

**QRSITP (QUE RUEDE EL SITP): HERRAMIENTA DE SOFTWARE PARA
CONSULTAR ESPACIALMENTE LAS RUTAS DEL SITP**

**JIMMY ALEXANDER PARRA BARRERA
20152094015**

**DIANA MARCELA BARÓN PARRA
20152094004**

**TRABAJO DE TESIS DE GRADO PARA OPTAR POR EL TITULO DE
ESPECIALISTA EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA -SIG**

**DIRIGIDO POR:
ING. SALOMON RAMIRÉZ**

**UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DE INGENIERIA
ESPECIALIZACION EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
BOGOTÁ D.C.
2016**

Contenido

1. Introducción	3
2. Problema	4
3. Justificación	6
4. Alcance	7
5. Objetivos	8
5.1 General	8
5.2 Específicos	8
6. Metodología	9
7. Resultados	13
8. Bibliografía	24

1. Introducción

La implementación del sistema integrado de transporte masivo –SITM en la ciudad de Bogotá D.C., se dio como respuesta a los problemas de transporte y movilidad de los residentes y visitantes de la ciudad ; con el cual se buscaba lograr la integración de las rutas mediante la entrada en operación de una flota de buses especiales (Transmilenio) y de rutas zonales (SITP), pero luego de casi una década de su implementación aún persiste un rechazo por parte de los usuarios en contra del sistema, debido a un desconocimiento generalizado de los trayectoria de las rutas zonales. En este sentido los avances tecnológicos que han acompañado el desarrollo del sistema, podrían ayudar a solucionar a este inconveniente, a partir de la integración de estas nuevas tecnologías orientadas a la optimización de la infraestructura tecnológica que se relaciona directamente con la disposición de la información a todos los usuarios mediante el uso de dispositivos móviles.

En la actualidad la tecnología ofrece una gran variedad de servicios que pueden ser accedidos haciendo uso de dispositivos móviles, lo cual permite enmarcar una herramienta de software que permita a los usuarios del SITP, visualizar el trazado actualizado de las rutas que componen el sistema. En el desarrollo de este documento se hará referencia a la implementación de la solución propuesta para (2) de los nodos (Paraderos) que componen el trazado actual de una de las rutas que actualmente es ofrecida por el sistema.

Todo lo anterior se verá sintetizado con un desarrollo metodológico propuesto para alcanzar los mejores resultados y así lograr atender todo lo que corresponde a la construcción de una herramienta de software. Es así como se describirán en (4) fases en las que se incluye el levantamiento de requerimientos, la definición de características para la mejor arquitectura de software, la estructuración de los componentes para la implementación planteada por último lo que refiere a la evaluación de las características de la herramienta y su implementación, esto con el fin de agrupar los avances y los procesos necesarios para detallar desde las características principales de la herramienta hasta aquellas que garanticen su implementación y de manera paralela se tratara de mostrar como esta, puede integrarse con conceptos referidos al desarrollo sustentable de la ciudad mediante el mejor uso de los recursos y servicios disponibles.

Finalizando con los resultados obtenidos una vez desarrollado el marco metodológico propuesto, lo que permite observar algunas características y posibles mejoras para una implementación final de la solución propuesta por lo autores, y en la cual la integración de nuevas tecnologías permite la visualización de de las rutas del SITP, de manera actualizada y es una alternativa directa para resolver la falta de información por parte de los usuarios en cuanto a los trazados de las rutas.

2. Problema

Colombia es un país que a través de los años ha venido fortaleciendo su economía llevando a cabo grandes proyectos que son de gran importancia para la evolución y el desarrollo del mismo; un aspecto fundamental es el transporte de pasajeros en las grandes ciudades, que hoy en día ha cambiado representativamente y han adoptado sistemas que se acoplan al comportamiento de los ciudadanos teniendo en cuenta el aspecto social y cultural de cada ciudad. Un ejemplo claro del progreso que ha tenido el transporte en las grandes ciudades es Bogotá D.C., con una población de 8.363.782 habitantes donde el 57.2% de personas hacen uso del transporte público para movilizarse, según encuesta realizada por la Secretaria de Movilidad formulación del plan maestro de movilidad para Bogotá D.C., que incluye ordenamiento de estacionamientos, Distribución Modal de los Viajes en Bogotá 2005; y de acuerdo a estas cifras y al análisis del problema de transporte en la ciudad, se implementó el Sistema Integrado de Transporte Público-SITP y Autobuses de tránsito rápido, todo con el fin de brindar soluciones de transporte de alto rendimiento para corredores de alta demanda.

La implementación del Sistema Integrado de Transporte Masivo-SITM en la ciudad, generó grandes cambios operacionales que afectaron directamente a los usuarios, ya que se encontraban acostumbrados a un transporte público colectivo, donde no existía un ente gestor que reglamentara su funcionamiento, se tenían problemas como la guerra del centavo, ascenso y descenso de pasajeros en cualquier zona, no habían paraderos establecidos y no se llevaba un mantenimiento preventivo a la flota que prestaba el servicio. Los cambios en la forma de transportarse en la ciudad provocaron traumatismo a los ciudadanos, puesto que, afectaron directamente las actividades cotidianas de las personas como lo es movilizarse; estos cambios se materializaron en la definición de carriles exclusivos para el tránsito de buses articulados, así como la construcción de estaciones de abordaje con características especiales y la implementación de sistemas de pago electrónicos (Tarjetas Inteligentes (TRANSMILENIO S.A, 2015)), este proceso requería un cambio en el comportamiento del ciudadano, donde la divulgación era parte fundamental para la implementación, allí se debía informar acerca de los beneficios y el funcionamiento del SITP; este tipo de cambios deben ser orientados a cualquier tipo de usuario, es decir, desde niños hasta adultos mayores o personas con algún tipo de discapacidad.

El inicio de la operación del SITP se realizó en el año 2012, a pesar de que se ha realizado la divulgación por diferentes medios de comunicación, redes sociales y folletos, el sistema actualmente se queda corto con las metodologías de socialización y los usuarios no tienen pleno conocimiento de cómo hacer el uso adecuado del sistema; la falta de información de las rutas asignadas, paraderos, puntos de origen y destino, ha provocado que los usuarios rechacen el sistema.

Códigos QR-SITP

Por lo anterior y en vista de que uno de los factores que desencadenan el rechazo, se debe a la falta de información por parte de los usuarios del SITP sobre las rutas que actualmente se movilizan por los corredores viales de la ciudad de Bogotá D.C., este proyecto ofrece una alternativa de solución mediante el uso y la integración de las nuevas tecnologías tanto de software (SIG) como de hardware (Dispositivos Móviles), que permitan garantizar que la información pueda estar dispuesta en tiempo real y actualizada, además de que sea accesible para todos los usuarios.

3. Justificación

Con los avances tecnológicos desde finales de la década de los 90's y la llegada de la telefonía celular y específicamente de los Dispositivos Móviles (Celulares inteligentes, tabletas, etc.), que permiten la conexión a la red de datos, mediante el uso de redes inalámbricas, los Sistemas de Información Geográfica-SIG han adquirido una nueva dimensión al convertirse en una herramienta de uso cotidiano para todas aquellas personas que tienen acceso a estas nuevas tecnologías.

La implementación de estas tecnologías ha abierto una nueva y amplia gama en el desarrollo y disposición de la información geográfica -IG, mediante la construcción de plataformas tecnológicas con la capacidad de integrar las herramientas SIG, ya sea a través de servicios web como es el caso de Google Maps® o de Aplicaciones Móviles como WAZE®. Además con el impulso de conceptos como lo es el *Smart Cities*®, el cual se plantea como una alternativa que permite solucionar y garantizar la satisfacción de las necesidades de los ciudadanos, a partir de la definición de (3) ejes fundamentales a saber: Planificación y gestión, Ser humano e Infraestructura (IBM Corporater, 2013), y de los componentes asociados a los servicios dispuestos en temas relacionados a la movilidad y el transporte de pasajeros, fundamentalmente al lograr una mejor y más efectiva distribución de la información asociada con el funcionamiento de los Sistemas Integrados de Transporte Masivo – SITM, y es por este aspecto donde propuestas como la que se presentan en este documento se orientan como alternativas que integren el uso de estas nuevas tecnologías tanto hardware como software, con las cuales se dispone actualmente para acercar cada vez más a los usuarios a la información y a la integración de los sistemas.

Con el desarrollo de este proyecto se busca mostrar la aplicación de nuevas tendencias tecnológicas y de como estas pueden adaptarse a la solución desde el campo ingenieril y académico, como se ha mostrado en (Parra & Carvajal, 2015), donde se presenta la Realidad Aumentada- RA (En Ingles Augmented Reality –AR), como una herramienta para la planificación y el desarrollo del entorno urbano, mediante el uso de dispositivos móviles; esto muestra que estas nuevas tecnologías tienen la capacidad de ser complementarias y ofrecen una nueva manera para la disposición de información con características espaciales y temporales.

Adicional a esto, la propuesta pretende ser una aplicación de los SIG, en la solución a los problemas de desconocimiento por parte de los usuarios de las rutas del SITP en la ciudad de Bogotá D.C, aprovechando esa característica propia de las nuevas tecnologías e integrando alternativas de hardware y software para hacer de esta solución propuesta una alternativa que pueda lograr un desarrollo, no solo en su aplicación, sino también en el fortalecimiento de la responsabilidad desde la academia de impulsar la construcción de nuevo conocimiento y la solución a problemas de ámbito local y nacional.

4. Alcance

4.1 Alcance metodológico

El alcance de este proyecto busca mostrar la integración de diferentes tecnologías tanto hardware como software en la construcción de una herramienta de software prototipo, con la cual se propone una solución a la falta de conocimiento por parte de los usuarios acerca de las rutas Zonales del SITP. La popularización de los dispositivos móviles en Colombia, ofrece un marco para la aplicación e implementación de nuevas soluciones tecnológicas para la disposición de la información.

Por otro lado, y como ya se ha descrito en otro capítulo de este documento no solo los avances tecnológicos disponibles actualmente hacen parte de las soluciones a los problemas de las ciudades, sino que también algunos conceptos que se encuentran en desarrollo como el **Smart Cities®**. En este sentido este proyecto no busca explicar ni tampoco implementar de manera puntual un desarrollo de **Smart Cities®**, pero si pretende mostrar un paralelo entre la conectividad que busca crear la solución propuesta entre los usuario y el SITP, y los elementos definidos por este concepto para lograr generar ciudades sostenibles y sustentables mediante el fortalecimiento de las infraestructuras orientadas a los servicios y el aprovechamiento de la interconectividad entre los mismos y los ciudadanos, sirviéndose de la participación para garantizar la satisfacción de las necesidades y el buen uso de los recursos (servicios, infraestructuras, energéticos, etc.). Aun cuando dentro del desarrollo propuesto y de las etapas contempladas para la definición de los diferentes elementos que conforman la construcción y delimitación de la funcionalidades de la solución propuesta no se observa de manera explícita la integración del concepto de **Smart Cities®**, este es abordado con el fin de colocar en contexto la posibilidad que ofrece la generación de nuevos proyectos con un enfoque orientado hacia la generación desde la academia de soluciones a problemáticas del entorno actual y que puedan dimensionar la implementación de distintas alternativas que logren componer todo un marco de referencia para alcanzar la conectividad propuesta por este tipo de modelos para la sustentabilidad y sostenibilidad de las ciudades del futuro, pero que estén desarrolladas a partir de variables locales y por profesionales nacionales que se preparen para los retos que implican la implementación de estas nuevas perspectivas de ciudad y de los servicios ofrecidos.

4.2 Alcance espacial

Lo anterior se puede entender de manera metodológica, en términos espaciales se ha seleccionado para la implementación dos paraderos de SITP asignados a los corredores viales Calle 13 y Calle 72, así como las rutas asociados a estos.

4.3 Alcance temporal

La información base para el análisis y desarrollo de la solución es con la última actualización en cuando a paraderos y rutas del sistema.

5. Objetivos

5.1 General

Construir una herramienta de Software que permita a los usuarios del Sistema Integrado de Transporte Público - SITP, conocer de manera actualizada las rutas que componen el sistema en la ciudad de Bogotá D.C.

5.2 Específicos

- Identificar los requerimientos funcionales y no funcionales que debe satisfacer la herramienta propuesta.
- Definir la mejor arquitectura que satisfaga el cumplimiento de los requerimientos funcionales y no funcionales de la herramienta propuesta.
- Implementar una solución tecnológica que permita integrar componentes hardware y software para la disposición de información geográfica

6. Metodología

En este capítulo del documento se muestra el planteamiento metodológico que se consideró, se ajustaba a las necesidades para el desarrollo y la satisfacción de las necesidades del negocio. Inicialmente se plantea que dentro del desarrollo metodológico se debe resaltar y definir que este se conforma de (2) dos componentes; en primer lugar, se tiene la implementación de la solución propuesta dentro del Sistema Integrado de Transporte Público-SITP, lo cual representa el componente temático. En segundo lugar, se analiza la implementación desde la perspectiva tecnológica, como el desarrollo específico de la solución respecto al contexto en el que se encuentran las tecnologías y los procesos que permiten la explotación y consumo de la información geográfica-IG.

Para responder al levantamiento inicial de los requerimientos que pueden ser medibles en el contexto de la disposición hacia los usuarios de la información de las rutas que integran actualmente el SITP. Para el presente documento y como ya se habló en capítulos previos, la solución tuvo por alcance la presentación para (2) de los nodos o paraderos, que actualmente hacen parte de la red dispuesta por el SITP, para los ascensos y descensos de los usuarios, lo cual no supone una restricción para su implementación general dentro del sistema sino por el contrario busca definir las variables y como se debe de disponer de la información a partir de la muestra establecida para así lograr determinar inconsistencias y mejorar las mismas antes de masificación de la solución.

En el caso tecnológico, se busca seguir un proceso que permita integrar la información del componente temático como parte fundamental en la definición de las reglas de negocio, los actores y de los requerimientos funcionales y no funcionales que en gran parte guiarán el desarrollo de la solución tecnológica propuesta. Seguido de esto y con base en el análisis de la información obtenida se logró la definición de temas directamente relacionados con el método desarrollo y la arquitectura de software.

Teniendo como referencia lo anterior, se hizo evidente que para conseguir los mejores resultados se debían especificar “**fases**” y que estas debían tener el objeto de documentar, analizar y disponer de la información primaria de ambos componentes metodológicos. En este caso se pueden discriminar (4) fases, la primera de estas contribuyó al levantamiento de requerimientos, la segunda al diseño del software, la tercera a la implementación y en la cuarta fase se dispone a la evaluación de la herramienta propuesta en este documento.

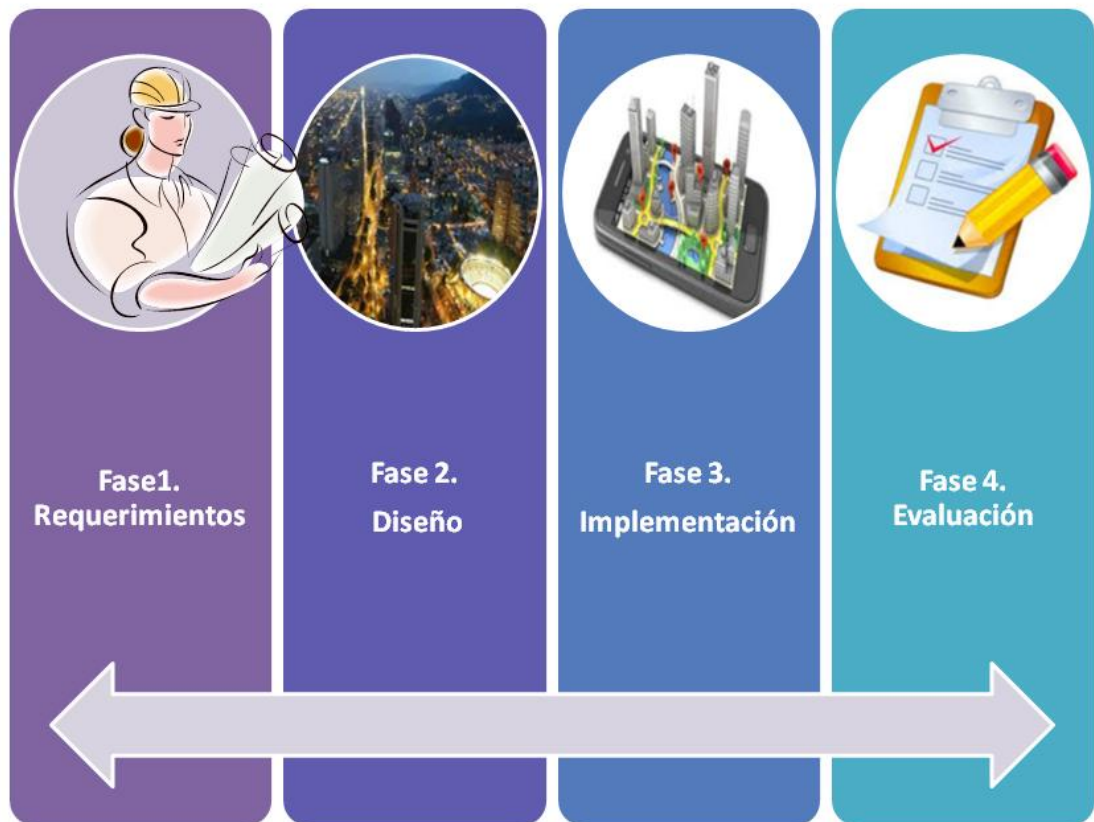


Figura 1. Diagrama de Fases.

Fuente: Elaboración propia.

Como consecuencia de las fases propuestas **Figura 1**, se da paso para la definición de los resultados que describen y sintetizan las características que se involucraron para el desarrollo final de la implementación propuesta en este documento.

La segunda etapa correspondió a la elección de la mejor arquitectura de software y siguió un proceso enlazado en el cual se hizo uso del lenguaje **UML** (Lenguaje Unificado de Modelado), para construir los diagramas necesarios (Schmuller, 2011).

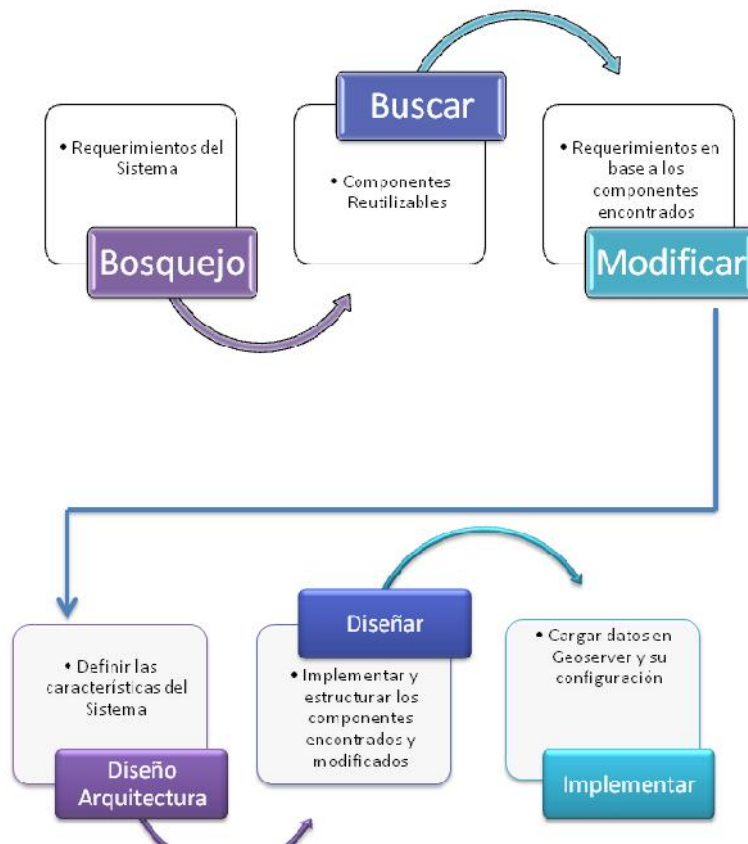


Figura 2. Método de Desarrollo de Software - Basado en Reutilización.

Adaptado de: Universidad de los Andes (Venezuela)

En lo que respecta a la tercera fase, esta hizo referencia al desarrollo específico de la selección y estructuración de los componentes necesario para la construcción de la solución de software, para ajustes a parámetros evaluados para el diseño de la interfaz de usuario y entre lo que cabe resaltar que permitió la definición del método de desarrollo de software como el basado en reutilización de componentes como aquel que mejor se ajusta a la satisfacción del negocio **Figura 2.**

Este método permite la disminución y optimización de tiempos y recursos tanto económicos como humanos, para lograr concretar a manera de prototipo, una herramienta que permita la disposición de la información a través del reusó de componentes para la edición y actualización de la información base en formato shapefile, así como también del servicio para la disposición de esta en la red y del despliegue por parte de los usuarios mediante la lectura de códigos **QR®**. Esto por otra parte garantizará que la herramienta se crea y se mantendrá en formato libre y a disposición de todos los usuarios del SITP.

Con base en lo anterior y una vez definida tanto la mejor arquitectura y método de desarrollo de software se elaboraron los diagramas correspondientes a las distintas vistas de la arquitectura, para lo cual se hizo uso del lenguaje **UML** (en español “Lenguaje Unificado de Modelado”), que es el más utilizado por desarrolladores a nivel mundial para la captura y presentación de las ideas referidas al desarrollo de software (Schmuller, 2011)

Es así que la esquematización de la información utilizando este lenguaje, no solo conservara las características mencionadas sino que también permitirá que esta pueda ser interpretada de manera lógica, por los desarrolladores durante la construcción de la herramienta con el fin de no alejarse de la idea principal y por otro lado ofrece una mejor alternativa para la presentación de la información referida a la construcción del software. Esto debido a su componente gráfica, ya que esto permite una mejor interpretación por parte de los usuarios que no están directamente relacionados durante las fases de desarrollo de la herramienta.

Basados en estos diagramas **UML** se da inicio a la tercera fase propuesta en la cual se realizó la selección y estructuración de los componentes que harían parte de la implementación y entre los que se encuentran **QGIS**®, **Geoserver**®, así como la incorporación de códigos **QR**®.

Para finalizar con este capítulo y en cumplimiento de las fases propuestas, la cuarta y última permite realizar la evaluación de la herramienta de acuerdo con los parámetros consignados en la **Tabla 1**, la cual fue transcrita de Gonzalez & Caceres (2013), los cuales se encuentran definidos según norma ISO 9126-3, que hace referencia a la evaluación de la calidad de software.

Tabla 1. Parámetros de Evaluación de Software de la norma ISO 9126-3.

Fuente: Gonzalez & Caceres, 2013

Parámetro	Descripción
Funcionalidad	Definida como el conjunto de atributos que se refieren a la existencia de una serie de funciones y sus propiedades específicas
Fiabilidad	Es la capacidad del software de mantener su nivel de rendimiento bajo unas condiciones especificadas durante un período definido.
Usabilidad	Conjunto de atributos que se refieren al esfuerzo necesario para usarlo, y sobre la valoración individual de tal uso, por un conjunto de usuarios definidos e implícitos
Eficiencia	Grado en el que el software hace óptimo el uso de los recursos del sistema.
Matenibilidad	Facilidad con que una modificación puede ser realizada.
Portabilidad	Facilidad con que el software puede ser llevado de un entorno a otro.

7. Resultados

De acuerdo con lo desarrollado en las (3) etapas definidas dentro del marco metodológico propuesto, se logró la concreción en el conjunto de requerimientos funcionales y no funcionales, los actores y sus roles, así como también detalles específicos orientados hacia la arquitectura y el método de desarrollo de software, para terminar con la integración de todo lo anterior y logrando la visualización de las rutas del SITP mediante la implementación de la solución propuesta.

Inicialmente el desarrollo de la primera fase permitió la definición de los requerimientos funcionales y no funcionales, los primeros orientados a responder necesidades del sistema entre los que se encuentran: la visualización de las rutas y el contexto haciendo uso de un servidor de mapas, la manera de despliegue de la información mediante el uso de códigos **QR®**, a partir del uso de aplicaciones pre-existentes para la lectura de este tipo de códigos y que se encuentran disponibles para Dispositivos Móviles. Por otro lado en referencia a los requerimientos no funcionales, estos se dispusieron en pro de la *Usabilidad* de la herramienta propuesta y están sujetos al despliegue de la información en los dispositivos móviles, entre lo que se puede resaltar que estará disponible para cualquier sistema operativo (Android®, IOs®,etc.) que cuente con lector de códigos QR, además de características básicas como la visualización tanto de manera vertical como horizontal en referencia a la posición del dispositivo que se utilice para desplegar la información.

En consideración de lo anterior, como referencia se llegó a la definición de los actores involucrados y de los roles que los mismos desempeñan en la ejecución de la propuesta, como se muestra en la **Figura 3**. Al observar esta figura, se puede observar como actor principal el *usuario* quien de acuerdo con su rol será quien consuma la información, mediante la visualización a través de su dispositivo móvil de las rutas del SITP. Como actor secundario se muestra el *administrador*, quien se encargará de actualizar la información asociada a las rutas, esto hace referencia a cualquier modificación que pueda presentarse en cualquiera de las componentes geométricas de las mismas, ya sea incorporación o eliminación de nodos (Paraderos), así como también a estas mismas acciones, pero en relación a trazados completos, ya sea por la entrada de nuevas rutas o la eliminación de las mismas. De esta manera se espera que el objeto de mantener las rutas actualizadas y disponibles para los usuarios del SITP se cumpla, además que no sobrecarga la ejecución al incluir a otros actores para tareas intermedias.

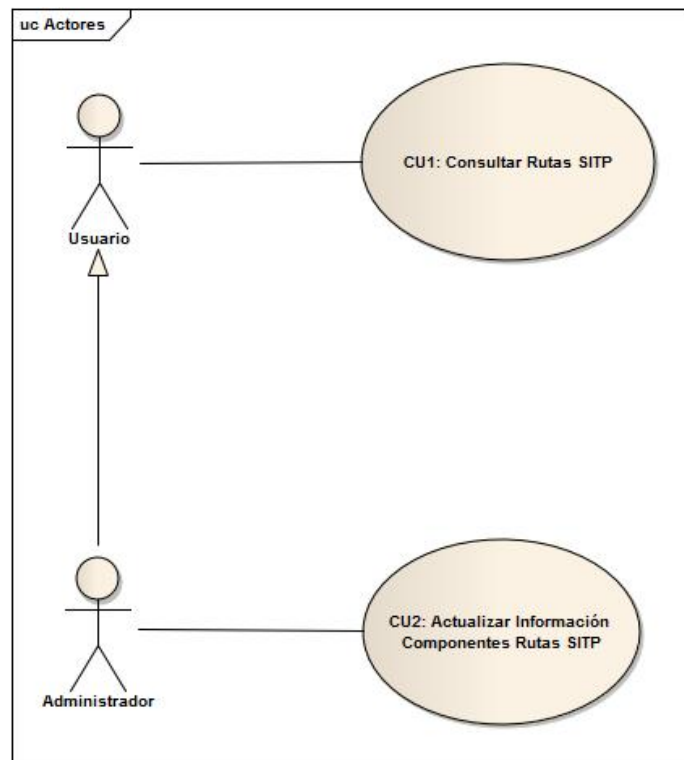


Figura 3. Diagrama UML - Casos de Uso.

Fuente: Elaboración Propia.

Continuando con el desarrollo de las fases, en la segunda que como se indicó hizo referencia a la arquitectura y método de desarrollo de software. Respecto con la arquitectura de software se decidió implementar un arquitectura *Cliente-Servidor* (Figura 4), ya que esta proporciona y cubre de manera total todos los requerimientos no funcionales definidos, puesto que por definición esta se orienta a repartir las cargas del sistema y fortalece la seguridad de la misma al lograr que la información no pueda ser visualizada de la misma manera por todos los Usuarios del sistema, garantizando así la seguridad de la información y la fiabilidad de los resultados.

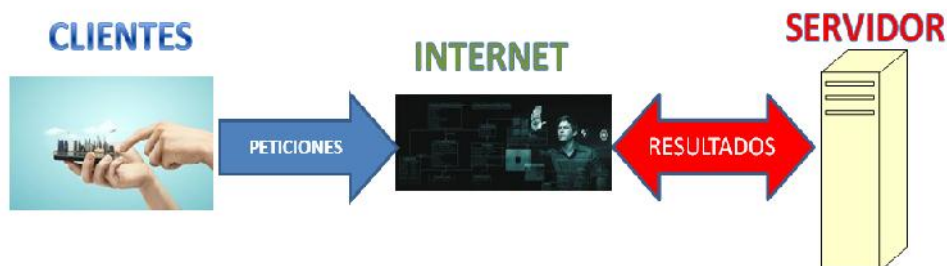


Figura 4. Esquema Cliente – Servidor.

Fuente: Elaboración Propia.

Es así como a continuación se mostrarán (3) vistas de la arquitectura:

- Vista de Alto Nivel – Diagrama de Capas.
- Vista Lógica – Diagrama de Componentes
- Vista de Despliegue – Diagrama de Despliegue.

A continuación, se muestra en la **Figura 5**, la disposición del diagrama de capas, el cual hace referencia a la disposición de los componentes basados en características de la disposición de los mismos, dentro de la administración y disposición de la información, además de que es una manera de representar de manera optima las características de los componentes de manera entendible para múltiples usuario.

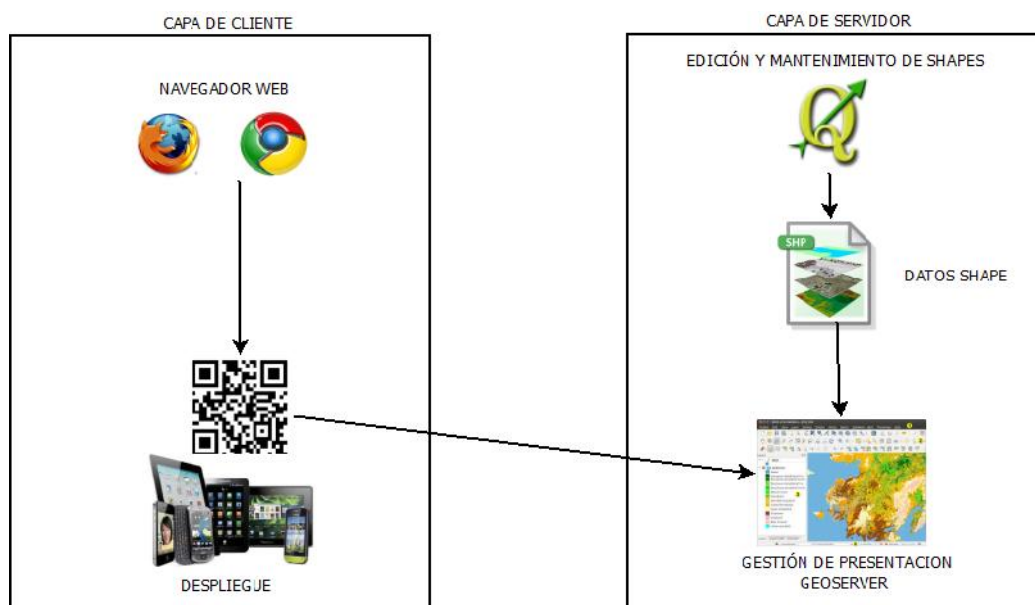


Figura 5. UML- Diagrama de Capas.

Fuente: Elaboración Propia.

Se optó por implementar la división en (2) capas. De esta manera se dispondrá del manejo de la información por parte del cliente a partir de la interacción con una interface, mientras que toda la gestión de la base de datos (Formato Esri Shapefile), se dispondrá en la capa que corresponde al servidor.

Teniendo en cuenta estos factores y dado que para el caso de la herramienta es de suma importancia mantener una comunicación directa y eficaz con el servidor, y, por otro lado al ser una herramienta que NO requiere ni manipula información de valor o de características que restrinjan su divulgación, las restricciones de seguridad como factor limitante no representa una variable a considerar para la implementación de este modelo de (2) capas. Además de que inicialmente la herramienta dispondrá por parte del usuario tanto del ejecutante físico y sus componentes, así como se dispondrá que

al realizar la lectura del código **QR**® esta realice el direccionamiento hacia el servicio en el que se almacenan las rutas del SITP.

En este diagrama **Figura 5** se muestra la utilización de los códigos **QR**®, como el mecanismo en la cual se accederá a la información por parte del usuario. Esta implementación se hace basada en la disponibilidad de los dispositivos móviles para la lectura de los mismos y como una manera de hacer uso de nuevas tecnologías que permiten su integración para la disposición y presentación de información geográfica.

En referencia a la capa de *Servidor*, es importante resaltar que se hará uso de componentes libres y de fácil acceso lo cual permite esta implementación, como ya ha sido mencionado en otros apartes del documento para lograr la reducción del capital económico y también impulsa la utilización de herramientas basadas en licencias no comerciales.

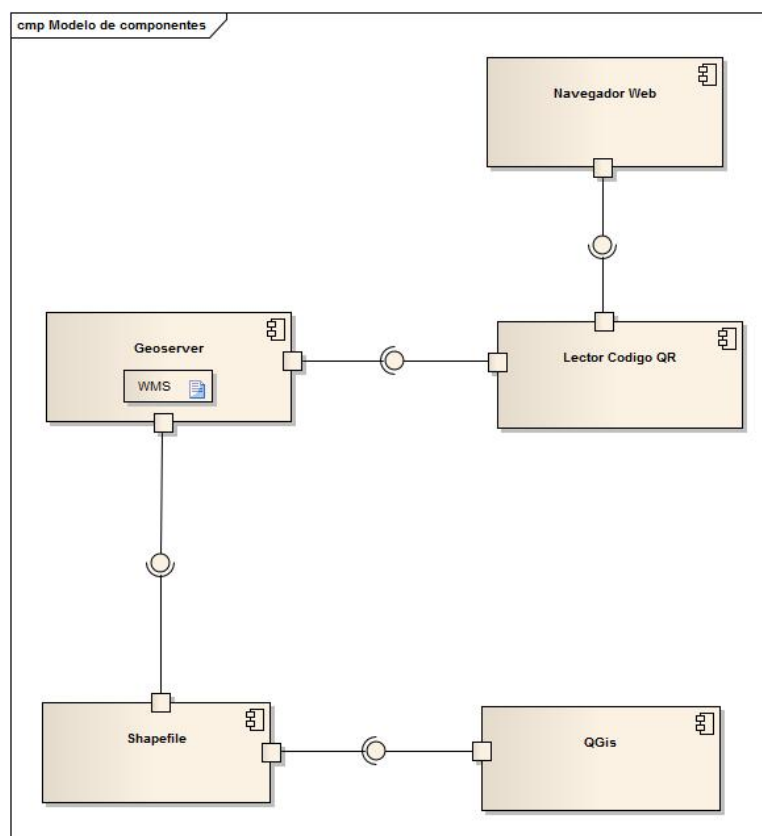


Figura 6. UML - Diagrama de Componentes. Fuente: Elaboración Propia.

En la **Figura 6**, que hace referencia a la disposición de los componentes involucrados en el desarrollo de la solución propuesta, es fácil identificar las interacciones que se presentan entre estos. Se observa que se cuenta con QGIS® como herramienta para la edición de la información en formato (ESRI-Shapefile), y la cual luego será dispuesta haciendo uso del servicio *Geoserver*®, esto mediante la ejecución de un navegador

web que será direccionado a la URL en la cual se dispone la información y que estará disponible para los usuarios una vez estos realicen la lectura del código QR® asignado para el nodo de la ruta del SITP en el cual se encuentre ubicado.

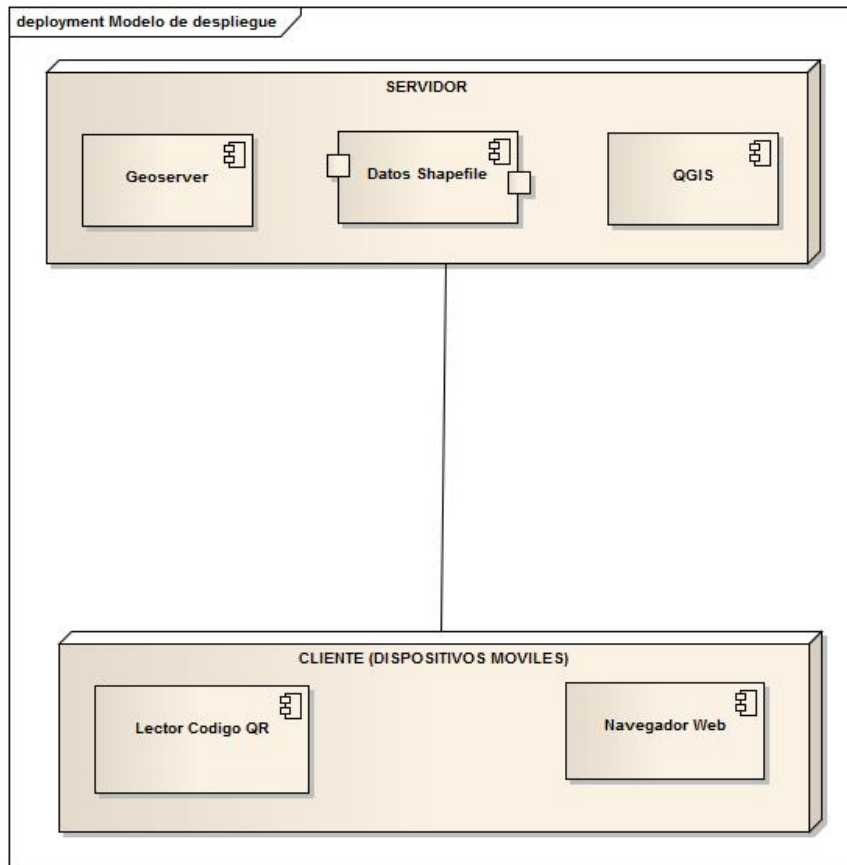


Figura 7. UML- Diagrama de Despliegue. Fuente: Elaboración Propia.

En la **Figura 7**, se sintetiza la presentación de los componentes y de la manera en la cual se realiza el despliegue de la información mediante la interacción de los componentes directamente involucrados tanto desde el lado del cliente (Dispositivos Móviles), como del servidor. Ya que se observa la separación de los mismos mediante el uso de la terminología propia del **UML**.

Con base en este diagrama de despliegue, se puede entender y sintetizar cómo se debe de realizar el ensamble de la información y de los componentes involucrados para la visualización por parte de los usuarios del SITP. Para esto a continuación se mostrarán una serie de figuras que ilustran el proceso definido para verificación, edición, disposición, despliegue y visualización de la información.

Códigos QR-SITP

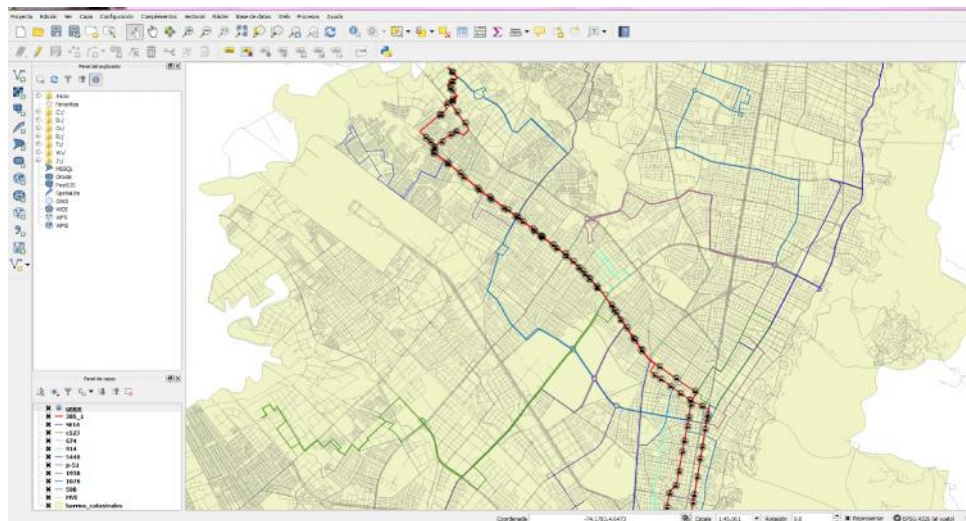


Figura 8. Edición de Información de Rutas (Shapefile) en QGIS.

Fuente: Elaboración Propia.

Inicialmente las rutas se disponen en formato shapefile y son verificadas y editadas según corresponda mediante QGIS. Esto se desarrolla por el *administrador* del sistema que ya fue definido en capítulos anteriores y no será visible hasta este momento por los *usuarios* Figura 8.

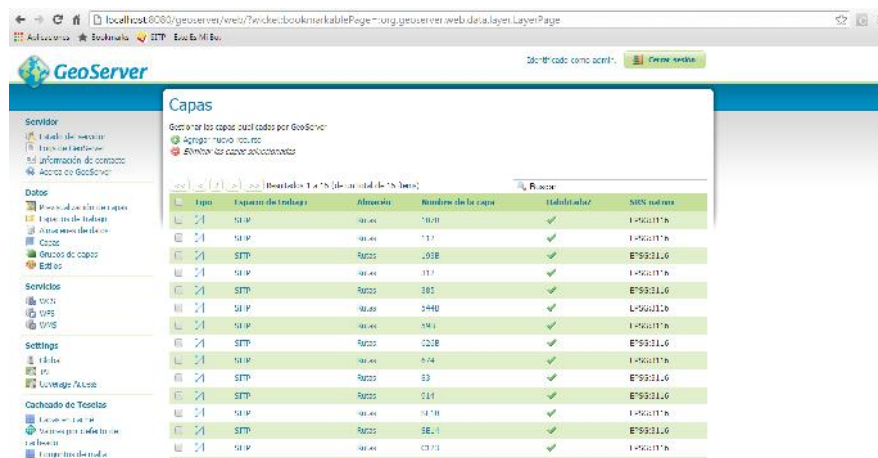


Figura 9. Disposición de Capas (Rutas) en GeoServer®.

Fuente: Elaboración Propia.

Al ser validada la información tanto en calidad como en términos de componentes visuales esta será cargada a la herramienta GeoServer®, la cual permite la publicación de la misma a través de la red y la cual como desarrollo de este documento deberá seguir una estructura como se muestra en la **Figura 9**. Al estar dispuesta la información esta se desplegará como un servicio web de mapas (WMS) de acuerdo con (*Figura 10*), haciendo uso del formato e aplicación OpenLayer.

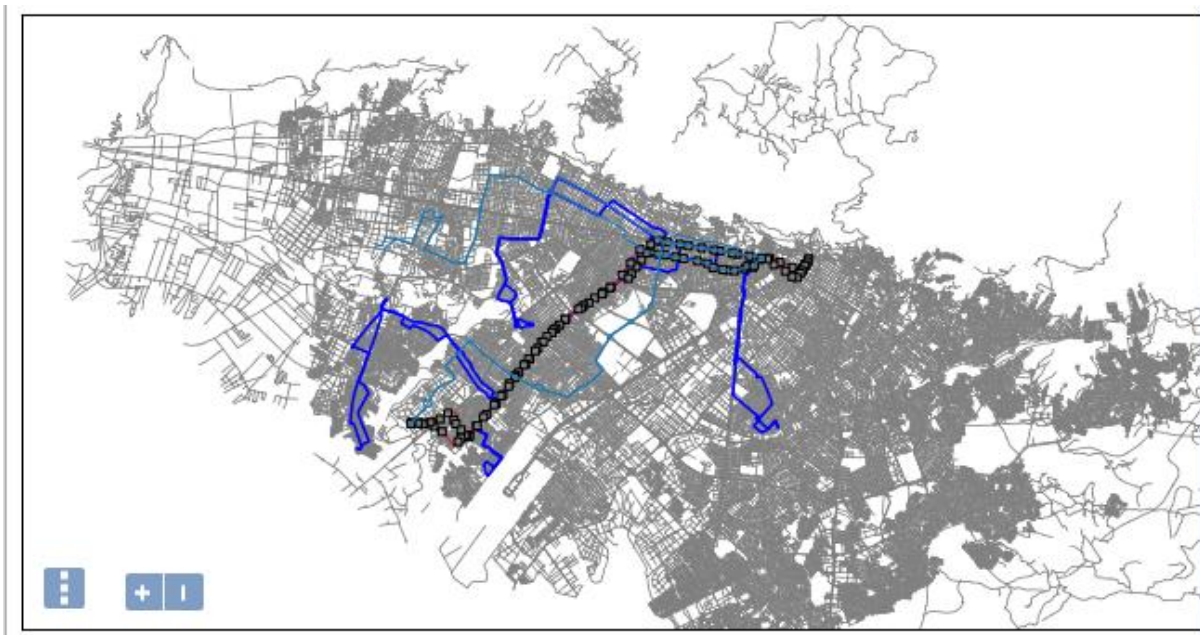


Figura. 30 Pre-visualización de Rutas SITP - Geoserver.

Fuente: Elaboración Propia

Hasta este momento la implementación ha mostrado la integración de los componentes desde la perspectiva del *administrador*, todo lo anterior hace referencia a la lógica del negocio, cabe resaltar que esto se hace ya que en la actualidad la información dispuesta en las señales ubicadas en los paraderos del SITP **Figura 11-a)**, no es del todo clara para todos los usuarios del sistema además carece de atributos espaciales que si pueden ser cubiertos por la implementación de la herramienta de software propuesta en este documento y que ya para esta fase se decidió nombrar “**Que Ruede el SITP**” (**QR-SITP**). Además de cumplir con lo planteado en cuanto la integración de este tipo de soluciones tecnológicas y el concepto de **Smart Cities®**, ya sea por la manera en la cual se permite una conexión entre el usuario y la ciudad más específicamente al servicio de transporte público, que visto a groso modo es lo que se busca al implementar este concepto y que se espera por parte de los autores pueda servir como base para la definición y masificación de proyectos que logren el impulso a nivel nacional de alternativas para hacer de nuestras ciudades entornos “inteligentes” y que permitan a las generaciones actuales y futuras apropiarse de los espacios y de las infraestructuras para conseguir “ciudadanos inteligentes” que al unirse alcancen la sostenibilidad y sustentabilidad de todos los recursos disponibles.



Figura 11. Detalle de “Señalización SITP” e Implementación Propuesta.

Fuente: Elaboración Propia

Cumplidos los (2) pasos anteriores se procede a generar el código **QR®**, que deberá ser dispuesto de manera física en el nodo (Paradero) **Figura11–b)** y el cual codificará la dirección de URL de acceso a la información espacial asociada y dispuesta como geoservicio WMS, referida y con la información específica del nodo en la cual se ubiPca, esto para garantizar que los datos suministrados estarán acordes a lo que requiere el usuario de conocer el trazado de las rutas dispuestas según su ubicación dentro de la red del SITP-

En términos de implementación desde las capacidades dispuestas para el *usuario*, y acorde con la disposición de manera física de la codificación de las rutas mediante el uso de los códigos **QR®**, como se mostro en la **Figura 11-b)**, el usuario al ubicar su Dispositivo Móvil, accederá a la información haciendo uso de un lector de códigos **QR®** como se muestra en la **Figura 11-c)**.

Finalmente el *usuario*, hará la visualización de las rutas correspondientes al nodo en el cual se ubica dentro de la red del SITP, desde su dispositivo móvil **Figura 12**. Lo cual ayudara a la selección de la ruta más conveniente para llegar a su destino.

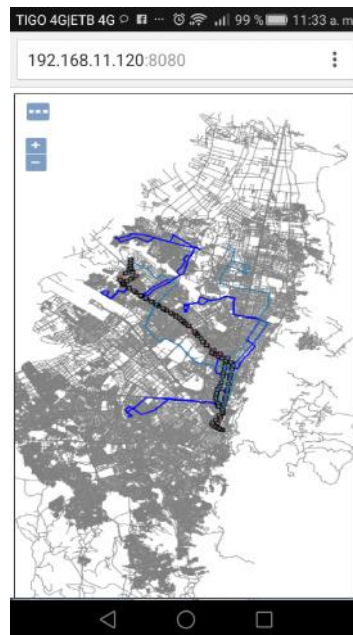


Figura. 4 Visualización Dispositivo Móvil

Fuente: Elaboración Propia

Como resultado de la evaluación a la herramienta propuesta de acuerdo con los parámetros especificados en la **Figura 3**, del capítulo correspondiente a la metodología implementada, a continuación se realizara la validación de los parámetros de funcionalidad, fiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad y portabilidad.

Funcionalidad:

La funcionalidad de la herramienta propuesta se ha expresado desde la interoperabilidad que da la integración de las nuevas tecnologías no solo en componentes de hardware sino también de software, además de que en términos de seguridad no solicita ninguna autenticación por parte del usuario .

Fiabilidad:

El rendimiento de la herramienta está sujeto a la capacidad de la red mediante la cual se realice la conexión, para la visualización de la información, una vez soportados los aspectos referentes a la calidad de la conexión entre el dispositivo y la red de datos la conexión será oportuna y se mantendrá estable mientras el usuario visualiza y utiliza la información dispuesta en el recurso web.

Usabilidad:

En términos de este parámetro tanto la herramienta como la implementación están pensados para que los usuarios, puedan acceder de una manera ágil a la información,

debido a que las características propias de los códigos QR indican a los usuarios que deben hacer uso de sus dispositivos móviles para acceder a los datos que se codifican en el mismo. En cuanto a la visualización en el dispositivo como se muestra en la Figura 12, se puede observar que hasta este momento la interface de la herramienta es minimalista esto supone menos tiempo para la apropiación por parte del usuario.

Eficiencia:

La herramienta explota todos los recursos dispuestos por los componentes que se reutilizaron para el desarrollo de la misma, desde la edición y análisis de los datos mediante el uso de la herramienta QGIS, hasta la publicación de las rutas del SITP mediante Geoserver© a través de servicios WMS.

Mantenibilidad:

En cuanto a la mantenibilidad de la herramienta propuesta en este documento, el método basado en reutilización de componentes permite que la manipulación y la facilidad de los cambios no deba de estar soportada por un grupo seleccionado por parte del administrador, ya que todos los componentes utilizados cuentan con gran soporte y recursos para el aprendizaje.

Portabilidad:

La herramienta propuesta no presenta ningún problema en cuanto a la portabilidad tanto por parte del usuario como por parte del administrador. El primero no requiere si quiera de la instalación de una aplicación o cualquier elemento y solo debe de disponer de su dispositivo móvil y de un lector de códigos QR. Y por parte del administrador los componentes utilizados no están restringidos a la comprar de licencias comerciales.

8. Conclusiones

Al construir herramientas de software siempre será necesario lograr la definición clara y precisa de lo que se quiere atender acorde con el modelo de negocio. Esto permitirá que se puedan optimizar todos los recursos físicos, económicos, humanos y de tiempo involucrados dentro de la ejecución de este tipo de proyectos. Como se mostró en este documento al definir que el desarrollo se llevaría a cabo siguiendo un trazado de fases las cuales fueron suministrando la información necesaria para conseguir la sinergia en todos los elementos y variables que llevaron a demostrar que la mejor opción de arquitectura se encontraba referida a la de *Cliente-Servidor* y que esa optimización de recursos que se buscaba se alcanzaría al implementar un método de desarrollo de software basado en reutilización de componentes.

Es apropiado mencionar que este proyecto y sus resultados demuestran que en gran medida la óptima disposición de la información de las rutas del SITP, se puede conseguir a través de la integración y el uso de los recursos tecnológicos disponibles actualmente y que esto conlleva a una mejor apropiación por parte de los usuarios quienes serán los directamente beneficiados.

Este proyecto queda abierto para la realización de mejoras continuas en sus aspectos tecnológicos asociados, y en esta medida se entiende como prototipo el desarrollo al cual se hace referencia durante la elaboración de este documento.

Para terminar y en síntesis de lo que se dispuso a demostrar no solo con el desarrollo e implementación de la herramienta de software propuesta para la disposición de las rutas del SITP, es importante resaltar que en el contexto del concepto de **Smart Cities®**, el alcanzar sus objetivos está dado por alternativas como estas que buscan la conectividad de los usuarios y los servicios dispuestos por la ciudad, en pro de alcanzar el fortalecimiento y mejoramiento de sus infraestructuras asociadas.

9. Bibliografía

- Centro de Escritura Javeriano. (2010). *Normas APA*. Bogotá, D.C.
- IBM Academy of Technology. (19 de Abril de 2013). Obtenido de ftp://ftp.boulder.ibm.com/software/es/pdf/Interconexion_de_Todo.pdf
- Jimmy, P., & Carolina, C. (2015). La realidad Aumentada como Herramienta de Planificación y Desarrollo Urbano (STAR). *La realidad Aumentada como Herramienta de Planificación y Desarrollo Urbano (STAR)*. Bogotá D.C., Colombia.
- Ordóñez, J. L. (s.f.). Obtenido de www.acta.es/medios/articulos/comunicacion_e_informacion/063009.pdf
- Prieto, F. P. (2015). *CanalTIC*. Obtenido de CanalTIC: canaltic.com/tablet/pdf/0503_codigosQR.pdf
- Schmuller, J. (2011). *Aprendiendo UML en 24 Horas*. Pearson Educacion Latinoamerica.
- IBM. (2013). *IBM*. Recuperado el 2013, de HYPERLINK "http://www.ibm.com/smarterplanet/ca/en/smarter_cities/overview/"
http://www.ibm.com/smarterplanet/ca/en/smarter_cities/overview/
- Barra Mamani, S. M. (2011). *Monografias.com*. Obtenido de Monografias.com: <http://www.monografias.com/trabajos89/cliente-servidor-dos-capas/cliente-servidor-dos-capas.shtml>
- TRANSMILENIO S.A. (2015). *Transmilenio*. Obtenido de Transmilenio: <http://www.transmilenio.gov.co/es/articulos/tarjetas-monedero-capital-y-cliente-frecuente-fases-i-y-ii>
- Gonzalez, J., & Caceres, G. (2013). Comparisson of GIS Desktop Tool for Development of SIGPOT. *IEEE LATIN AMERICAN TRANSACTIONS VOL 1*, 86-90.
- Secretaria De Movilidad. (2013). *Movilidadbogota*. Obtenido de Movilidadbogota: http://www.movilidadbogota.gov.co/hiwebx_archivos/ideofolio/251013--anexo-tecnico-resolucion-paraderos_def-2_16770.pdf