



# Sistema de ubicación, navegación y cálculo de rutas de transporte público de Bogotá, basado en aplicaciones móviles para personas con discapacidad visual

## Localization, Navigation and Calculation System of Public Transport Routes in Bogotá, Based on Mobile Applications for People with Visual Impairment

### ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Fecha de recepción:  
24-05-2015

Fecha de aceptación:  
13-06-2017

ISSN: 2344-8288

Vol. 5 No. 2

Julio - diciembre 2017

Bogotá-Colombia

Oscar Fabián Cadena<sup>1</sup> Santiago Ruiz Martín<sup>2</sup>

**Para citar este artículo:** Cadena, O.; Ruiz, S. (2017). Sistema de ubicación, navegación y cálculo de rutas de transporte público de Bogotá, basado en aplicaciones móviles para personas con discapacidad visual. *TIA*, 5(2), pp. 190-198.

### Resumen

En el nuevo esquema de transporte de Bogotá se pretende integrar en un solo modelo toda la infraestructura dedicada al transporte público de pasajeros, siendo este el eje de la movilidad de los bogotanos. Al implementar este nuevo modelo se han planteado retos, como incluir a población con algún tipo de discapacidad motriz o visual; de ahí parte la motivación para realizar, mediante tecnologías móviles y técnicas basadas en la accesibilidad, un aplicativo que permita a usuarios con discapacidad visual tener una fácil y mejor experiencia para movilizarse en la ciudad.

**Palabras clave:** accesibilidad, Android, aplicaciones móviles, audibilidad, aprendizaje, contraste, GPS, tecnología, transporte público, discapacidad visual, smartphone, visibilidad.

### Abstract

In the new Bogotá transport scheme, the aim is to integrate in a single model all the infrastructure dedicated to public passenger transport, which is the axis of the mobility of Bogota citizens. By implementing this new model, challenges have been posed, such as

<sup>1</sup> Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Correo electrónico: oscarfabiancadena@gmail.com

<sup>2</sup> Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Correo electrónico: santiagoruizsolution@gmail.com

including people with some kind of motor or visual disability. Hence, the motivation to perform through mobile technologies and techniques based on accessibility, an application that allows visually impaired users to have an easy and better experience to mobilize in the city.

**Keywords:**

## INTRODUCCIÓN

Las tecnologías móviles han tenido un gran impacto en el diario vivir de las personas durante los últimos años, con un sinnúmero de aplicaciones disponibles que se han ido incrementando con el tiempo y que ofrecen facilidades en actividades cotidianas, incluso en las más básicas como lo es la comunicación. Existe la necesidad real de contar con sistemas basados en tecnologías de última generación, los cuales mejoren las habilidades de orientación, ubicación y movilidad en personas que posean algún tipo de discapacidad visual y subsecuentemente proporcionen mejoras sustanciales en su autonomía; es necesario contemplar que dichos sistemas deben ser diseñados y desarrollados acorde a objetivos y metodologías no convencionales, centradas esencialmente en la accesibilidad y considerando los intereses y formas de interacción de los usuarios finales. Este trabajo presenta el desarrollo e implementación de una aplicación móvil, enfocada particularmente a la accesibilidad y dirigida a usuarios con discapacidad visual; dicha aplicación móvil está enmarcada en un conjunto de herramientas tecnológicas que permiten la ubicación, navegación y cálculo de rutas de transporte público de la ciudad de Bogotá D.C. Gracias al desarrollo tecnológico y particularmente a las tecnologías móviles, se han implementado diversas formas de ayudar a la población con discapacidad visual permitiendo un desplazamiento más autónomo.

## TECNOLOGÍAS *IN SITU*

Las tecnologías *in situ* (en el lugar) son representadas por cualquier dispositivo, sistema o equipamiento,

ya sea modificado o adaptado con la finalidad de mejorar o aumentar las capacidades funcionales del usuario ciego; dichas tecnologías utilizan diversos medios como Wifi, Bluetooth, GPS, y todo tipo de redes de comunicación satelital con los que se han desarrollado e implementado soluciones que facilitan la movilidad de la población con discapacidad visual.

## TECNOLOGÍAS PARA DISCAPACITADOS EN COLOMBIA

Las tecnologías móviles van asociadas con las Tecnologías de la Información y la Comunicación, creando oportunidades para el desarrollo humano en las que se ofrecen varios servicios. En Colombia la oferta de programas y aplicaciones para el uso de las TIC en *smartphone* en relación con el Sistema Integrado de Transporte Público de la ciudad de Bogotá D.C., no cumple con las expectativas de los usuarios según una encuesta que realizó Recaudo Bogotá, las principales quejas de los usuarios están relacionadas con la aglomeración, demora y desconocimiento de las rutas, esto muestra los retos a los que se enfrenta la ciudad en materia de transporte público. Si esto sucede con la mayoría de la población, claramente se puede observar cómo la movilidad de la población con discapacidad visual se puede convertir en una actividad imposible de ejecutar autónomamente. Con la ayuda de las tecnologías móviles y de ubicación se pueden desarrollar herramientas enfocadas en la accesibilidad que permitan mitigar en gran medida las barreras sociales, culturales y físicas en cuanto a movilidad a la que se enfrenta diariamente este tipo de población.

## ¿QUÉ ES EL SITP?

El nuevo Sistema Integrado de Transporte Público (SITP), es el proyecto de mayor trascendencia para la movilidad de la ciudad, pues constituye la transformación fundamental del esquema tradicional de transporte público por un sistema regulado e integrado, cuya operación les ofrece a los ciudadanos la posibilidad de contar con un servicio de calidad, accesible y adecuado a las necesidades de viaje de todos [1].

### ¿Qué tan complejo es usarlo?

Durante muchos años los bogotanos han usado un sistema de transporte basado en rutas hechas por diferentes empresas y buses de diversos colores, haciendo que los usuarios conocieran las rutas muchas veces solo por el color del bus y alguna leve información que brindan sus coloridos tableros de rutas.

El usuario promedio, al empezar a usar el sistema integrado, se sentirá perdido, pues los buses son del mismo color y las rutas especificadas en los tableros carecen de información, además, debe tenerse en cuenta que no toda la población bogotana tiene acceso a tecnologías que puedan brindar apoyo al usuario como Google Maps, por otro lado, la misma aplicación del SITP aumenta más la dificultad para entender cada una de las rutas, pero con el tiempo y la experiencia se llegará a dominar algunas de las rutas que un usuario utilice con frecuencia.

## LIMITACIONES QUE TIENEN PERSONAS DISCAPACITADAS PARA USAR EL SITP

El modelo que plantea el SITP procura tener en cuenta a usuarios con limitaciones físicas, por ejemplo, personas con limitaciones en la movilidad (silla de ruedas) y usuarios con discapacidad visual; para los usuarios con limitaciones en la movilidad

se tienen buses con rampas especializadas que permiten el ingreso al bus, pero es un hecho que las empresas y por ende rutas que poseen este tipo de buses son muy pocos. Ahora, para las personas con discapacidad visual se tienen unos pequeños rótulos en cada uno de los postes del paradero del SITP que en lenguaje braille pretende dar las rutas que se detienen en dicho paradero.

## COLORES DE ALTO CONTRASTE PARA DISCAPACIDAD VISUAL

El recurso de alto contraste ha sido creado para personas con discapacidad que todavía tienen alguna acuidad visual, los portadores de poca visión, algunos de los esquemas de este recurso también alteran tamaños de fuente y colores, alternativas para facilitar la lectura, también es posible alterar la resolución de la pantalla para aumentar o disminuir el tamaño de objetos y texto.

## TECNOLOGÍAS DE ÚLTIMA GENERACIÓN (SMARTPHONE) PARA AYUDA A DISCAPACITADOS

Muchos dispositivos móviles cuentan con algún tipo de ayudas para discapacitados, y si no es así existen muchas aplicaciones que permiten tener accesibilidad en los dispositivos, a continuación se listan algunas:

- Mobile accessibility (Android).
- DILO (Android).
- Dragon Didaction (Iphone y Android).
- TalkBack (Android).
- BrailleBack (Android).
- Ablah (IOS y Android).

### Un mercado en auge

La discapacidad y su entorno representan un mercado valorado en 5,8 billones de euros

para 1000 millones de personas que demandan soluciones tecnológicas accesibles, y para Telefónica la fórmula óptima al desarrollarlas es la cocreación entre los emprendedores sociales junto con las asociaciones y organizaciones de la discapacidad [2].

## TÉCNICAS BASADAS EN TECNOLOGÍAS PARA LA ACCESIBILIDAD (COMANDOS DE VOZ, VIBRACIÓN, ICONOS GRANDES, ETC.)

Las diversas aplicaciones que se pueden manipular en los teléfonos inteligentes utilizan recursos del *hardware* y muchos del *software* para hacer más agradable la experiencia de uso. Existen muchas formas de hacer una aplicación que sea accesible para personas con discapacidad, se mostrarán algunos aspectos que permitirán que así sea:

- Visibilidad: en un entorno normal la visibilidad en un dispositivo es muy baja; se puede solucionar con altos contrastes, iconos grandes, manejo de la luminosidad y tamaño del texto.
- Audibilidad: para ayudas auditivas en personas con visibilidad baja o nula, permite que el usuario interactúe con el dispositivo sin ver la pantalla pues el dispositivo puede guiarle durante un proceso o manipulación de una aplicación.
- Interacción: una persona que no pueda tener contacto directo con el dispositivo o su movimiento esté limitado para su manipulación. Para lograr una interacción parcial o completa se pueden usar herramientas antes mencionadas como los comandos por voz para la manipulación del dispositivo.
- Aprendizaje: el usuario tiene la oportunidad de manipular, conocer y disfrutar un dispositivo inteligente mientras es capaz de aprender durante el proceso. Un usuario no será capaz de reconocer comandos diferentes si no logra aprenderlos y dominarlos, aparte de la capacidad

de aprendizaje en la manipulación recibe constante información que permitirá tener una buena experiencia.

## METODOLOGÍA PARA DESARROLLO DE APLICACIONES CENTRADAS EN ACCESIBILIDAD Y PERSONAS CON DISCAPACIDAD (LEVANTAMIENTO DE REQUERIMIENTOS BASADO EN REALIMENTACIÓN SENSORIAL)

El levantamiento de requerimientos exige que se tenga una metodología de trabajo, es el caso de las entrevistas, encuestas, historias de usuario, etc. Cuando se piensa en usuarios finales con algún tipo de discapacidad es apenas considerable llevar a cabo con ellos estas metodologías, pues la percepción es completamente diferente y el desallorador no podrá poner sobre la mesa todas las consideraciones

## MODELO DE DESARROLLO

Se propone modelar, desarrollar e implementar un aplicativo móvil enfocado esencialmente en la accesibilidad, el cual permita aumentar la autonomía de la población con discapacidad visual en cuanto al uso del Sistema Integrado de Transporte Público de la ciudad de Bogotá D.C. (Figura 1).

Para el desarrollo del sistema, se usará como modelo el enfoque por prototipos dado que el *software* a diseñar es completamente experimental y no se cuenta con un usuario final específico, por lo cual el levantamiento de los requerimientos debe ser progresivo y basado en prototipos desechables que proporcionen información concreta acerca de las necesidades del usuario; por otro lado la fase de diseño estará apoyada en un modelo experimental ya desarrollado y validado por los autores nombrado “modelo desarrollo y evaluación

de aplicaciones móviles para el apoyo de la movilidad y orientación de personas ciegas” [1], [2].

Habilidades cognitivas de navegación: en esta etapa se determina la totalidad de las habilidades de movilidad y orientación que se requiere apoyar, es el levantamiento de requerimientos básico del sistema y en el que se identifican las herramientas de accesibilidad a diseñar y desarrollar. Dicha etapa es fundamental para iniciar el proceso de ingeniería de *software* dado que se identifican los problemas más críticos del diseño.

Ingeniería de *software*: es la etapa en la cual se hace uso de los modelos de desarrollo de *software* para diseñar e implementar las herramientas tecnológicas.

Test de impacto: es la etapa de pruebas específicas una vez finalizada la etapa de ingeniería de *software*. Se requieren de una metodología no convencional para evaluar el desempeño y funcionalidad del sistema dada la complejidad de trabajar con

muestras de usuarios finales grandes, pertenecientes a población con discapacidad visual; es por esta razón que la elaboración de un plan de pruebas que involucre un estudio transversal sobre casos comunes es de vital importancia para realizar el test del sistema y proporcionar información útil reutilizable en las siguientes iteraciones.

### Arquitectura de *software*

Dada la ambigüedad de un levantamiento de requerimientos no basado en las habilidades cognitivas de navegación del usuario final, es inexacto proporcionar la totalidad de los requerimientos del aplicativo y subsecuentemente formular una arquitectura de *software* definitiva; sin embargo, a continuación se observan algunos diagramas de ingeniería de *software* basados en UML que pueden orientar el desarrollo del sistema.

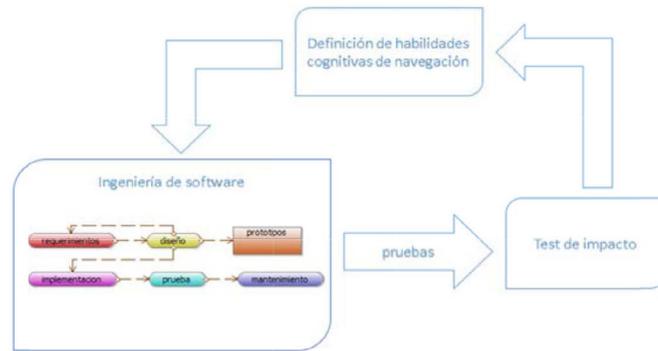


Figura 1. Modelo de desarrollo

Fuente: elaboración propia

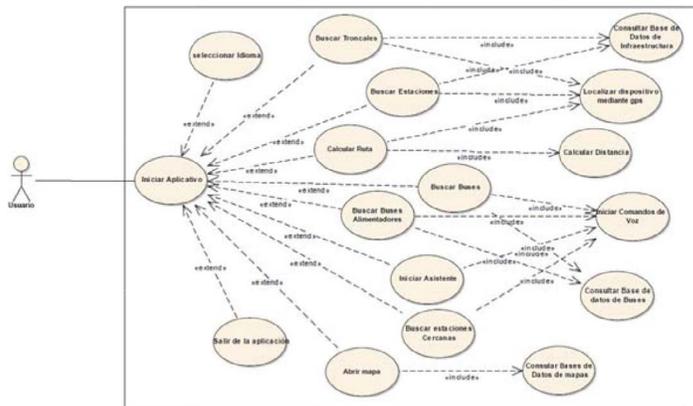


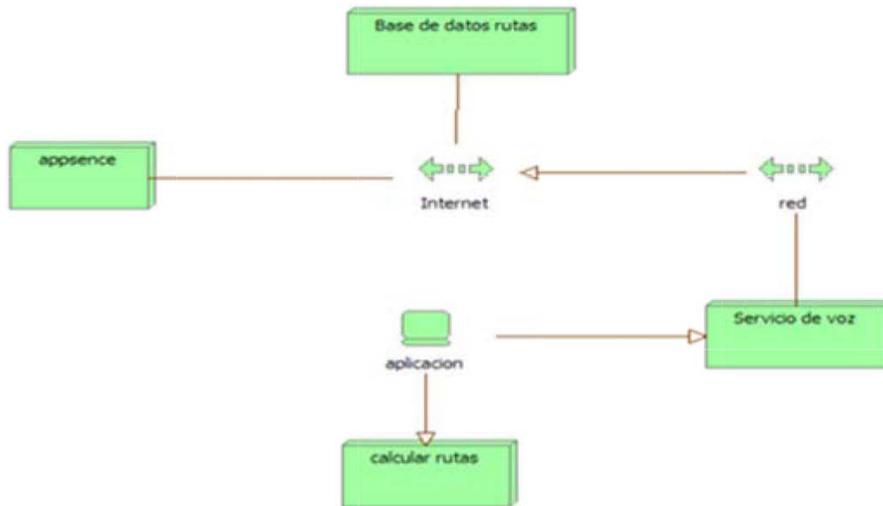
Figura 2. Diagrama de ingeniería de *software* basado en UML

Fuente: elaboración propia.

## Arquitectura empresarial

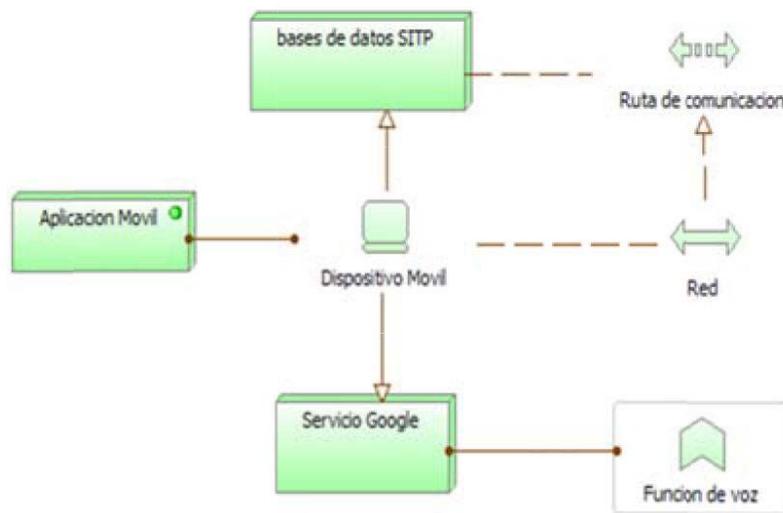
Los modelos arquitectónicos de *software* proporcionan un panorama centralizado en la perspectiva técnica del sistema, no obstante, el desarrollo del mismo involucra aspectos “no técnicos” que se salen del enfoque tradicional de la ingeniería de *software* y que requieren de un análisis orientado al negocio, la gerencia e

incluso el *marketing*. A continuación se muestran algunos de los puntos de vista propuestos por *Archimate*, el cual ofrece un lenguaje común para describir la construcción operación de procesos de negocio, estructuras organizacionales, flujos de información, sistemas IT e infraestructura técnica (Figura 3, Figura 4, Figura 5, Figura 6, Figura 7 y Figura 8).



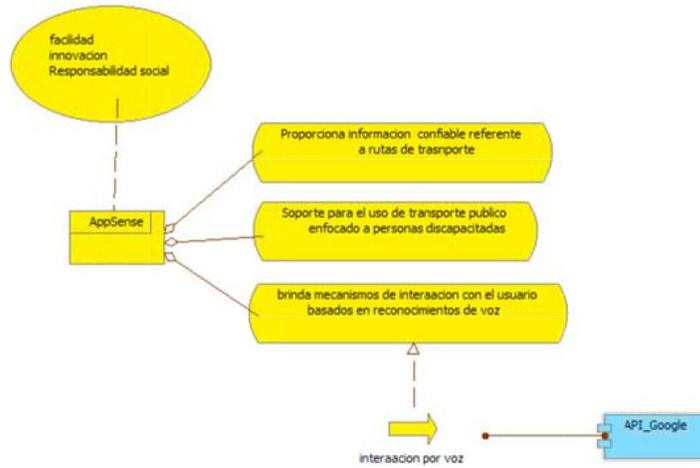
**Figura 3.** Punto de vista de infraestructura

Fuente: elaboración propia.



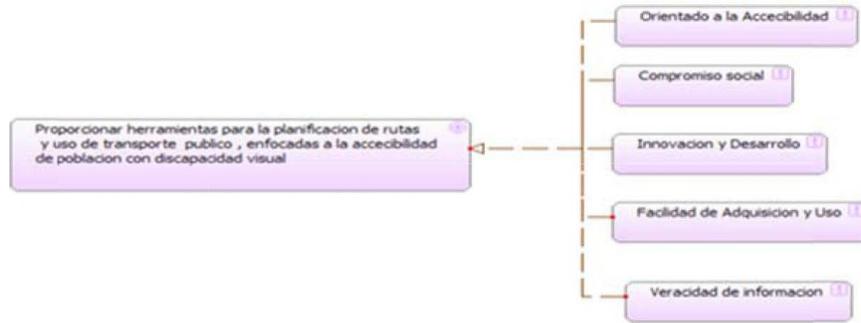
**Figura 4.** Punto de vista de uso de infraestructura

Fuente: elaboración propia.



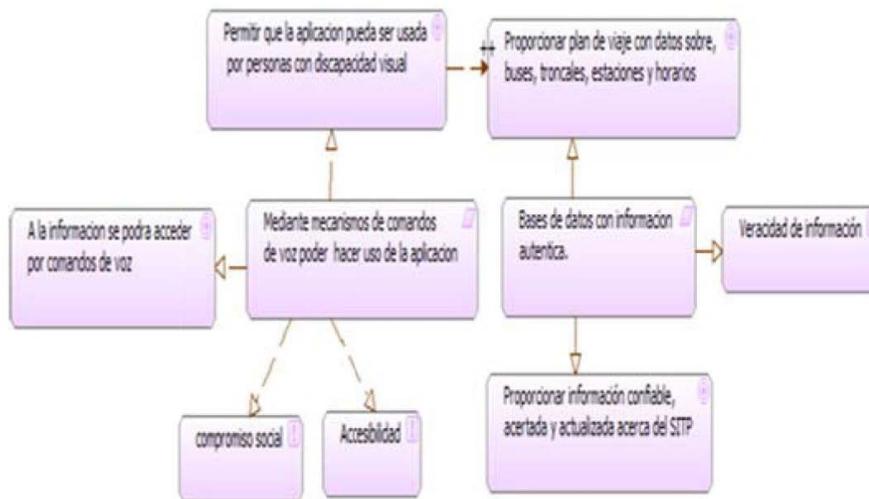
**Figura 5.** Punto de vista de producto

Fuente: elaboración propia.



**Figura 6.** Punto de vista de principios

Fuente: elaboración propia.



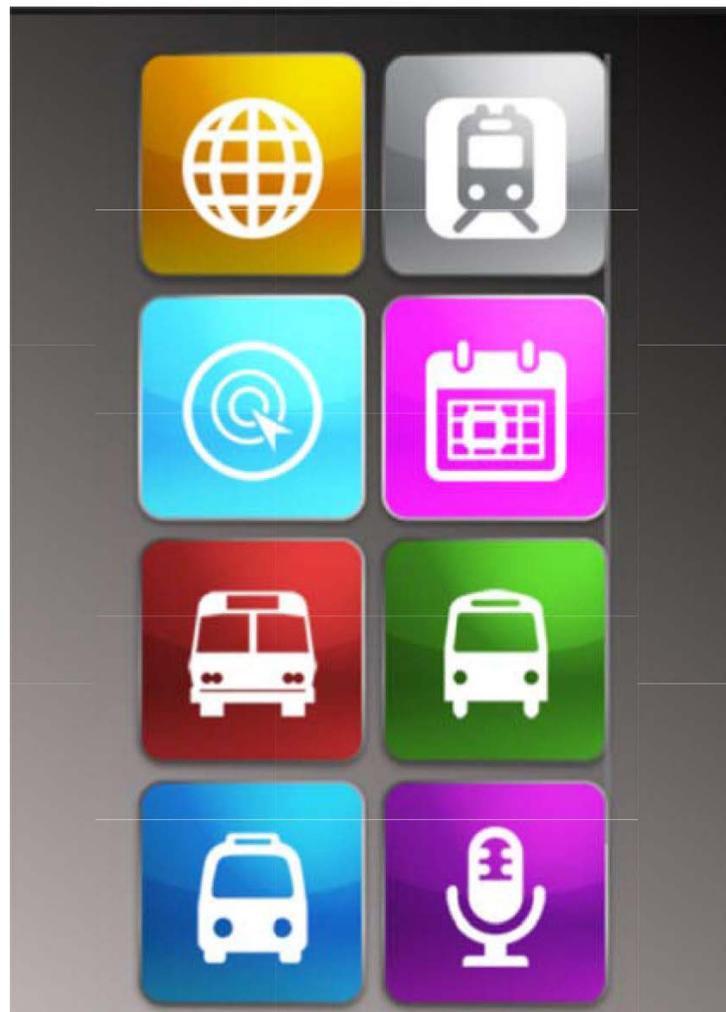
**Figura 7.** Punto de vista de contribución

Fuente: elaboración propia.



**Figura 8.** Punto de vista de realización de objetivos

Fuente: elaboración propia.



**Figura 9.** Interfaz de la aplicación

Fuente: elaboración propia.

## DISEÑO DE INTERFAZ DE USUARIO

El desarrollo de la interfaz de usuario constituye un lenguaje codificado que ayuda al usuario a entender el funcionamiento del sistema y lo guía durante el proceso de uso, es por esta razón que la personalización y diseño de la misma va más allá de la estética. Los iconos demasiado pequeños, los menús ilegibles, o los colores que se confunden, reducen la usabilidad y disminuye el rendimiento del usuario; mejorar la visión de los elementos de la pantalla resulta fundamental, y no solamente para aquellos usuarios que tienen limitaciones visuales. En la Figura 9 se presenta un diseño de interfaz gráfica diseñado de acuerdo con la teoría del alto contraste y adoptando algunos de los estándares de accesibilidad propuestos por la W3C.

## CONCLUSIÓN

El sistema de ubicación, navegación y cálculo de rutas forjará un nuevo horizonte en cuanto al desarrollo de aplicaciones para personas con discapacidad, en especial visual, ya que acogerá a este público que está siempre en la búsqueda por mejorar su calidad de vida, esta aplicación les facilitará su plan de rutas y transporte por la ciudad de Bogotá D.C.

## REFERENCIAS

- [1] Secretaría Distrital de Movilidad. (s.f.). *Movilidad en Bogotá, D.C.* Recuperado de: <http://www.movilidadbogota.gov.co/?sec=37>
- [2] Think Big. (s.f.). *Aplicaciones para personas con discapacidad.* Recuperado de: <http://blogthinkbig.com/aplicaciones-para-personas-con-discapacidad/>