO

---

JURADO

---

JURADO

## **DEDICATORIA**

A Dios mi constante guía, a mis padres que siempre me han apoyado y guiado por el buen camino, a mi hermana por el apoyo emocional, a mi esposa y a mi hija por el seguimiento de mis procesos, y a todas las personas que confiaron en mis conocimientos profesionales.

**RICHARD SARMIENTO**

A Dios mi constante guía, a mis padres, a mis hermanas, y a todas las personas que confiaron en mis conocimientos profesionales.

**JAIME BARRIOS**

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores expresan sus agradecimientos a todas las personas e instituciones que con su apoyo hicieron posible la realización de este proyecto, como son:

Al director del programa de ingeniería de sistemas Emiro De La Hoz Franco, por su apoyo y orientación motivó la investigación de la problemática tratada en el presente trabajo.

A la directora encargada del programa de ingeniería de sistemas Paola Patricia Ariza Colpas, por sus aportes al proyecto y colaboración integral.

Al tutor de la tesis Alexis Kevin De La Hoz Manotas, por su asesoría y orientación en el proyecto y su apoyo incondicional para sacar el proyecto adelante.

Al apoyo de la Magister Sonia Valbuena Duarte y de la Ingeniera Adriana Granados Ospina Docentes de Ciencias Básicas de la Universidad de la Costa que con sus conocimientos y guía hicieron posible la adquisición de nuevos saberes, incondicionales para el desarrollo de esta tesis de grado.

## TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	10
2.	OBJETIVOS.....	11
2.1.	Objetivo General.....	11
2.2.	Objetivos Específicos .....	11
3.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	12
4.	JUSTIFICACION .....	13
5.	DELIMITACION .....	14
6.	MARCO TEORICO.....	15
6.1.	Android.....	15
6.2.	Realidad Aumentada.....	17
6.3.	Aplicaciones de Realidad Aumentada.....	18
6.4.	Sistema de Posicionamiento Global .....	24
7.	ESTADO DEL ARTE .....	26
8.	DISEÑO METODOLOGICO .....	30
8.1.	Etapas de la investigación .....	30
9.	INGENIERIA DEL SOFTWARE .....	32
9.1.	Requerimientos funcionales.....	32
9.2.	Requerimientos no funcionales.....	32
9.3.	Diagrama de Clases.....	33
9.4.	Diagrama de Caso de Uso .....	35
9.5.	Diagrama de Secuencia.....	36
10.	RESULTADOS .....	37
11.	BIBLIOGRAFIA.....	38
12.	ANEXOS.....	39
12.1.	Manual de usuario .....	39

## TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Estadísticas Sistemas Operativos en Colombia Agosto 2012 .....	16
Ilustración 2. Botones virtuales con Qualcomm. ....	17
Ilustración 3. Marcador con Qualcomm. ....	18
Ilustración 4. Realidad aumentada en la educación. ....	18
Ilustración 5. Realidad Aumentada en Cirugía.....	19
Ilustración 6. Realidad Aumentada para Simulación. ....	20
Ilustración 7. Realidad Aumentada en Militares.....	20
Ilustración 8. Realidad Aumentada en Arquitectura.....	21
Ilustración 9. Realidad Aumentada en Navegación. ....	22
Ilustración 10. Realidad Aumentada en Publicidad. ....	23
Ilustración 11. Realidad Aumentada en Turismo.....	24
Ilustración 12. Red de Satélites de GPS.....	25
Ilustración 13. Consulta en SuRumbo.com Versión Transmilenio. ....	26
Ilustración 14. Resultado en SuRumbo.com Versión Transmilenio. ....	27
Ilustración 15. Captura del destino y origen. Planea tu viaje de Mio. ....	27
Ilustración 16. Resultado aplicación Planea tu viaje del Mio. ....	28
Ilustración 17. Aplicación Metro de Paris para Iphone. ....	28
Ilustración 18. Aplicación Metro de Paris para Android.....	28
Ilustración 19. Capa "IN-N-OUT" de Layar.....	29
Ilustración 20. Capa "MueWorld" de Layar. ....	29
Ilustración 21. Capa "LibreGeoSocial" de Layar.....	29
Ilustración 22. Diagrama de Clases - Parte 1. ....	33
Ilustración 23. Diagrama de Clases - Parte 2. ....	34
Ilustración 24. Diagrama de Caso de Uso. ....	35
Ilustración 25. Diagrama de Secuencia - Caso Buscar Paraderos. ....	36
Ilustración 26. Diagrama de Secuencia - Caso Visualizar Mapa.....	36
Ilustración 27. Menú principal GUIAME.....	37
Ilustración 28. Menú de rutas GUIAME.....	37
Ilustración 29. Buscador de Paraderos.....	37
Ilustración 30. Visualizador de Rutas. ....	37
Ilustración 31. Instalación GUIAME - Paso 1.....	39
Ilustración 32. Instalación GUIAME - Paso 2.....	39
Ilustración 33. Configuración GPS - Paso 1.....	40
Ilustración 34. Configuración GPS - Paso 2.....	40
Ilustración 35. Configuración GPS - Paso 3.....	40



Ilustración 36. Aplicación GUIAME en el menú. ....	40
Ilustración 37. Opción Buscar Paraderos.....	41
Ilustración 38. Paraderos por medio de Realidad Aumentada Parte 1.....	41
Ilustración 39. Paraderos por medio de Realidad Aumentada Parte 2.....	41
Ilustración 40. Opción Visualizar Rutas. ....	42
Ilustración 41. Opción de escoger ruta. ....	42
Ilustración 42. Visualización ruta - parte 1. ....	42
Ilustración 43. Visualización ruta - parte 2. ....	42

## 1. INTRODUCCIÓN

El transporte público urbano terrestre de la ciudad de Barranquilla y su área metropolitana esta conformado por el servicio de taxis, buses colectivos y transporte masivo. Un sistema de transporte masivo está integrado por vehículos rápidos que actúan conjuntamente para desplazar grandes cantidades de personas en tiempos cortos, en buena condición mecánica y seguridad para los usuarios.

Transmetro conocido como Sistema Integrado de Transporte Masivo de Barranquilla y su Área Metropolitana, es un sistema constituido por autobuses de transito rápido, gestionado como proyecto en Agosto del 2000 por profesionales de urbanismo y planificación de transporte basándose en el modelo brasileño de transporte masivo y el proyecto en Transmilenio. Transmetro inició su operación el 10 de Julio del 2010 con 8 buses cubriendo 2 rutas troncales de 6 proyectadas; en la actualidad existen las 6 rutas troncales, 2 rutas expresas de 4 proyectadas, 4 rutas tronco-alimentadoras de 6 proyectadas, y 17 rutas alimentadoras de 32 proyectadas con 6 modificadas y 3 añadidas.

Debido al rápido crecimiento y el constante cambio en las rutas de acceso, no se alcanza en su mayoría a actualizar la información a todos los ciudadanos de la ciudad de Barranquilla y a los habitantes de municipios aledaños que diariamente utilizan este sistema de transporte para llegar a sus trabajos en esta ciudad. Analizando la problemática que generaba el constante cambio del sistema de transporte se planteo un prototipo que consta de una aplicación móvil, inicialmente para celulares Android, que ayudará a los ciudadanos, permitiendo identificar desde su ubicación los paraderos que cerca de él se encuentran, además le permite visualizar el mapa de los paraderos donde pueden ubicar las rutas y el trayecto que estas realizan y para simplificar aun más la solución por medio de un buscador este visualiza una vez identificada la ruta; su trayecto.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo General**

Desarrollar una aplicación para dispositivos móviles bajo plataforma Android para la consulta de las rutas del sistema de transporte masivo Transmetro de la ciudad de Barranquilla implementando realidad aumentada y sistemas de posicionamiento global.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Estudiar las diferentes herramientas de desarrollo necesarias para la implementación de Realidad Aumentada a través de Sistema de Posicionamiento Global.
- Diseñar las rutas del sistema de transporte masivo Transmetro en el formato KML que apoya seguimiento geográfico por medio de Google Maps.
- Realizar pruebas de conexión de las rutas del sistema de transporte masivo Transmetro en formato KML con la herramienta de desarrollo para Android.
- Visualizar en forma grafica las trayectorias de las diferentes rutas del sistema de transporte masivo Transmetro.
- Implementar la aplicación en el sistema de transporte masivo Transmetro.

### **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Debido al atraso de la implementación total de las rutas del sistema y los cambios de las rutas propuestas inicialmente, el mapa de las rutas que se encuentran en las estaciones no son las reales del sistema, por otro lado la falta de los tableros electrónicos y voz electrónica que indican los paraderos; esto causa la desorientación de los usuarios ocasionales y persistentes del sistema al momento de querer ir a sus lugares de trabajo, vivienda o de distracción.

Para temporadas de vacaciones la mayor parte de las rutas que transitan por las universidades de la ciudad y las rutas expresas dejan de circular por la baja demanda de los usuarios, esto también es causa desubicación para los usuarios porque las rutas no indican en que temporadas circulan y las horas en las cuales presentan el servicio.

Es evidente que se debe mejorar el medio por la cual se divulga la información a los usuarios, actualmente se utiliza como herramienta de divulgación un mapa de las rutas alimentadoras de cada estación y un mapa general de las troncales. Este método no esta presente en el portal de Soledad y la estación Retorno Joe Arroyo, cuyas estaciones poseen más de 12 rutas alimentadoras convirtiéndolas en las que más abarcan usuarios del sistema.

#### **4. JUSTIFICACION**

El presente proyecto de investigación, innovación y desarrollo es sumamente necesario y conveniente implementarlo en el Sistema de Transporte Masivo Transmetro de Barranquilla y su Área Metropolitana, puesto que contribuye en gran medida a guiar adecuada y eficientemente a los usuarios con dispositivos móviles con tecnología Android a encontrar las rutas para dirigirse a su sitio de vivienda, trabajo o distracción.

Al apoyarse en tecnología Android, el software incrementa la cobertura y la accesibilidad a la información, logrando subsanar la gran dificultad presentada en la búsqueda de las rutas y los paraderos del Sistema. Un factor muy importante es la portabilidad del software y el factor de incremento de los dispositivos con tecnología Android.

## **5. DELIMITACION**

El presente proyecto de grado se desarrolló dentro del departamento del Atlántico tomando, como referencia las rutas y paraderos del Sistema de Transporte Masivo Transmetro.

El software responde a las necesidades en gestión de orientar a los usuarios dentro y fuera del Sistema de Transporte Masivo Transmetro de la Ciudad de Barranquilla, por las diferentes rutas y paraderos que este posee en la ciudad de Barranquilla y Soledad.

El software resultante de este proyecto se encuentra en ambiente móvil para dispositivos con Android, donde puede interactuar cualquier persona que haga parte como usuario del Sistema Masivo, quien debe tener un dispositivo móvil compatible con tecnología Android 2.1 o superior, Sistema de Posicionamiento Global, Cámara e Internet.

Las futuras actualizaciones que tenga el sistema se realizaran a través del servicio de Google Play. Para la siguiente versión se desarrollara el sistema bajo tecnología java móvil y IOS con la finalidad de tener mayor alcance entre la población que no posea dispositivos móviles con tecnología Android.

## 6. MARCO TEORICO

### 6.1. Android

Es un sistema operativo basado en el núcleo Linux diseñado originalmente para dispositivos móviles, tales como teléfonos inteligentes, pero que posteriormente se expandió su desarrollo para soportar otros dispositivos tales como tablet, reproductores MP3, netbook, PC, televisores, lectores de e-book e incluso, se han llegado a ver en el CES, microondas y lavadoras.

Fue desarrollado inicialmente por Android Inc., una firma comprada por Google en 2005. Es el principal producto de la Open Handset Alliance, un conglomerado de fabricantes y desarrolladores de hardware, software y operadores de servicio. Las unidades vendidas de teléfonos inteligentes con Android se ubican en el primer puesto en los Estados Unidos, en el segundo y tercer trimestres de 2010, con una cuota de mercado de 43,6% en el tercer trimestre.

Tiene una gran comunidad de desarrolladores escribiendo aplicaciones para extender la funcionalidad de los dispositivos. A la fecha, se han sobrepasado las 450.000 aplicaciones disponibles para la tienda de aplicaciones oficial de Android: Google Play antes Android Market, sin tener en cuenta aplicaciones de otras tiendas no oficiales para Android, como pueden ser la App Store de Amazon o la tienda de aplicaciones de Samsung. Google Play es la tienda de aplicaciones en línea administrada por Google, aunque existe la posibilidad de obtener software externamente. Los programas están escritos en el lenguaje de programación Java. No obstante, no es un sistema operativo libre de malware, aunque la mayoría de ello es descargado de sitios de terceros.

El anuncio del sistema Android se realizó el 5 de noviembre de 2007 junto con la creación de la Open Handset Alliance, un consorcio de 78 compañías de hardware, software y telecomunicaciones dedicadas al desarrollo de estándares abiertos para dispositivos móviles. Google liberó la mayoría del código de Android bajo la licencia Apache, una licencia libre y de código abierto.

Hasta el mes de agosto del 2012 según la compañía StatCounter el OS Android posee el 32,19% del mercado en Colombia, seguido por IOS con el 27,32%, en el tercer lugar Blackberry IOS con 20,47% y Series 40 con el 7,53%. [1] Vea Ilustración 1.

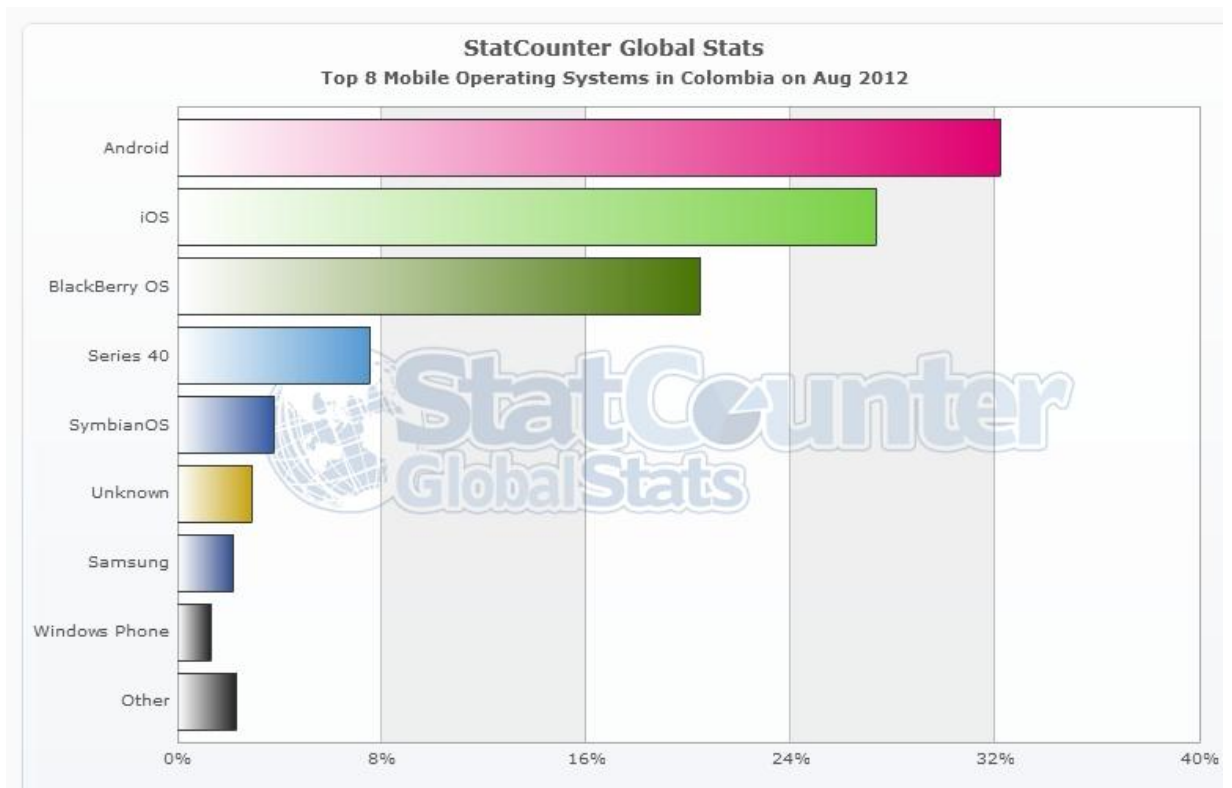


Ilustración 1. Estadísticas Sistemas Operativos en Colombia Agosto 2012

La estructura del sistema operativo Android se compone de aplicaciones que se ejecutan en un framework Java de aplicaciones orientadas a objetos sobre el núcleo de las bibliotecas de Java en una máquina virtual Dalvik con compilación en tiempo de ejecución. Las bibliotecas escritas en lenguaje C incluyen un administrador de interfaz gráfica (surface manager), un framework OpenCore, una base de datos relacional SQLite, una API gráfica OpenGL ES 2.0 3D, un motor de renderizado WebKit, un motor gráfico SGL, SSL y una biblioteca estándar de C Bionic.



## 6.2. Realidad Aumentada

La realidad aumentada (RA) es el término que se usa para definir una visión directa o indirecta de un entorno físico del mundo real, cuyos elementos se combinan con elementos virtuales para la creación de una realidad mixta en tiempo real. Consiste en un conjunto de dispositivos que añaden información virtual a la información física ya existente, es decir, añadir una parte sintética virtual a lo real. Esta es la principal diferencia con la realidad virtual, puesto que no sustituye la realidad física, sino que sobreimprime los datos informáticos al mundo real. [2]

Con la ayuda de la tecnología (por ejemplo, añadiendo la visión por computador y reconocimiento de objetos) la información sobre el mundo real alrededor del usuario se convierte en interactiva y digital. La información artificial sobre el medio ambiente y los objetos pueden ser almacenados y recuperada como una capa de información en la parte superior de la visión del mundo real.

Existen diversas plataformas para el desarrollo de la tecnología de Realidad Aumentada, algunas como layar han tomado gran fuerza en el mercado Europeo, así como también tecnologías emergentes como Qualcomm que utiliza marcadores como fotografías e imágenes diseñadas como base [3]. Estas entre otras tecnologías siguen desarrollándose entre diferentes empresas tecnológicas.

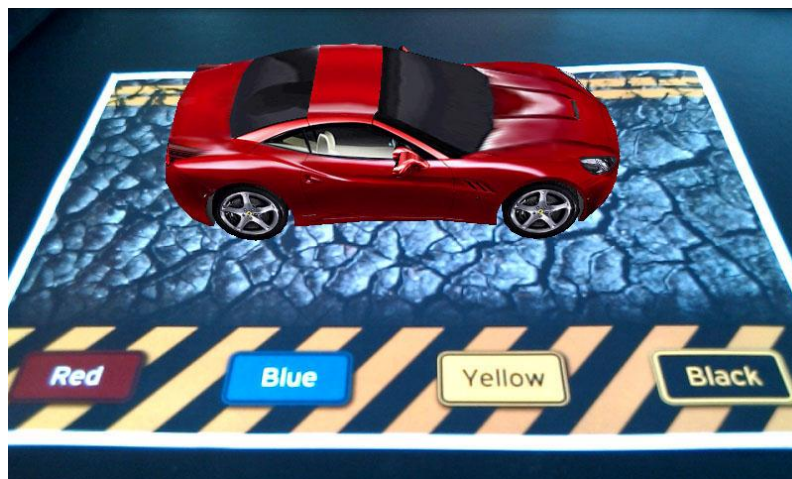


Ilustración 2. Botones virtuales con Qualcomm.



Ilustración 3. Marcador con Qualcomm.

### 6.3. Aplicaciones de Realidad Aumentada

La realidad aumentada ofrece infinidad de nuevas posibilidades de interacción, que hacen que esté presente en muchos y varios ámbitos, como son la arquitectura, el entretenimiento, la educación, el arte, la medicina o las comunidades virtuales.

Proyectos educativos:

Actualmente la mayoría de aplicaciones de realidad aumentada para proyectos educativos se usan en museos, exhibiciones, parques de atracciones temáticos, etc; puesto que su coste todavía no es suficientemente bajo para que puedan ser empleadas en el ámbito doméstico. Estos lugares aprovechan las conexiones wireless para mostrar información sobre objetos o lugares, así como imágenes virtuales como por ejemplo ruinas reconstruidas o paisajes tal y como eran en el pasado, Además de escenarios completos en realidad aumentada, donde se pueden apreciar e interactuar con los diferentes elementos en 3D, como partes del cuerpo.



Ilustración 4. Realidad aumentada en la educación.

## Cirugía:

La aplicación de realidad aumentada en operaciones permite al cirujano superponer datos visuales como por ejemplo termografías o la delimitación de los bordes limpios de un tumor, invisibles a simple vista, minimizando el impacto de la cirugía.



Ilustración 5. Realidad Aumentada en Cirugía.

## Entretenimiento:

Teniendo en cuenta que el de los juegos es un mercado que mueve unos 30.000 millones de dólares al año en los Estados Unidos, es comprensible que se esté apostando mucho por la realidad aumentada en este campo puesto que ésta puede aportar muchas nuevas posibilidades a la manera de jugar. Una de las puestas en escena más representativas de la realidad aumentada es el "Can You See Me Now?", de Blast Theory. Es un juego on-line de persecución por las calles donde los jugadores empiezan en localizaciones aleatorias de una ciudad, llevan un ordenador portátil y están conectados a un receptor de GPS. El objetivo del juego es procurar que otro corredor no llegue a menos de 5 metros de ellos, puesto que en este caso se les hace una foto y pierden el juego. La primera edición tuvo lugar en Sheffield pero después se repitió en otras muchas ciudades europeas. Otro de los proyectos con más éxito es el ARQuake Project, donde se puede jugar al videojuego Quake en exteriores, disparando contra monstruos virtuales. A pesar de estas aproximaciones, todavía es difícil obtener beneficios del mercado de los juegos puesto que el hardware es muy costoso y se necesitaría mucho tiempo de uso para amortizarlo.

Simulación:

Se puede aplicar la realidad aumentada para simular vuelos y trayectos terrestres. [4]



Ilustración 6. Realidad Aumentada para Simulación.

Servicios de emergencias y militares:

En caso de emergencia la realidad aumentada puede servir para mostrar instrucciones de evacuación de un lugar. En el campo militar, puede mostrar información de mapas, localización de los enemigos.



Ilustración 7. Realidad Aumentada en Militares.

### Arquitectura:

La realidad aumentada es muy útil a la hora de resucitar virtualmente edificios históricos destruidos, así como proyectos de construcción que todavía están bajo plano.



Ilustración 8. Realidad Aumentada en Arquitectura.

### Apoyo con tareas complejas:

Tareas complejas, como el montaje, mantenimiento, y la cirugía pueden simplificarse mediante la inserción de información adicional en el campo de visión. Por ejemplo, para un mecánico que está realizando el mantenimiento de un sistema, las etiquetas pueden mostrar las partes del mismo para aclarar su funcionamiento. La realidad aumentada puede incluir imágenes de los objetos ocultos, que pueden ser especialmente eficaces para el diagnóstico médico o la cirugía. Como por ejemplo una radiografía de rayos vista virtualmente basada en la tomografía previa o en las imágenes en tiempo real de los dispositivos de ultrasonido o resonancia magnética nuclear abierta.

### Los dispositivos de navegación:

AR puede aumentar la eficacia de los dispositivos de navegación para una variedad de aplicaciones. Por ejemplo, la navegación dentro de un edificio puede ser mejorada con el fin de dar soporte al encargado del mantenimiento de instalaciones industriales. Las lunas delanteras de los automóviles pueden ser usadas como pantallas de visualización frontal para proporcionar indicaciones de navegación e información de tráfico.



Ilustración 9. Realidad Aumentada en Navegación.

#### Aplicaciones Industriales:

La realidad aumentada puede ser utilizada para comparar los datos digitales de las maquetas físicas con su referente real para encontrar de manera eficiente discrepancias entre las dos fuentes. Además, se pueden emplear para salvaguardar los datos digitales en combinación con prototipos reales existentes, y así ahorrar o reducir al mínimo la construcción de prototipos reales y mejorar la calidad del producto final.

#### Prospección:

En los campos de la hidrología, la ecología y la geología, la AR puede ser utilizada para mostrar un análisis interactivo de las características del terreno. El usuario puede utilizar, modificar y analizar, tres mapas bidimensionales interactivos.

#### Colaboración:

La realidad aumentada puede ayudar a facilitar la colaboración entre los miembros de un equipo a través de conferencias con los participantes reales y virtuales.

Publicidad:

Una de las últimas aplicaciones de la realidad aumentada es la publicidad. Hay diferentes campañas que utilizan este recurso para llamar la atención del usuario.



Ilustración 10. Realidad Aumentada en Publicidad.

Fiat ha lanzado una campaña en la que cualquier usuario puede crear su propio anuncio de televisión con el Fiat 500 como protagonista a través de la página web, el usuario solo necesita tener una webcam.

La revista Esquire publica en la edición de diciembre del 2009 diferentes códigos QR (Quick Response), que son una variante más potente de los códigos de barras que pueden ser escaneados por una webcam que en reconocerlos nos ofrece información extra sobre el producto. Los códigos QR que incorpora la revista son reconocidos por las webcams de los usuarios y en ser reconocidos activan un video superpuesto a la imagen de la webcam. Para poder interpretarlos se necesita un software específico.

Turismo:

Plataformas como Junaio o Layar permiten el desarrollo de aplicaciones a terceros, prácticamente sin conocimientos técnicos, a través de sus servidores.

Esto ha fomentado la publicación de miles de aplicaciones sobre turismo, gincanas (concurso en que los participantes deben pasar por muchas pruebas y obstáculos antes de llegar a la meta [5]), exposiciones virtuales, etc.



Ilustración 11. Realidad Aumentada en Turismo.

#### 6.4. Sistema de Posicionamiento Global

El SPG o GPS (Global Positioning System: sistema de posicionamiento global) o NAVSTAR-GPS es un sistema global de navegación por satélite (GNSS) que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, una persona o un vehículo con una precisión hasta de centímetros (si se utiliza GPS diferencial), aunque lo habitual son unos pocos metros de precisión. El sistema fue desarrollado, instalado y actualmente operado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos.

El GPS funciona mediante una red de 24 satélites en órbita sobre el globo, a 20.200 kph, con trayectorias sincronizadas para cubrir toda la superficie de la Tierra. Cuando se desea determinar la posición, el receptor que se utiliza para ello localiza automáticamente como



mínimo tres satélites de la red, de los que recibe unas señales indicando la identificación y la hora del reloj de cada uno de ellos. Con base en estas señales, el aparato sincroniza el reloj del GPS y calcula el tiempo que tardan en llegar las señales al equipo, y de tal modo mide la distancia al satélite mediante "triangulación" (método de trilateración inversa), la cual se basa en determinar la distancia de cada satélite respecto al punto de medición. Conocidas las distancias, se determina fácilmente la propia posición relativa respecto a los tres satélites. Conociendo además las coordenadas o posición de cada uno de ellos por la señal que emiten, se obtiene la posición absoluta o coordenada reales del punto de medición. También se consigue una exactitud extrema en el reloj del GPS, similar a la de los relojes atómicos que llevan a bordo cada uno de los satélites. [6]

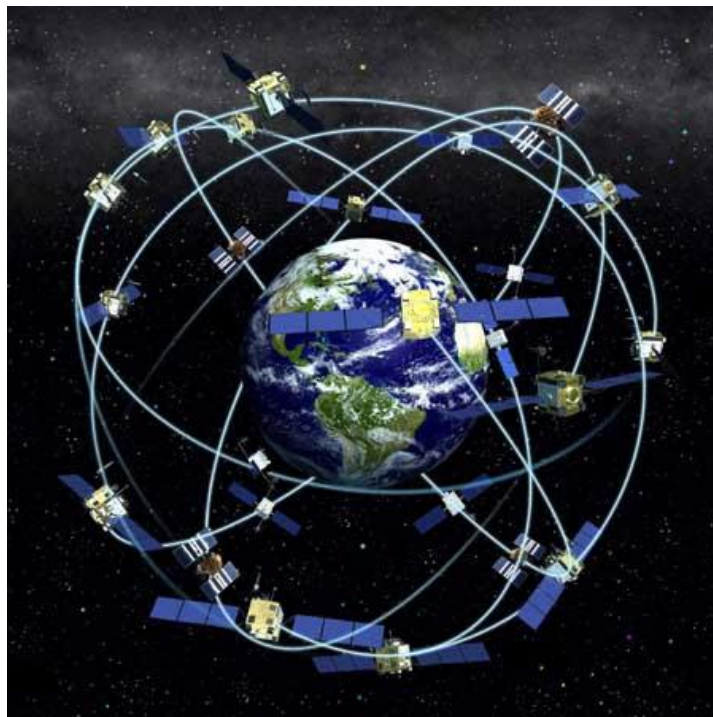


Ilustración 12. Red de Satélites de GPS.

## 7. ESTADO DEL ARTE

En Colombia existen diversas aplicaciones para la divulgación de la información de los sistemas de transporte masivos como lo es el Transmilenio el cual utiliza en su portal web una aplicación que ayuda a los usuarios a comprender el sistema, por medio del ingreso de una estación inicio y una estación final, visualizando gráficamente las rutas recomendadas para llegar rápidamente.

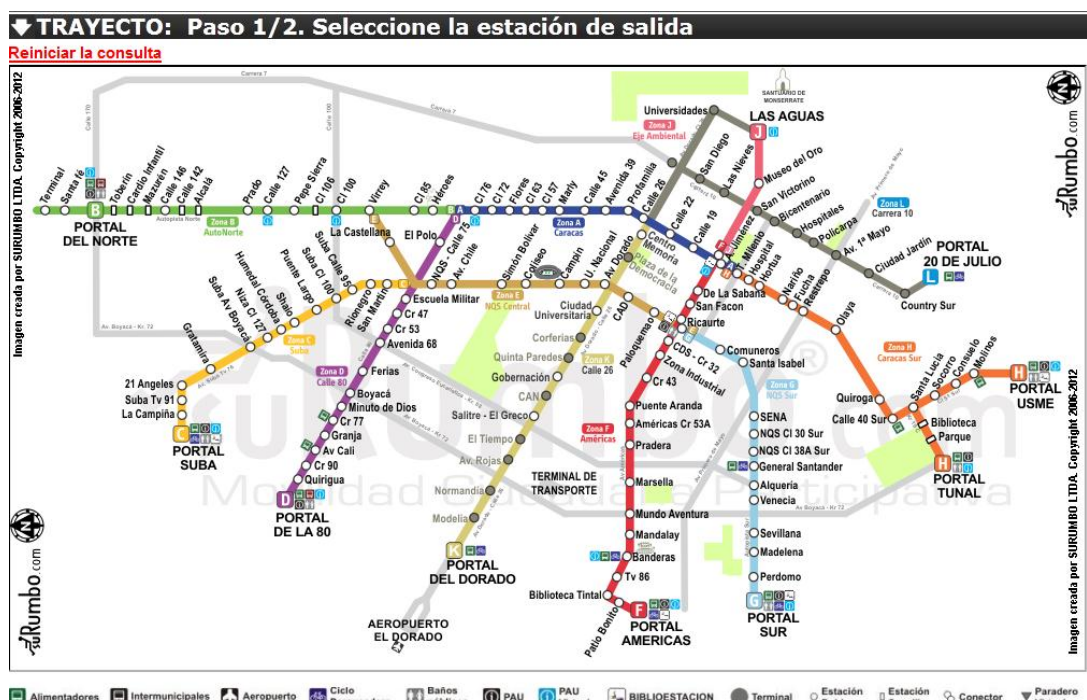


Ilustración 13. Consulta en SuRumbo.com Versión Transmilenio.

SIN TRASBORDOS	CON 1 TRASBORDO	CON 2 TRASBORDOS
	<p><b>Opcion 1:</b></p> <p>Tiempo: Aprox. 30 Minutos y 23 Segundos</p> <p>Desde: <b>Coliseo</b> (Calle 60 - Carrera 30)</p> <p>Tome el: <b>TransMilenio G5</b></p> <p>Hasta: <b>U. Nacional</b> (Calle 47 A con Carrera 30)</p> <p>Tome el: <b>TransMilenio F32</b></p> <p>Hasta: <b>Banderas</b> (Avda. de las Americas con Carrera 78 G)</p> <p>Este servicio hace 4 paradas de las 16 estaciones en su trayecto.</p> <p><b>Cobertura:</b> Lunes a Viernes de 5:30 AM a 8:30 AM Lunes a Viernes de 4:30 PM a 8:00 PM</p>	<p><b>Opcion 1:</b></p> <p>Tiempo: Aprox. 36 Minutos y 23 Segundos</p> <p>Desde: <b>Coliseo</b> (Calle 60 - Carrera 30)</p> <p>Tome el: <b>TransMilenio G30</b></p> <p>Hasta: <b>U. Nacional</b> (Calle 47 A con Carrera 30)</p> <p>Tome el: <b>TransMilenio F28</b></p> <p>Hasta: <b>CDS - Cr 32</b> (Calle 13 con Carrera 32)</p> <p>Tome el: <b>TransMilenio F14</b></p> <p>Hasta: <b>Banderas</b> (Avda. de las Americas con Carrera 78 G)</p> <p>Este servicio hace 5 paradas de las 16 estaciones en su trayecto.</p>

Ilustración 14. Resultado en SuRumbo.com Versión Transmilenio.

Otro sistema de transporte masivo en Colombia es el Mio, el cual publica en su página web un aplicativo que llama “Planea tu Viaje” que una vez ingresada la dirección inicial y la dirección final se muestra en pantalla un mapa del recorrido y el detalle de las estaciones que transita.

**Tu viaje**

¿De dónde a dónde quieres ir? Ingresar los datos de tu viaje.....  
Incluso es posible ingresar direcciones.

**Viaje**

Desde:  [Mapa](#)

Hacia:  [Mapa](#) → [Via](#)

Permitir paradas alternativas para el punto de partida y/o de destino

---

**Hora**

Fecha:

Hora:

[Buscar conexión](#) → [Nueva búsqueda](#)

Ilustración 15. Captura del destino y origen. Planea tu viaje de Mio.

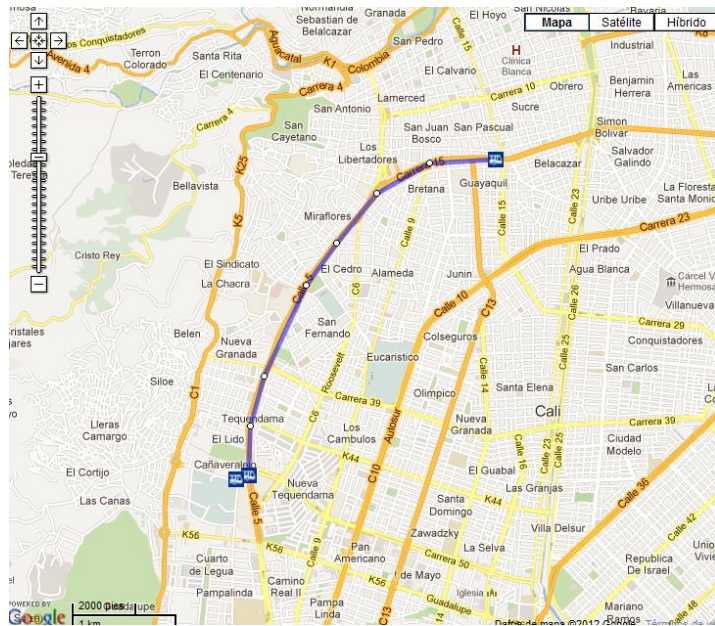


Ilustración 16. Resultado aplicación Planea tu viaje del Mio.

Un sistema de transporte masivo a nivel mundial es el metro de París, el cual posee aplicaciones móviles para Iphone [7] y Android [8], que permiten a los usuarios visualizar el trayecto de las rutas de este sistema.



Ilustración 17. Aplicación Metro de Paris para Iphone.



Ilustración 18. Aplicación Metro de Paris para Android.

Una de las aplicaciones de realidad aumentada más reconocida en el mundo es layar que añade datos generados por ordenador en tiempo real sobre el entorno. Esta aplicación combina la utilización del GPS, la brújula digital, la cámara y la conexión a datos. De esta manera, la cámara captura imágenes del entorno y lo muestra en pantalla. El GPS determina la posición exacta y brújula la orientación a la cual está señalando. Basándose en esta

información, la aplicación toma los datos de un servidor y los superpone en la pantalla del dispositivo. Así mismo, Layar tiene capas de información que ofrecen diversos servicios.[9]

A continuación se muestran diferentes capas de Layar, de temas variables.

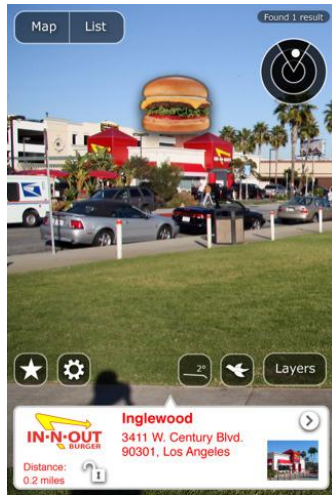


Ilustración 19. Capa "IN-N-OUT" de Layar.



Ilustración 20. Capa "MueWorld" de Layar.



Ilustración 21. Capa "LibreGeoSocial" de Layar.

## 8. DISEÑO METODOLOGICO

### 8.1. Etapas de la investigación

Las etapas que se implementaron como metodología fueron las siguientes:

- Estudio del modelo de rutas del sistema de transporte masivo y recopilación de los requisitos del software.

Se realizó un recorrido sobre las estaciones y paraderos de la ciudad para identificar los puntos referentes y sus coordenadas. También se estudió la posibilidad de la apertura de nuevas rutas con la intención de evaluar las posibles actualizaciones en el sistema, acto seguido se realizó una reunión con el departamento de sistema de Transmetro con el fin de solicitar información sobre las diferentes rutas y las tecnologías que se están implementando para ayudar a los pasajeros a comprender el sistema. Una vez realizado todo el estudio se definen los requerimientos del software los cuales responden a las necesidades expuestas anteriormente.

- Diseño del Software de Acuerdo a los Requisitos.

En esta etapa se determina el alcance del desarrollo de la aplicación y las funcionalidades que este debe tener, para esto se realiza un diseño de caso de uso para ayudar a entender los diferentes objetivos de la aplicación y especificar los requerimientos del sistema. Una vez definidos los requisitos se procede a construir gráficamente las estructuras del software como son: los módulos y componentes a implementarse, las interfaces gráficas con las cuales interactuará el usuario final y las estructuras de datos las cuales manejarán la información.

- Programación del Sistema

Una vez el diseño se aprobó se continuó la etapa de programación del sistema, teniendo en cuenta que el requerimiento funcional que el sistema debe ejecutarse en teléfonos móviles

con tecnología Android se estableció que sería por el lenguaje de programación Android utilizando APIs de apoyo como Google Maps. Se siguió un paradigma de programación Orientado a Objetos con la finalidad de facilitar su mantenimiento y posible actualización al pasar del tiempo.

Debido a la tendencia que posee la tecnología Android en el momento, fue posible implementar herramientas desarrolladas por diferentes autores para fortalecer la etapa de desarrollo, gracias a que estas herramientas ayudaron a la revisión y corrección constante del desarrollo del sistema.

- Pruebas e Implementación del Sistema

En esta etapa se realizaron pruebas al sistema en diferentes teléfonos con tecnología Android, para evaluar funcionalidad y robustez en diferentes plataformas de hardware, en paralelo con estas pruebas se evaluó la velocidad de la aplicación con diferentes velocidades de internet. También se realizaron pruebas de usabilidad, seguridad, entre otras.

Para su implementación se realizó una petición a la empresa Transmetro para ubicar en su página web un link de descarga de la aplicación a su vez será colgada en la App Store de Google Play para ofrecer diferentes opciones de acceso a ella.

- Capacitación del Sistema

Debido a la cantidad de personas las cuales tendrán acceso a la aplicación se realizará un video y un manual los cuales explican el funcionamiento y la utilización de la aplicación, los cuales se publicaran en la página web de Transmetro, el portal web Youtube y se mostrará abiertamente en las redes sociales.

## **9. INGENIERIA DEL SOFTWARE**

### **9.1. Requerimientos funcionales**

- La aplicación debe estar desarrollada bajo la plataforma Android para teléfonos inteligentes.
- Utilizando el GPS del teléfono celular debe tomar sus coordenadas y de acuerdo a la posición u orientación geográfica debe calcular la distancia desde ese punto al paradero o paraderos cercanos.
- La aplicación debe mostrar gráficamente en pantalla el mapa de los paraderos en la ciudad de barranquilla y su área metropolitana.
- Se debe visualizar gráficamente en pantalla por nombre de ruta el mapa del recorrido del bus correspondiente.
- Se debe utilizar la tecnología móvil para la implementación de la aplicación.
- Se debe implementar la tecnología de Realidad Aumentada para la visualización grafica en pantalla de los paraderos cercanos al usuario.
- La aplicación debe permitir a los usuarios buscar los mapas de las rutas.

### **9.2. Requerimientos no funcionales**

- La aplicación debe descargarse desde una página de internet.
- La aplicación se visualizara de manera correcta en cualquier teléfono con android 2.1 en adelante.
- Las búsquedas de los paraderos no deben superar los 30 seg en dar respuesta.
- Los teléfonos móviles deben poseer plan de datos, cámara y GPS integrado para la ejecución de la aplicación.



### 9.3. Diagrama de Clases

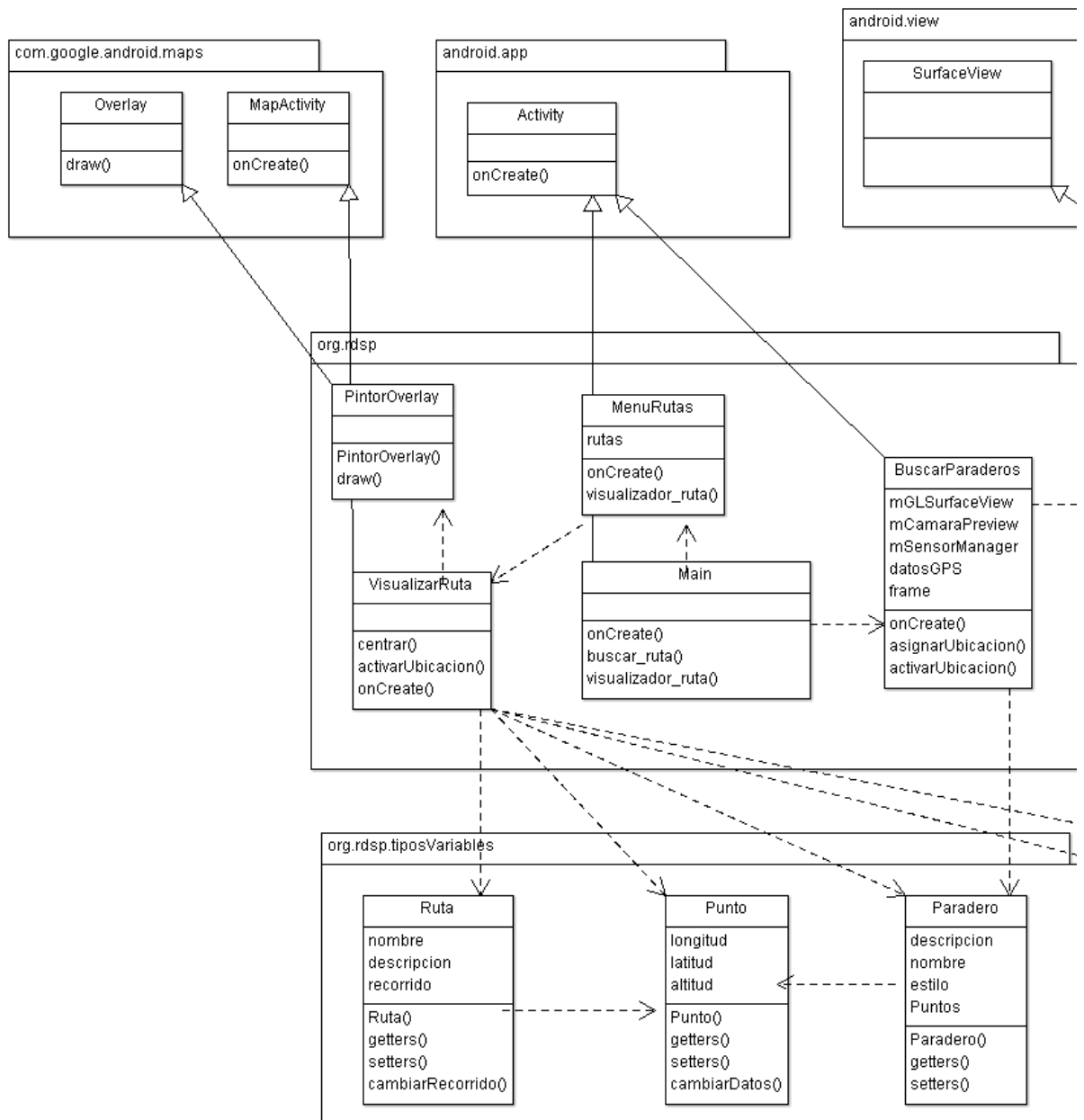


Ilustración 22. Diagrama de Clases - Parte 1.

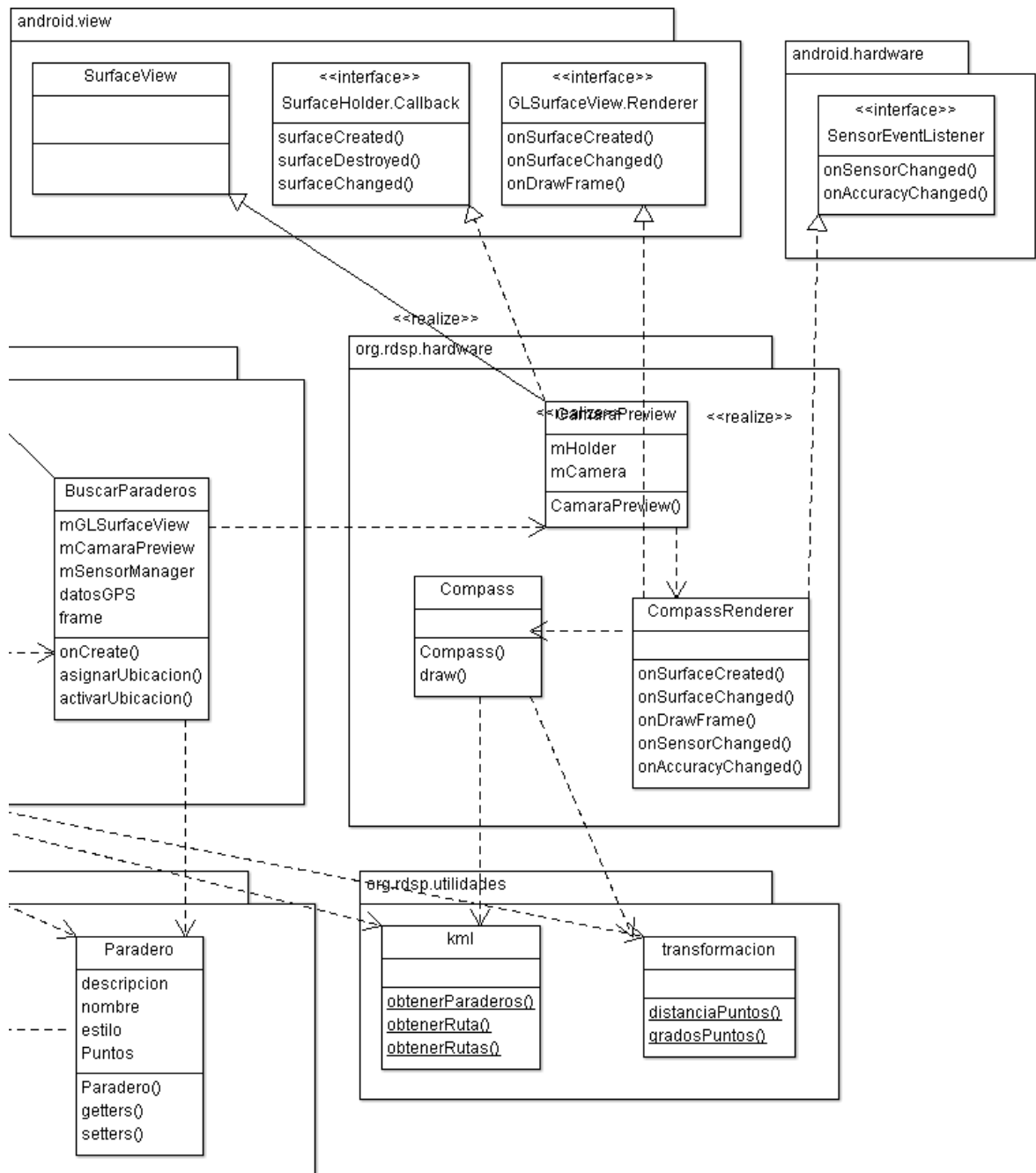


Ilustración 23. Diagrama de Clases - Parte 2.

#### 9.4. Diagrama de Caso de Uso

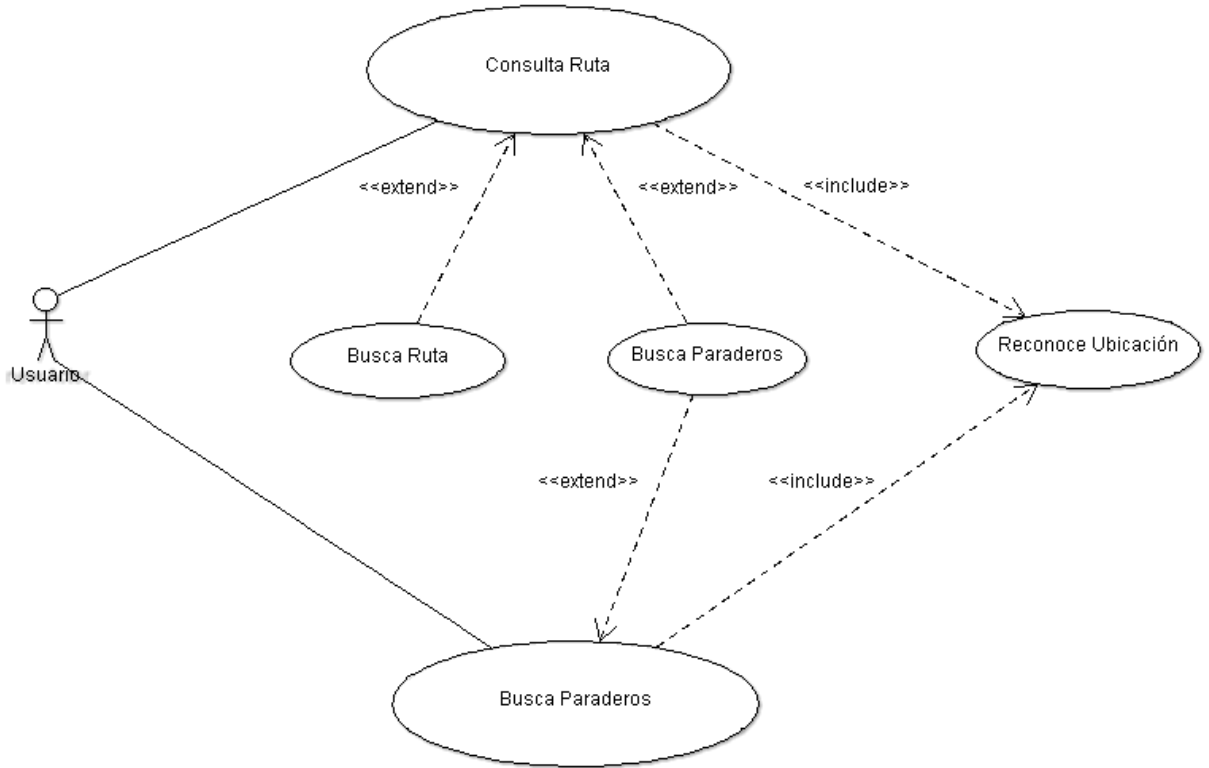


Ilustración 24. Diagrama de Caso de Uso.

## 9.5. Diagrama de Secuencia

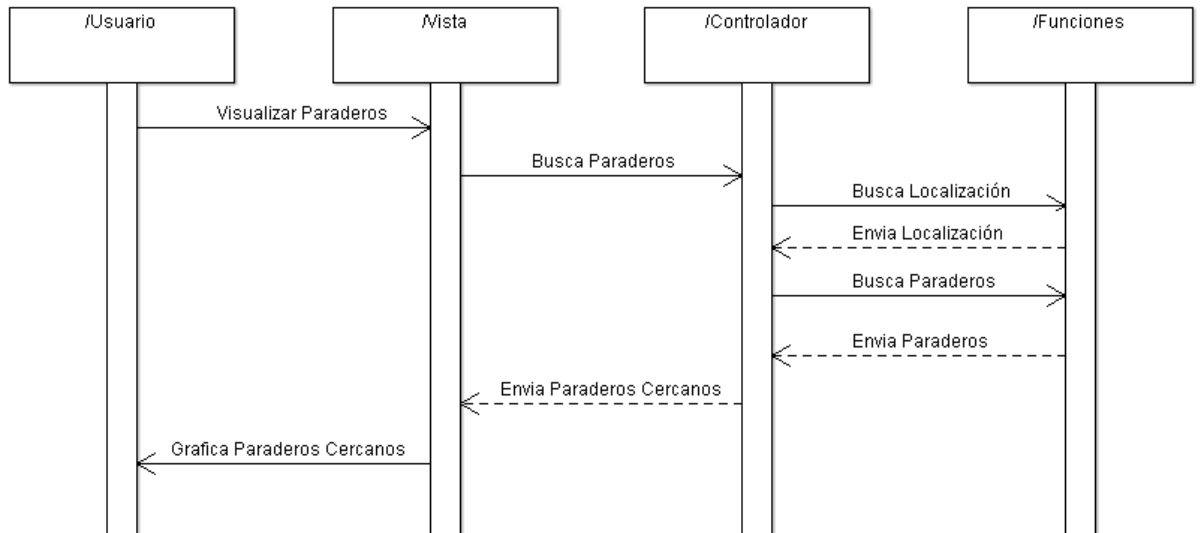


Ilustración 25. Diagrama de Secuencia - Caso Buscar Paraderos.

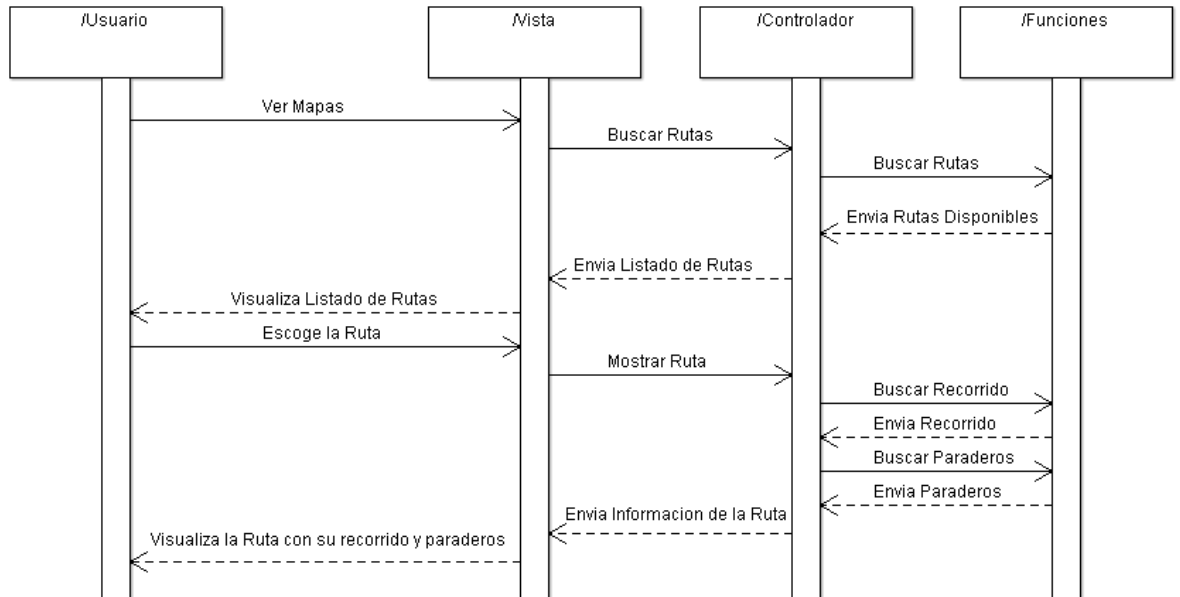


Ilustración 26. Diagrama de Secuencia - Caso Visualizar Mapa.

## 10. RESULTADOS

Con el desarrollo de esta investigación se logra la generación de nuevo conocimiento o desarrollo tecnológico. Es un producto innovador, escalable gracias a la metodología de desarrollo que se implementó el cual no implica cambiar la codificación inicial para un cambio en el contenido, con capacidad de adaptación a cualquier medio de transporte masivo, de fácil acceso y uso, con una interfaz supremamente agradable.

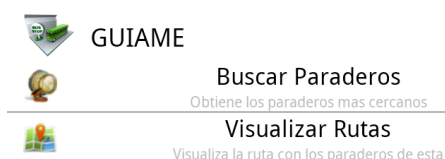


Ilustración 27. Menú principal GUIAME.

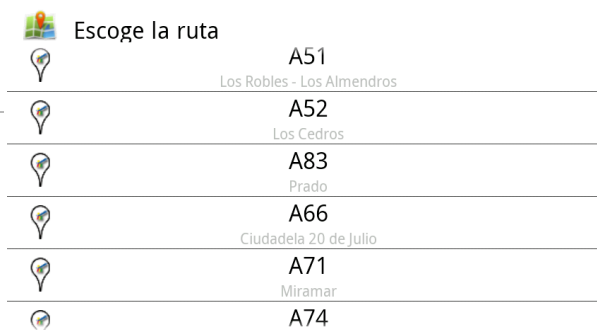


Ilustración 28. Menú de rutas GUIAME.



Ilustración 29. Buscador de Paraderos.

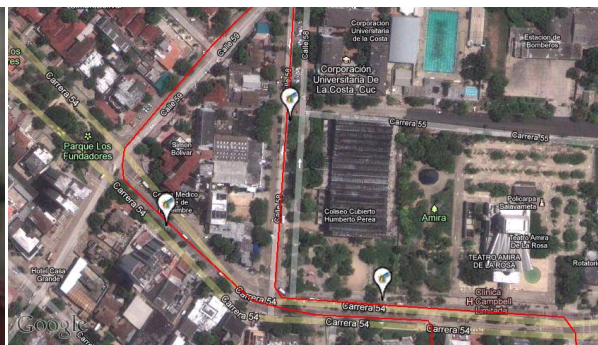


Ilustración 30. Visualizador de Rutas.

El software GUIAME, es un proyecto elaborado con tecnología Android empleando Api de Google Maps, java como lenguaje de programación y KML como formato de datos de entrada, cuenta con un menú visual en el cual se encuentran dos opciones que son Buscar Ruta; la cual localiza los paraderos cercanos con su respectiva distancia y Visualizador de Rutas; la cual visualiza por medio de un mapa el trayecto y ubicación de los paraderos dependiendo de la ruta escogida.

## 11. BIBLIOGRAFIA

- [1] StatCounter, «StatCounter,» [En línea]. Available: [http://gs.statcounter.com/#mobile\\_os-CO-monthly-201208-201208-bar](http://gs.statcounter.com/#mobile_os-CO-monthly-201208-201208-bar). [Último acceso: 13 08 2012].
- [2] «Observatorio Tecnológico,» Ministerio de Educación, Cultura y Deporte - Gobierno de España, [En línea]. Available: <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/cajon-de-sastre/38-cajon-de-sastre/922-realidad-aumentada>. [Último acceso: 20 07 2012].
- [3] Qualcomm, «Qualcomm Developer Network,» [En línea]. Available: <https://developer.qualcomm.com/mobile-development/mobile-technologies/augmented-reality>. [Último acceso: 12 08 2012].
- [4] Virtualware, «Vuelo Virtual,» [En línea]. Available: <http://virtualwaregroup.com/vuelo-virtual-por-las-cinco-villas/>. [Último acceso: 01 08 2012].
- [5] El País, «El País,» 16 08 2012. [En línea]. Available: <http://servicios.elpais.com/diccionarios/castellano/gincana>.
- [6] M. I. M. A. V. Paredes, «Universidad del Valle - Bolivia,» [En línea]. Available: <http://www.univalle.edu/publicaciones/brujula/brujula19/pagina15.htm>. [Último acceso: 24 06 2012].
- [7] RATP, «Metro de Paris,» [En línea]. Available: [http://www.ratp.fr/es/ratp/r\\_26720/iphone-/-ipad/](http://www.ratp.fr/es/ratp/r_26720/iphone-/-ipad/). [Último acceso: 16 08 2012].
- [8] RATP, «Metro de Paris,» [En línea]. Available: [http://www.ratp.fr/es/ratp/r\\_26721/android/](http://www.ratp.fr/es/ratp/r_26721/android/). [Último acceso: 16 08 2012].
- [9] Layar, «Layar,» [En línea]. Available: <http://www.layar.com/what-is-layar/>. [Último acceso: 14 08 2012].

## 12. ANEXOS

### 12.1. Manual de usuario

- Descargar Aplicación

Para descargar la aplicación digitamos esta URL en nuestro navegador web del dispositivo móvil: [rdsp.co.cc/apk.apk](http://rdsp.co.cc/apk.apk).

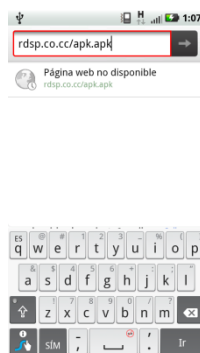


Ilustración 31. Instalación GUIAME - Paso 1.

- Instalar Aplicación

Una vez descargada la aplicación y ubicada en el dispositivo procedemos a seleccionarla para instalarla, escogemos instalar y esperamos.



Ilustración 32. Instalación GUIAME - Paso 2.

- Ejecutar Aplicación

Una vez instalada la aplicación antes de ejecutarla debe asegurarse de habilitar el GPS integrado, para esto es necesario dirigirse a la opción configuración => Ubicación y Seguridad => Utilizar Satélites de GPS y verificar que este activado.

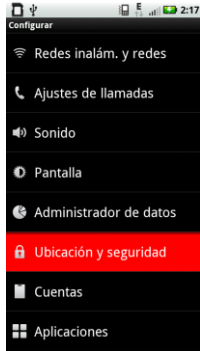


Ilustración 33.

Configuración GPS - Paso 1.



Ilustración 34.

Configuración GPS - Paso 2.

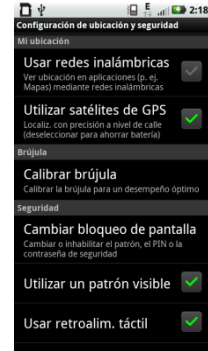


Ilustración 35.

Configuración GPS - Paso 3.

En el menú principal buscar y seleccionar la aplicación GUIAME.



Ilustración 36. Aplicación GUIAME en el menú.



- Seleccionar Actividad de Aplicación

### Buscar Paraderos

Esta primera opción nos visualizará por medio de la activación de la cámara del dispositivo, sensores de orientación y localización satelital, nos ubica los paraderos más cercanos dentro de un rango de 500 metros, y los mostrará a través de realidad aumentada los paraderos.



Ilustración 37. Opción Buscar Paraderos.



Ilustración 38. Paraderos por medio de Realidad Aumentada Parte 1.



Ilustración 39. Paraderos por medio de Realidad Aumentada Parte 2.

### Visualizar Ruta

En esta segunda opción se visualizará por medio de una lista todas las rutas que actualmente tiene en funcionamiento la empresa Transmetro, al seleccionar sobre alguna se mostrará en pantalla un mapa con el recorrido que esta realiza, identificando los paraderos donde pueden ingresar a la ruta.



Ilustración 40. Opción Visualizar Rutas.

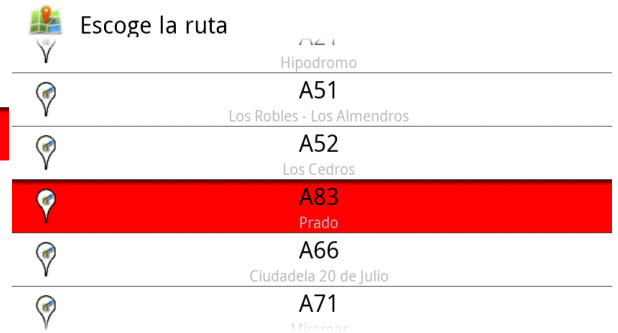


Ilustración 41. Opción de escoger ruta.



Ilustración 42. Visualización ruta - parte 1.

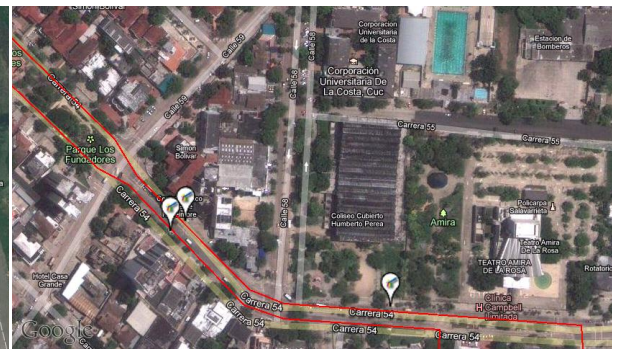


Ilustración 43. Visualización ruta - parte 2.