

**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO MÓVIL
PARA LA NAVEGACIÓN DENTRO DEL CAMPUS UNIVERSITARIO**

MARCELO REYES CORREA

JEFRY ALEJANDRO SANABRIA PALENCIA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS

ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

BUCARAMANGA

2015

**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO MÓVIL
PARA LA NAVEGACIÓN DENTRO DEL CAMPUS UNIVERSITARIO**

MARCELO REYES CORREA

JEFRY ALEJANDRO SANABRIA PALENCIA

**Trabajo de Grado para optar al título de
Ingeniero de Sistemas e informática**

Director

FERNANDO ANTONIO ROJAS MORALES

Ingeniero de Sistemas, Msc.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS

ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

BUCARAMANGA

2015

AGRADECIMIENTOS

A mi madre por ser el pilar de mi vida, por creer en mí, por darme su apoyo incondicional, por todas sus enseñanzas y por todo su esfuerzo realizado para sacar nuestra familia adelante.

A mi hermano, Milo. Quien me enseñó a ir más allá, a colocar nuestro sello en todo lo que hacemos, por su ayuda incondicional que sin importar el día o la hora siempre está dispuesto a ayudarme.

A mi amiga, compañera y novia, Magda. Quien me ha enseñado que la determinación nos puede llevar más lejos de lo que creemos, quien incansablemente me ha escuchado y apoyado para terminar este trabajo.

A mis compañeros, Quienes entre risas y humor, fueron clave para culminar este logro.

Al profesor Fernando Rojas por compartirme su conocimiento y experiencias. Además de motivarme cada día a la realización de las metas propuestas siempre buscando ser mejor cada día.

Al profesor Christophe Claramunt por ser el creador de la idea de este proyecto, además de todo su soporte e interés por su realización.

MARCELO REYES CORREA

AGRADECIMIENTOS

Es imposible mencionar a todas aquellas personas que de una u otra manera han aportado algo en esta meta que se cumple, por eso quiero agradecer antes que nada a todas aquellas personas que he conocido a lo largo de estos años, que a través de un consejo de una guía o que por medio de sus acciones fueron ejemplo para aprender, y mejorar cada vez más.

A mi compañero de grado, Marcelo Reyes Correa, líder y gestor de este proyecto, su esfuerzo, carisma y sus ganas de siempre salir adelante fueron de gran importancia para la realización de este proyecto.

A mi Director de proyecto de grado, Fernando Rojas Morales, Por la disposición con al que siempre nos atendió, su guía y su apoyo durante el desarrollo del proyecto.

A mis compañeros de carrera, por que hicieron del paso de la universidad, un momento grato e inolvidable.

A mis padres, por su siempre apoyo incondicional, sus consejos y sus sacrificios, aquellos que siempre han hecho para que sus hijos tengan lo mejor. A mi papa por la disciplina y sentido de pertenencia que siempre me han inculcado desde niño. A mi mama Por su siempre eterna compañía por enseñarme a no ver siempre la cosas racionalmente si no también con el corazón.

JEFFREY ALEJANDRO SANABRIA PALENCIA

RESUMEN

TITULO: DESARROLLO DE UN SISTEMA DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRAFICA PARA LA NEVEGACION PARA LA NEVEGACIÓN DENTRO DEL CAMPUS UNIVERSITARIO.*

AUTORES: Marcelo Reyes Correa, Jefry Alejandro Sanabria Palencia.**

PALABRAS CLAVE: Android, Sistema de información Geográfico, Geolocalización, GPS, APP, Smartphone, Java.

DESCRIPCIÓN:

Este proyecto nace como una respuesta a la desorientación y la pérdida constante de personas en el campus universitario de la Universidad Industrial de Santander, la idea y la motivación para crear una aplicación móvil que proporcione todas las funciones de un sistema de información geográfico. Esta aplicación móvil facilita la ubicación dentro de lugares como oficinas, laboratorios, decanaturas, Escuelas, y otros. A demás de proporcionar funcionalidades para las personas con discapacidad visual con indicaciones por comandos de voz y reconocimiento automático del habla. Haciendo de este un proyecto de inclusión social.

La aplicación móvil fue desarrollada para teléfonos Android, bajo el código de JAVA, haciendo uso de herramientas como la biblioteca de Cartotype y Android Studio como IDE de desarrollo. Estas herramientas ayudaron a crear una aplicación fácil de usar y con una agradable interfaz.

Gracias al uso de una función de los sensores del dispositivo, tales como GPS y magnetómetro, y ayudado por la API Cartotype, ayudó a la ubicación de los edificios, en el dispositivo a través de las coordenadas geográficas, siempre considerando un ligero margen de error para los sensores de GPS y proporcionar una navegación más fácil.

UISMaps es una herramienta diseñada no sólo para aquellos que no conocen a la universidad, sino también para todos aquellos que desean una mejor experiencia en cada una de sus visitas a la universidad.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería de sistemas e informática. Director MSc. Fernando Antonio Rojas Morales.

ABSTRACT

TITLE: DEVELOPING A GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM FOR A NAVIGATION WITHIIN UNIVERSITY CAMPUS.*

AUTHORS: Marcelo Reyes Correa, Jefry Alejandro Sanabria Palencia.**

KEYWORDS: Android, Geographic Information System, Geolocation, GPS, APP, Smartphone, Java.

DESCRIPTION:

This project born like a answer to disorientation and the constant loss of people within the university campus from Industrial University of Santander, the idea and motivation for create an mobile application that provides all of the functions a geographic information system. this mobile Application facilitate the inside location of places as office, labs, dean, Schools, and others. On top this application provide funcionalities for visually impaired people with voice command indications and automatic speech recognition. making this a project of social inclusion.

The mobile application was developed for Android smartphones, under JAVA code, making use of tool as library of Cartotype and Android Studio as development IDE. Those tools helped to create an app easy to use and with nice interface.

Thanks to the use of the device's built-in sensors, such as GPS and magnetometer, and aided by the Cartotype API, helped to location of buildings, on the device throught geographic coordinates, always considering a slight margin or error for GPS sensors and providing an easier navigation.

UISMaps is a tool designed not only for those who don't know the university, but also for all those who desire a better experience in each their visits to the university.

* Undergraduate Final Project

** Physical-Mechanical Engineering Faculty. Systems and InformaticsEngineering School. Project Director MSc Fernando Rojas Morales

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN

1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	17
2 OBJETIVOS.....	19
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	19
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	19
3 MARCO TEORICO.....	20
3.1 SERVICIOS BASADOS EN LOCALIZACIÓN.....	20
3.2 SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS).....	20
3.3 GEOLOCALIZACIÓN.....	22
3.4 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO.....	23
3.5 RECONOCIMIENTO DE VOZ.....	23
4 ESTADO DEL ARTE.....	25
4.1 GOOGLE MAPS.....	25
4.2 UIS-ARMOBILE.....	27
4.3 CARACOLI MAPS.....	28
5 HERRAMIENTAS Y TECNOLOGÍAS.....	31
5.1 ANDROID STUDIO.....	31
5.2 GITHUB.....	32
5.3 CARTOTYPE.....	32
5.4 SQLITE.....	32
5.5 ANDROIDSLIDINGUPPANEL.....	33
5.6 FLOATINGACTIONBUTTON.....	34
6 METODOLOGÍA.....	35
7 DESARROLLO DEL PROYECTO.....	37
7.1 REQUERIMIENTOS INICIALES.....	37
7.2 PROTORIPO NO FUNCIONAL.....	37
7.3 PROTOTIPO FUNCIONAL.....	39

7.4 UISMAPS RC.....	52
8 CONCLUSIONES	63
9 RECOMENDACIONES	65
BIBLIOGRAFÍA.....	66
ANEXOS.....	71

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Como funciona el GPS. Fuente: National Coordination Office For Space-Based Positioning, Navigation, And Timing.	21
Figura 2: Google Maps - Campus de la Universidad de Stanford. Fuente: Captura de Google Maps.....	26
Figura 3: Google Maps - Campus de la Universidad de Stanford con ruta para ir desde la sala Wallenberg hasta la librería Cecil H. Green. Fuente: Captura de Google Maps.....	27
Figura 4: Pantalla inicial de UIS-ARMobile. Fuente: UIS-ARMobile.....	28
Figura 5: CaracolíMaps-Pantalla inicial. Fuente: Google Play	29
Figura 6: Ciclo de la metodología de prototipo evolutivo. Fuente: ECURED	35
Figura 7: Prototipo de Baja fidelidad, Ver anexo A.	38
Figura 8: Primer modelo de clases UML.	40
Figura 9: Prototipo obtenido usando la librería OsmDroid.	42
Figura 10: Prototipo obtenido usando la librería de Sails.....	43
Figura 11: Prototipo obtenido usando la API de CartoType para Android.	44
Figura 12: Primer Diagrama Entidad-Relación.....	48
Figura 13: Tercer Prototipo - Información detallada de laboratorios pesados.....	49
Figura 14: Tercer Prototipo - Información Navegación, Destino: Portería Cr 27.	50
Figura 15: Diagrama Entidad-Relación utilizado.	53
Figura 16: Diagrama de paquetes.....	54
Figura 17: Diagrama de caso de usos. Fuente: Autor.....	56
Figura 18: Diagrama E/R utilizado.	73
Figura 19: Diagrama de Paquetes.	81
Figura 20: Descripción de clases del diagrama de paquetes.....	82
Figura 21: Diagrama de Caso de Uso UISMaps.....	86

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Evolución del segundo prototipo.	45
Tabla 2: Primeros resultados de la implementación de la nueva interfaz.	49
Tabla 3: Interfaz adaptada para usuarios con discapacidad visual.	51
Tabla 4: Descripción de clase - MapView.	55
Tabla 5: Definición de caso de uso "localizarse en el mapa".	56
Tabla 6: Pruebas con persona con discapacidad visual. - primera prueba.	59
Tabla 7: Pruebas con personas con discapacidad visual -segunda prueba.	60
Tabla 8: Descripción caso de uso Localizarse en el mapa.	87
Tabla 9: Descripción caso de uso Buscar un lugar.	87
Tabla 10: Descripción caso de uso Seleccionar lugar en el mapa.	88
Tabla 11: Descripción caso de uso Indicar lugar.	88
Tabla 12: Descripción caso de uso Indicar lugar de inicio.	89
Tabla 13: Descripción caso de uso Indicar Lugar de destino.	90
Tabla 14: Descripción casos de uso Obtener información de un lugar.	91
Tabla 15: Descripción caso de uso Activar interfaz de reconocimiento de voz.	91
Tabla 16: Descripción Caso de uso reconocer habla.	92
Tabla 17: Descripción Caso de uso Navegar.	92
Tabla 18: Descripción caso de uso Navegar por etiquetas.	93
Tabla 19: Descripción caso de uso Navegar por comandos de voz.	94
Tabla 20: Cuestionario UISMaps Primera parte.	96
Tabla 21: Cuestionario UISMaps segunda parte.	97
Tabla 22: Diagrama categorías evaluación del software. Fuente: Creately.com ..	99
Tabla 23: Resultados métricas calidad de software.	106

LISTA DE ANEXOS

Anexo A: Prototipo no funcional.....	71
Anexo B: Prototipo No Funcional Rev 2.....	72
Anexo C: Base de datos	73
Anexo D: Diagrama de Paquetes.....	81
Anexo E: Diagrama de casos de uso.....	86
Anexo F: Inventario.....	95
Anexo G: Cuestionario.....	96
Anexo H: Evaluación de calidad del software	98

INTRODUCCIÓN

Los servicios basados en localización buscan ofrecer un servicio personalizado a los usuarios basado en la información de ubicación geográfica de estos, a pesar de su continuo progreso, en parte gracias a la nueva generación de dispositivos móviles, se encuentra que estos servicios no se han implementado completamente en nuestro país, puede que por falta de apoyo a los desarrolladores al no suministrar la información necesaria por parte de las entidades gubernamentales y privadas o por complicaciones asociadas que esto acarrea, como complejos trabajos de ingeniería para poder adaptar completamente sus servicios a cada ciudad. Por lo que quedan vacíos en estos servicios pero que siguen siendo importantes para la comunidad, por ejemplo: Información de rutas de transporte público, mapas a los interiores, estado del tráfico en tiempo real. Es necesario suplir estos vacíos que se adapten a nuestro entorno y mejorar la calidad de vida de los usuarios que los utilizan.

El campus universitario que es un ambiente relativamente complejo al ser un área de tamaño considerable, con una gran cantidad de edificios, oficinas y espacios al que muchas personas asisten a diario, ya sean estudiantes, profesores, trabajadores o visitantes, no siempre saben a dónde ir y en algunos casos llegan a perderse, ya sea en búsqueda de su salón de clases o de un lugar específico. Así mismo, muchas veces los estudiantes no terminan de conocer completamente el claustro al que acuden.

Gracias al apoyo del profesor Christophe Claramunt, director del Instituto de Investigación de la Academia Naval en Francia, cuya investigación es orientada a los aspectos de la ciencia de la información geográfica y a la dirección del profesor Fernando Antonio Rojas Morales, profesor de la escuela de sistemas de la Universidad Industrial de Santander, se ejecutó el proyecto aquí presentado, con el propósito de evidenciar la trascendencia de la formación adquirida para generar una aplicación de utilidad a las personas que la utilicen.

1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La Universidad Industrial de Santander cuenta con ocho sedes en el departamento: tres en Bucaramanga (Campus principal, Facultad de salud y Bucaríca), una en el municipio de Piedecuesta, una en Barbosa, una en Barrancabermeja, una en Málaga y un en el Socorro.

El campus principal está ubicado en un área de 337.000 metros cuadrados en la zona nororiental de la meseta, alberga 48 edificios², al cual acuden más de 17933³ personas entre estudiantes, visitantes y trabajadores diariamente. Lo cual lo hace un ambiente relativamente complejo y estas personas pueden llegar a perderse, ya sean estudiantes en búsqueda de su salón de clases, o visitantes en búsqueda de un lugar específico, inclusive muchas veces los estudiantes no terminan de conocer el claustro al que acuden diariamente.

Teniendo en cuenta que en Colombia más del 50 por ciento de los dispositivos móviles activos son teléfonos inteligentes⁴, se genera la oportunidad de crear una aplicación que se adapte al ambiente del campus universitario, de soporte a los usuarios con discapacidad visual y solucione el problema descrito anteriormente; ya que la segunda discapacidad que más afecta a los Santandereanos es la discapacidad para ver y sólo en Bucaramanga 2434 personas tienen esta discapacidad, de los cuales solamente el 2,46% realiza estudios universitarios⁵.

² Infraestructura Física de la Universidad Industrial de Santander - <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/acercaUis/infraestructuraFisica.html>

³ Estudiantes matriculados en el segundo semestre de 2013, Fuente: Uis en cifras.

⁴ Según informe de penetración de 'Smartphone' en América Latina entre 2013 y 2018 de eMarketer, compañía especializada en estudios de mercado.

⁵ DANE Marzo 2010 - Dirección de Censos y Demografía

El objetivo de este proyecto es desarrollar un sistema de información geográfico móvil basado en localización para navegar al interior del campus principal de la UIS. El marco para desarrollar contará con cuatro niveles de funcionalidades: (1) funcionalidades basadas en localización (por ejemplo, decirle al usuario donde se encuentra, que se puede hacer en los alrededores), (2) funcionalidades de navegación (por ejemplo, cómo llegar a un lugar o sitio de interés, mostrando al menos una ruta para tomar) y (3) información histórica y descriptiva de los diferentes lugares de interés (Por ejemplo, información textual y fotografías), (4) funciones para interactuar con las personas invidentes (Por ejemplo, reconocimiento de voz y síntesis de habla). El resultado final será un prototipo de aplicación que de soporte a las personas para navegar al interior del campus universitario de la UIS utilizando un dispositivo Android.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un SIG móvil para el sistema operativo Android, que incluya funcionalidades para las personas con discapacidad visual, permitiéndoles ubicarse y navegar al interior del campus principal de la Universidad Industrial de Santander.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar un inventario con características propias de los lugares de interés al interior del campus principal de la universidad como lo son edificios, aulas, grupos de investigación, unidades académicas y administrativas.
- Diseñar e implementar la estructura de la base de datos para el almacenamiento de imágenes, información y etiquetas de los sitios de interés de la universidad.
- Diseñar e implementar un visor de mapa del campus para Android que le permita localizar los lugares de interés y la ubicación del usuario al interior de la universidad.
- Diseñar e implementar un prototipo de Sistema de Información Geográfico (SIG) móvil que permita desplegar la información almacenada, mediante el reconocimiento de la ubicación del usuario y las etiquetas geo localizadas, que genere por lo menos una ruta a partir de un origen y un destino y permita la interacción por medio de la voz.
- Documentar mediante el Lenguaje de Modelo Unificado (UML), un modelo de la aplicación, incluyendo aspectos conceptuales tales como las funciones, métodos y procesos que este realiza.

3 MARCO TEORICO

A continuación se mencionan los conceptos propios sobre el contexto del proyecto y necesarios para el proceso de desarrollo

3.1 SERVICIOS BASADOS EN LOCALIZACIÓN

Los servicios basados en localización (LBS) buscan ofrecer un servicio personalizado a los usuarios basado en la información de ubicación geográfica de estos. Para su operación utiliza tecnología de sistemas de información geográfica, alguna tecnología de posicionamiento; bien sea de lado cliente (ej. GPS), o de lado servidor (ej. servicio de posicionamiento suministrado por el operador de la red) y tecnología de comunicación de redes para transmitir información hacia una aplicación LBS que pueda procesar y responder la solicitud. Las aplicaciones típicas LBS buscan proveer servicios geográficos en tiempo real.

3.2 SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS)

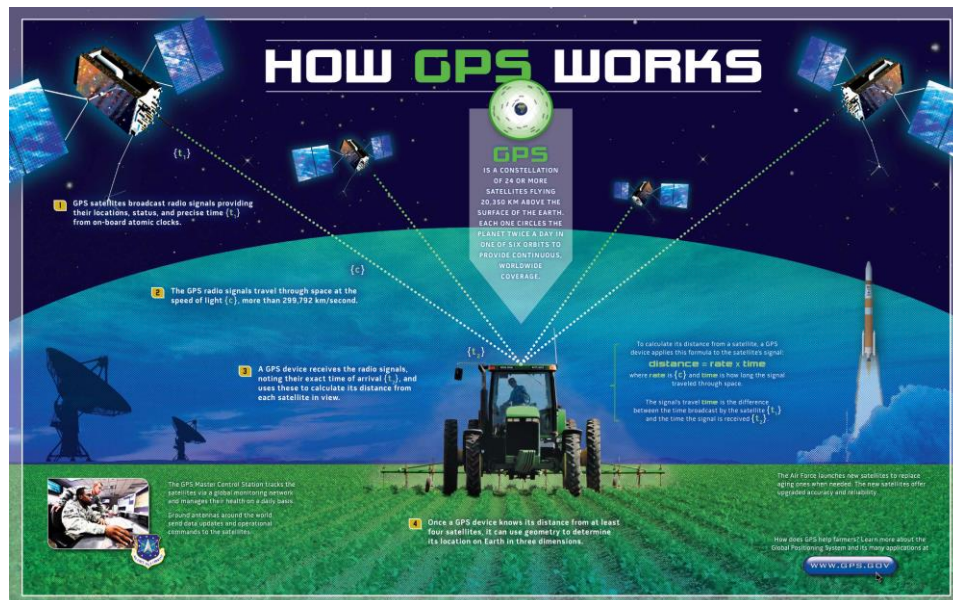
El sistema de Posicionamiento Global (GPS) es un sistema de radionavegación de los Estados Unidos de América, basado en el espacio, que proporciona servicios fiables de posicionamiento, navegación, y cronometría gratuita e ininterrumpidamente a usuarios civiles en todo el mundo. A todo el que cuente con un receptor del GPS, el sistema le proporcionará su localización y la hora exacta en cualesquiera condiciones atmosféricas, de día o de noche, en cualquier lugar del mundo y sin límite al número de usuarios simultáneos.

El GPS se compone de tres elementos: los satélites en órbita alrededor de la Tierra, las estaciones terrestres de seguimiento y control, y los receptores del GPS

propiedad de los usuarios. Desde el espacio, los satélites del GPS transmiten señales que reciben e identifican los receptores del GPS; ellos, a su vez, proporcionan por separado sus coordenadas tridimensionales de latitud, longitud y altitud, así como la hora local precisa.⁶

3.2.1 ¿Cómo funciona el GPS? El GPS es una constelación de 24 satélites que orbitan a 20.340Km por encima de la superficie de la tierra. Cada uno vuela el planeta dos veces al día en una de las seis órbitas para proporcionar una cobertura continua, en todo el mundo.

Figura 1: Como funciona el GPS. Fuente: National Coordination Office For Space-Based Positioning, Navigation, And Timing.



⁶ Tomado de: Sistema de posicionamiento Global Al Servicio del Mundo [GPS.gov], De: <http://www.gps.gov/spanish.php>

Los satélites GPS emiten señales de radio que ofrecen su posición, estado y tiempo exacto (T) de los relojes atómicos a bordo.

1. Las señales de radio viajan por el espacio a la velocidad de la luz (C), más de 299.791km/segundo.
2. Un dispositivo GPS recibe las señales de radio, notando su hora exacta de llegada, y la usa para calcular su distancia a cada satélite a la vista. Para lo cual usa la fórmula: Donde VELOCIDAD es (C) y TIEMPO es el tiempo que la señal viaja a través del espacio.
3. Una vez el dispositivo GPS sabe su distancia de al menos 4 satélites, se puede utilizar la geometría para determinar su localización sobre la tierra en tres dimensiones⁷.

3.3 GEOLOCALIZACIÓN

También denominada georreferenciación, la geolocalización implica el posicionamiento que define la localización de un objeto en un sistema de coordenadas determinado. Este proceso es generalmente empleado por los *sistemas de información geográfica*, un conjunto organizado de hardware y software, más datos geográficos, que se encuentra diseñado especialmente para capturar, almacenar, manipular y analizar en todas sus posibles formas la información geográfica, con la clara misión de resolver problemas de gestión y planificación⁸.

⁷ Tomado de: How GPS Works [GPS.gov], De: <http://www.gps.gov/multimedia/poster/>

⁸ Tomado de: Definición de Geolocalización [DefinicionABC tu diccionario hecho fácil], De: <http://www.definicionabc.com/geografia/geolocalizacion.php>

3.4 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO

Un Sistema de Información Geográfica (SIG) permite relacionar cualquier tipo de dato con una localización geográfica. Esto quiere decir que en un solo mapa el sistema muestra la distribución de recursos, edificios, poblaciones, entre otros datos de los municipios, departamentos, regiones o todo un país. Este es un conjunto que mezcla hardware, software y datos geográficos, y los muestra en una representación gráfica. Los SIG están diseñados para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar la información de todas las formas posibles de manera lógica y coordinada.

Este tipo de sistemas sirve especialmente para dar solución a problemas o preguntas sobre planificación, gestión y distribución territorial o de recursos. Son utilizados en investigaciones científicas, en arqueología, estudios ambientales, cartografía, sociología, historia, marketing y logística, entre otros campos.⁹

3.5 RECONOCIMIENTO DE VOZ

El concepto de Reconocimiento Automático de voz, tiene como objetivo permitir la comunicación hablada entre seres humanos y computadoras electrónicas, es decir, es el proceso de conversión de un mensaje hablado a texto, que permite al usuario una comunicación con la computadora. El problema que se plantea en un sistema de RV es el de hacer cooperar un conjunto de informaciones que provienen de diversas fuentes de conocimiento (acústica, fonética, fonológica, léxica, sintáctica, semántica y pragmática), en presencia de ambigüedades, incertidumbres y errores inevitables para llegar a obtener una interpretación aceptable del mensaje acústico

⁹ Tomado de: ¿Qué es un SIG? [Ministerio de Educación Nacional de Colombia], De: <http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-190610.html>

recibido.¹⁰ Un sistema de reconocimiento de voz es una herramienta computacional capaz de procesar la señal de voz emitida por el ser humano, y reconocer la información contenida en ésta, convirtiéndola en texto o emitiendo órdenes que actúan sobre un proceso. En su desarrollo intervienen diversas disciplinas, tales como: la fisiología, la acústica, el procesamiento de señales, la inteligencia artificial y la ciencia de la computación.

¹⁰ Tomado de: Artículo de CACIC 2010- XVI CONGRESO ARGENTINO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN,
http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/19126/Documento_completo.pdf?sequence=1

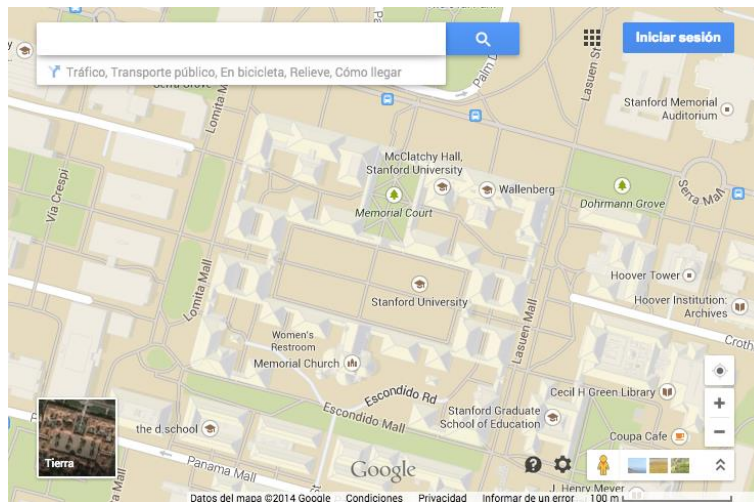
4 ESTADO DEL ARTE

Los sistemas de información geográficos surgieron como respuesta a una necesidad de estrategia militar, que luego se hizo posible para aplicaciones civiles llegando a una tecnología como la que tenemos hoy en día, donde todo el mundo con un Smartphone tiene acceso a un complejo sistema de posicionamiento global, del que han surgido diversas soluciones orientadas a los usuarios, estas son algunas.

4.1 GOOGLE MAPS

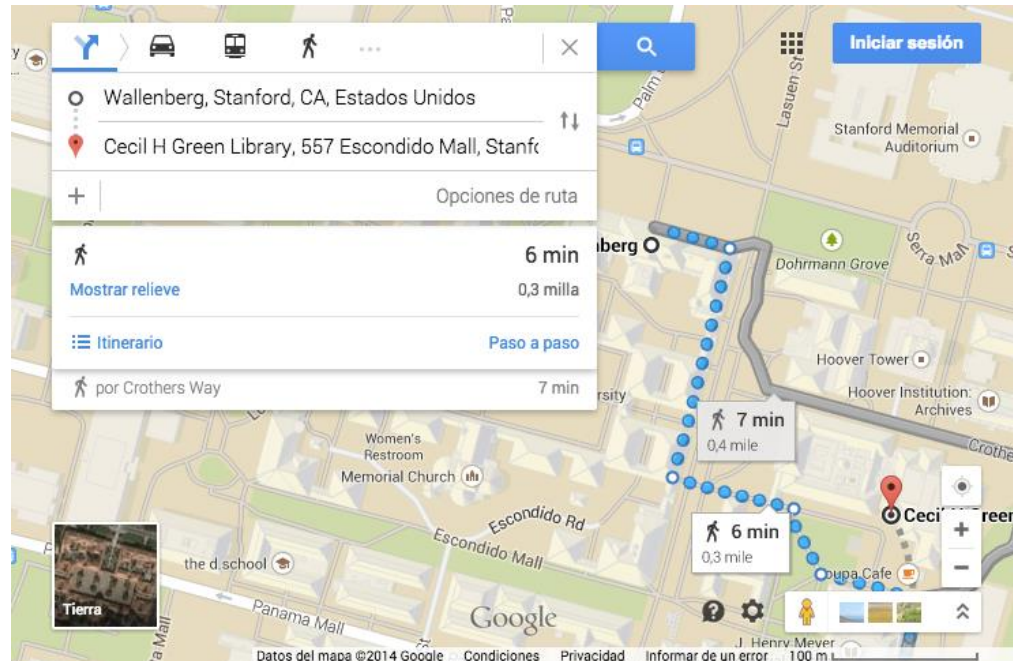
Google Maps al ser el servicio más desarrollado y puntero en su campo, posee grandes avances de navegación al interior de universidades, hospitales, complejos, museos, restaurantes, centros comerciales entre otros.

Figura 2: Google Maps - Campus de la Universidad de Stanford. Fuente: Captura de Google Maps



Google Maps proporciona un mapa completo de la mayoría de principales universidades a nivel mundial, a continuación se muestra una vista desde el cliente web de Google Maps de las instalaciones de la Universidad de Stanford en el cual se puede apreciar las rutas internas de bus, bicicleta, caminando y vehicular, así como referencias a los principales edificios con íconos y nombres. Además también soporta las opciones de Cómo llegar, búsqueda por nombres y búsqueda visual proporcionando el nombre y dirección del lugar que se pulsa. A continuación se muestran las posibles rutas para ir desde la sala Wallenberg hasta la librería Cecil H. Green, se observan las rutas de a pie, transporte público o en bicicleta.

Figura 3: Google Maps - Campus de la Universidad de Stanford con ruta para ir desde la sala Wallenberg hasta la librería Cecil H. Green. Fuente: Captura de Google Maps.



4.2 UIS-ARMOBILE

Es el proyecto de grado desarrollado por los estudiantes Carlos Enrique Díaz Arandía y Gabriel Fernando Pérez Arenas en el año 2013 titulado DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL BASADA EN REALIDAD AUMENTADA PARA LA UBICACIÓN GEOLOCALIZADA DE LUGARES DE INTERÉS AL INTERIOR DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

Este proyecto surge dentro del grupo de investigación —Geomántica, Gestión y Optimización de Sistemas de la Universidad Industrial de Santander, motivado por la búsqueda de un aplicativo que facilitara la ubicación de sitios de gran importancia dentro del claustro universitario a todos aquellos que visitan sus instalaciones.

Figura 4: Pantalla inicial de UIS-ARMobile. Fuente: UIS-ARMobile



Diseñada para el sistema operativo Android que hace uso de los sensores GPS y de magnetismo y ayudados por la API de Google Maps.¹¹

4.3 CARACOLI MAPS

Caracolí Maps es una aplicación que ayuda al usuario a ubicarse dentro del centro comercial Caracolí, ubicado en el barrio Cañaveral del municipio de Floridablanca, Santander.¹² Hace uso del sistema de posicionamiento en interiores más conocido IPS* el cual está orientado a la navegación en lugares cerrados como almacenes,

¹¹ Tomado de: Díaz, C., Pérez, G. (2013). Desarrollo de una aplicación móvil basada en realidad aumentada para la ubicación geolocalizada de lugares de interés al interior de la Universidad Industrial de Santander

¹² Tomado de: Caracolí Mapps [Google Play]. De: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.araucomapps.caracoli&hl=es_419

* Indoor Positioning System, Sistema de posicionamiento en interiores

parqueaderos, hospitales, universidades, donde el GPS no funciona bien, dado que son lugares cerrados y pequeños para la tolerancia de éste. Haciendo uso de nodos de posición conocida que para este caso son puntos de acceso WIFI, con lo cual logra ubicar al usuario en los diferentes pisos.

Figura 5: CaracolíMaps-Pantalla inicial. Fuente: Google Play



4.4 GUIDEME

Es un proyecto realizado por estudiantes de la Universidad Técnica Federico Santa María, de Chile. Presentado en el concurso Innovation, con el cual se buscan soluciones para personas con discapacidad.

Mediante audios y sensores, la app guía a los usuarios para que puedan desplazarse por recintos intrincados que no conocen y les brinda mayor autonomía.

El recinto se modela con un grafo, el cual es recorrido a través de sus nodos, de los cuales un subconjunto son puntos de interés, que son los últimos lugares a los cuales el usuario quisiera llegar. Se programa una interfaz que responde a

comandos por voz o pueden usarse botones grandes con colores de alto contraste para el caso de las personas con visibilidad reducida.¹³

¹³ Estudiantes Universitarios desarrollaron una app para personas ciegas o con visibilidad reducida. Tomado de: <http://www.ehealthreporter.com/>

5 HERRAMIENTAS Y TECNOLOGÍAS

A continuación se hace mención a las herramientas, librerías y servicios utilizados para la realización de este proyecto.

5.1 ANDROID STUDIO

Es el entorno de desarrollo oficial para la creación de aplicaciones Android, basadas en IntelliJ IDEA^{**}. Además de las capacidades que ofrece IntelliJ, Android Studio ofrece capacidades adicionales como: Compilación basada en Gradle^{***}, compilar múltiples APK, integración con Google Cloud.

Android Studio se puede instalar en la mayoría de sistemas operativos, como Windows, Linux y Mac OS X, e integra directamente todo el Android SDK^{****}.

El uso de este entorno de desarrollo facilitó en gran medida el desarrollo de este proyecto, ya que integra completamente todas las herramientas necesarias para crear aplicaciones Android al ser el entorno oficial no es necesario de adaptaciones extras ya que tiene todo lo necesario para enfocarse en lo que se quiere hacer.

^{**} IntelliJ IDEA es un entorno de desarrollo JAVA de código libre creado en 2001 por JetBrains s.r.o.

^{***} Gradle es una herramienta para la automatización los procesos de construcción (compilación, testing, empaquetado). Tomado de: <http://www.gradle.org/>

^{****} Android Software Development Kit, integra librerías y herramientas necesarias para desarrollo de aplicaciones Android.

5.2 GITHUB

Es una plataforma de desarrollo colaborativo de software para alojar proyectos utilizando el sistema de control de versiones Git, generalmente el código se almacena de forma pública para incentivar el código Open Source, aunque también se puede hacer de forma privada.

Android Studio tiene una completa integración con esta plataforma por lo que fue la ideal para alojar el desarrollo del proyecto, pudiendo tener así un completo control de versiones que permitió indagar y experimentar con nuevas características sin temor a alterar el trabajo realizado. En el repositorio creado está detallado la evolución del prototipo de aplicación, el cual puede ser compilado independientemente si es requerido.

5.3 CARTOTYPE

Es una librería para renderizado de mapas, generación de rutas y navegación. Disponible para Windows, iOS, Android, Linux, entre otras, desarrollado por Graham Asher de CartoType Ltd. Puede importar datos de OSM, shapes de ESRI entre otros a su formato binario, entre otras características. Permite el uso de su kit de desarrollo con propósitos de evaluación únicamente.

Esta librería fue la mejor opción de las encontradas ya que provee una solución completa al problema planteado en este proyecto, por lo que no fue inconveniente utilizarla en su versión de evaluación.

5.4 SQLITE

Es un sistema de gestión de bases de datos relacional contenida en una pequeña biblioteca escrita en C, de código abierto, es utilizada en multitud de aplicaciones,

incluyendo varios proyectos de alto perfil, aunque no es comparable directamente con las bases de datos cliente / servidor como MySQL, Oracle, PostgreSQL... SQLite intenta resolver un problema diferente, provee un almacenamiento local de datos para aplicaciones y dispositivos individuales. Por lo que dependiendo del contexto del proyecto software puede ser de utilidad o no.

Se decidió utilizar este sistema debido a lo siguiente:

- La base de datos utilizada es pequeña y de tipo lectura, solo se necesita consultar la información relacionada.
- Al ser local, prescindimos de la necesidad de acceso a internet para obtener la información.
- Android provee un soporte total a estas bases de datos.

5.5 ANDROIDSLIDINGUPPANEL

Librería para agregar de forma sencilla un panel deslizante como en las aplicaciones de Google Music, Google Maps entre otros, desarrollado por Umano Team. Liberada bajo la licencia Apache Versión 2.0.¹⁴

Esto nos permitió ampliar la funcionalidad de la aplicación de un modo más intuitivo para el usuario donde se aprovecha para presentar la información de una forma sencilla y eficaz.

¹⁴ Tomado de: <https://github.com/umano/AndroidSlidingUpPanel/>

5.6 FLOATINGACTIONBUTTON

Librería para agregar botones flotantes a las aplicaciones Android que interaccionan con los cambios de las interfaces, desarrollada por Melnykov Oleksandr, Ucrania. Liberada bajo la licencia MIT.¹⁵

Utilizada para representar los botones de la interfaz de usuario, permitiendo una apariencia agradable e innovadora.

¹⁵ Tomado de: <https://github.com/makovkstar/FloatingActionButton>

6 METODOLOGÍA

Figura 6: Ciclo de la metodología de prototipo evolutivo. Fuente: ECURED



Para realizar la aplicación UISMaps se propone como metodología de desarrollo la de prototipo evolutivo del tipo desechables debido a:

- En un principio no existe un claro conocimiento sobre el algoritmo a utilizar, por lo cual se requiere de una constante implementación de las alternativas encontradas en la etapa de análisis. Por esto la construcción de prototipos permite una rápida evaluación para determinar el algoritmo a utilizar.
- El desarrollo de las características pueden estar sujetas a cambios por parte del experto durante el desarrollo del proyecto.
- El uso de esta metodología favorece a la auto-evaluación, lo cual conlleva a realizar múltiples pruebas durante el desarrollo del prototipo, así se

minimizan los errores que puedan surgir durante su uso y conflictos con próximos prototipos.

- Otra ventaja es la posibilidad de incluir características no planeadas pero que surgen durante la marcha y son un factor clave para la experiencia del usuario.

Se cuenta con el apoyo del experto en ciencias de la información geográfica, Profesor Christopher Claramunt. Por lo cual es el nuestra referencia para identificar los requerimientos básicos de la aplicación, posteriormente se le plantea un prototipo enfocado a los aspectos visuales y métodos de interacción con el usuario. Es el quien evalúa y su realimentación es utilizada para refinar los requisitos de la aplicación. Se produce un proceso iterativo en el que el prototipo es depurado según las especificaciones del experto, hasta que se obtiene el prototipo logre el alcance estipulado al principio. Finalmente el prototipo de aplicación se presenta para ser utilizado y evaluado por los usuarios.

7 DESARROLLO DEL PROYECTO

7.1 REQUERIMIENTOS INICIALES

Después de algunas consultas con el experto en sistemas de información geográficos se lograron determinar los primeros requerimientos a cumplir para el primer prototipo de SIG móvil, los cuales son:

- Visualizar un mapa interactivo del campus principal de la UIS, con las referencias a los edificios que componen el complejo universitario.
- Localizar al usuario en el mapa del campus haciendo uso del servicio GPS.
- Obtener información relacionada con los edificios del campus universitario.
- Determinar al menos una ruta para ir de un lugar inicial a otro destino.

Además de los requisitos definidos, se decidió diseñar la aplicación de forma que siguiera algunos de los lineamientos del lenguaje de diseño “Material Design”¹⁶, que busca crear un lenguaje visual que sintetice los principios del buen diseño con la innovación, las posibilidades de la tecnología y la ciencia.

7.2 PROTORIPO NO FUNCIONAL

El primer prototipo se decidió hacerlo del tipo “baja fidelidad” de modo que pudiera ser fácilmente evaluado por el experto y que nos diera una visión general del proyecto, (ver anexo [Primer prototipo no funcional.](#)).

¹⁶ Es un lenguaje de diseño desarrollado por Google Inc. Presentado en junio de 2014.

De este primer prototipo de baja fidelidad se obtuvieron nuevos requerimientos:

- Agregar función de navegación, una vez el usuario esté localizado dentro del campus; solo se debe poder indicar un lugar de destino y la ruta mostrada se debe ser asistida con indicaciones visuales de dirección a tomar así como información adicional de distancia, tiempo transcurrido y velocidad.
- Crear una interfaz de búsqueda que permita encontrar cualquier lugar de la universidad, ya sea oficina, laboratorio, centro de estudios, escuela, taller, etc. El resultado de esta búsqueda debe ser el edificio donde se encuentra ubicado.

Figura 7: Prototipo de Baja fidelidad, Ver anexo A.



Estos nuevos requerimientos se prototiparon de igual manera (del tipo “baja fidelidad”) a fin de ser revisados con el director del proyecto (Ver anexo B).

Tras la aprobación por parte del experto y de la revisión del director surge la recomendación de: *Verificar que el usuario esté dentro del campus principal de la Universidad para permitir las funciones de localización y navegación.*

Con la aprobación tanto del experto y del director del proyecto y la percepción general lograda con el prototipo no funcional, se decidió iniciar la creación del prototipo funcional.

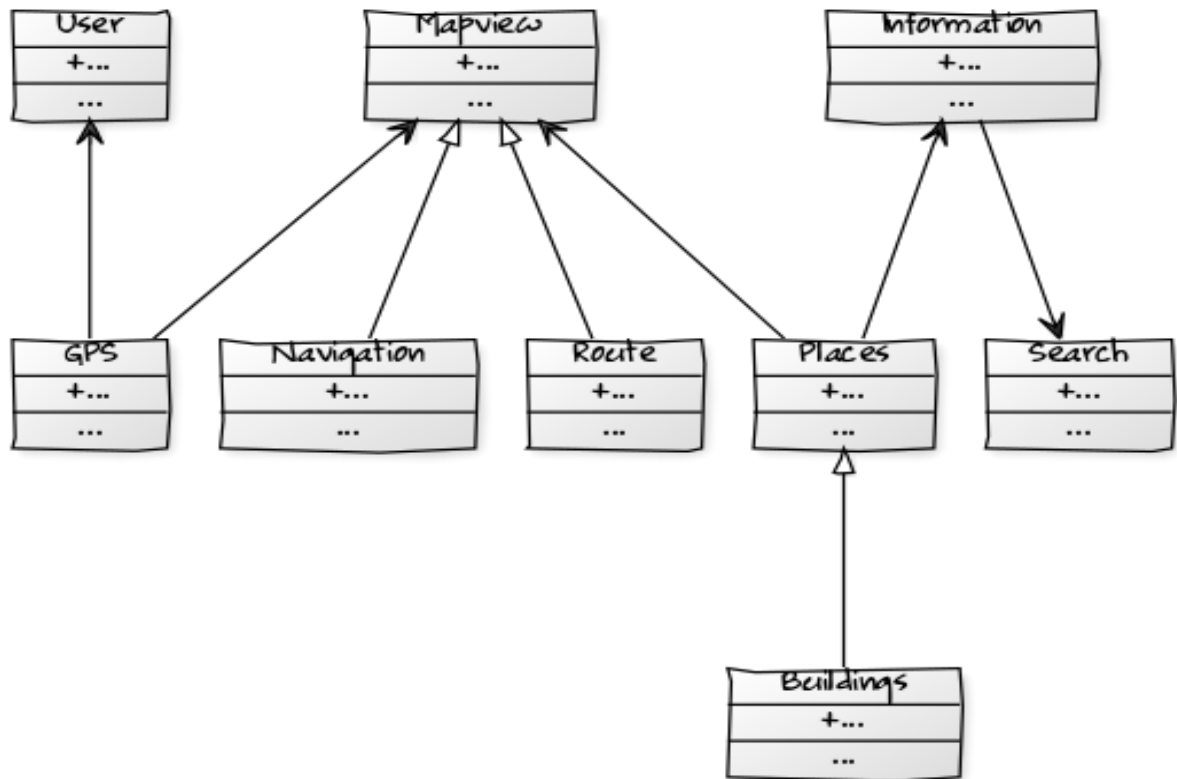
7.3 PROTOTIPO FUNCIONAL

Para el desarrollo del primer prototipo se tomó la realimentación obtenida del prototipo no funcional y se planteó un diagrama de clase UML, para lo cual se utilizó la técnica sugerida por Abbott Russell J¹⁷. Como técnicas de programación y estructuras de datos; la cual identifica los sustantivos en la descripción textual de los requerimientos y los considera clases candidatas o atributos. Los cuales fueron:

- Mapa
- Edificios
- GPS
- Usuario
- Información
- Ruta
- Lugar
- Destino
- Navegación
- Búsqueda

¹⁷ Técnica sugerida por Abbott Russell J. En su publicación Program Desing by Informal English Descriptions. Communications of ACM vol 26, 1983.

Figura 8: Primer modelo de clases UML.



A partir de esta lista inicial de sustantivos se realiza el primer diseño de las clases a utilizar en este proyecto, como base para iniciar el desarrollo del primer prototipo que fue evolucionando hasta convertirse al prototipo final.

7.3.1 Primer Prototipo. Para el desarrollo del primer prototipo se optó por la realización del primer requerimiento inicial, que requirió de una extensa investigación la cual se detalla así:

En primera instancia se realizó un prototipo utilizando la librería más popular de éste ámbito que es Google Maps de Google Inc.

Google Maps Android API. Es una interfaz de programación de aplicaciones con la cual se puede acceder a los mapas basados en los datos de los mapas de google, con ella puedes acceder a los servidores de Google Maps, descargar datos, renderizar el mapa y responder a gestos. Además de agregar marcadores, polígonos y sobre-posiciones al mapa básico.

Para que esta librería cumpliera con los requerimientos iniciales se requería dejar el mapa del campus universitario para dominio público, pero no se contó con la aprobación por parte de la administración de la universidad, por lo cual, se descartó este prototipo.

Esto generó que la búsqueda de algo más personalizado, que se adapte a los requerimientos sin dejar este tipo de información a dominio público, se encontró ArcGIS de Esri.

ArcGIS Runtime SDK for Android. ArcGIS es una plataforma para análisis geográfico y mapeo, disponible para una gran variedad de entornos y dispositivos, permite la creación y visualización de mapas, georreferenciación, trabajo offline* entre otras características. Al ser un servicio de suscripción para su uso, se descartó para el desarrollo del proyecto.

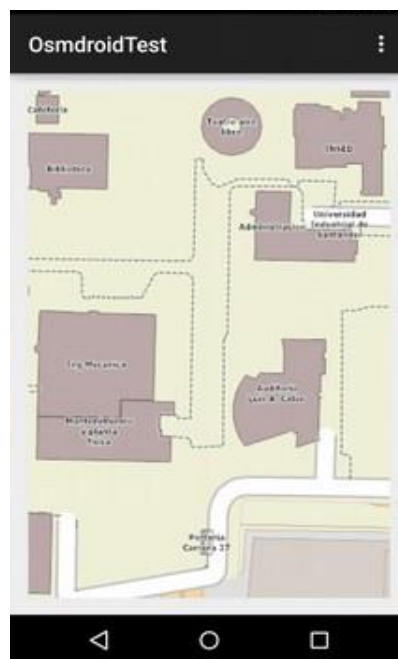
Se continuó con la investigación, encontrando varias alternativas, tanto OpenSource como licenciadas. Primero se optó por las Open Source que fueron MapsForge y OsmDroid. Para cada una de ellas se realizó un prototipo.

* Sistema que no necesita estar conectado directamente a Internet para trabajar.

MapsForge .Es un proyecto open software para el renderizado de mapas basados en los mapas de OpenStreetMaps, esta librería requiere de convertir el archivo.osm descargado desde la web de OpenStreetMaps a su formato binario.map. Pero para este proyecto no fue posible convertir nuestro mapa al formato requerido (.map) ya que requiere de información adicional, la cual es agregada por los servidores de OpenStreetMaps al momento de alojar sus mapas. Por lo que era necesario alojar el mapa del campus universitario en sus servidores, lo cual requería nuevamente dejar el mapa del campus universitario a dominio público. Por lo cual no se llegó a realizar este prototipo.

OsmDroid. Es un completo y gratuito reemplazo de la clase de Android; MapView (primera versión de renderizado de mapas de Android). Que soporta numerosos proveedores en línea y locales con un tipo diferente de datos llamados “tiles”, además soporta sobre-posición de iconos, seguimiento de ubicación y dibujo de formas.

Figura 9: Prototipo obtenido usando la librería OsmDroid.



CartoType

Es una potente librería para renderizado de mapas, generación de rutas y navegación multiplataforma de mapas personalizados, permite el uso de su kit de desarrollo con propósitos de evaluación únicamente, excluyendo cualquier uso comercial. Posee una escasa documentación y un ejemplo de aplicación con los cuales se implementó un cuarto prototipo con muy buenos resultados, que aun siendo una versión de evaluación cumple con los requisitos iniciales, por lo cual se parte el desarrollo de este proyecto, siendo este el primer prototipo.

Finalmente con este prototipo se inicia un proceso incremental donde es desarrollada y evaluada cada funcionalidad a fin de cumplir exitosamente los requerimientos propuestos.

Figura 11: Prototipo obtenido usando la API de CartoType para Android.

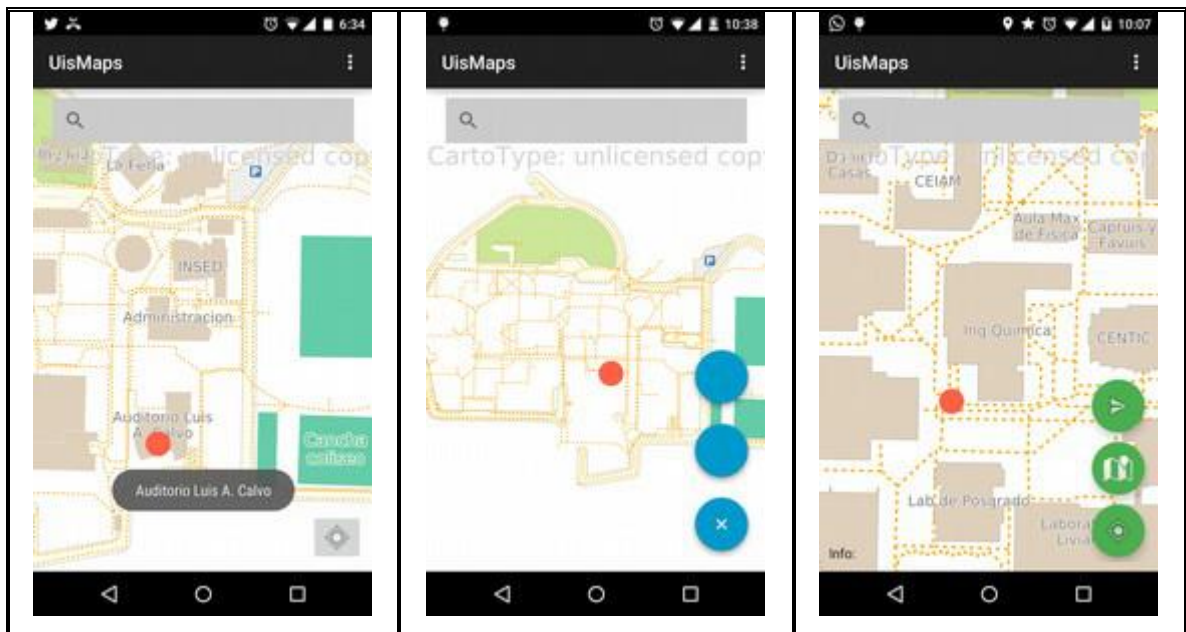


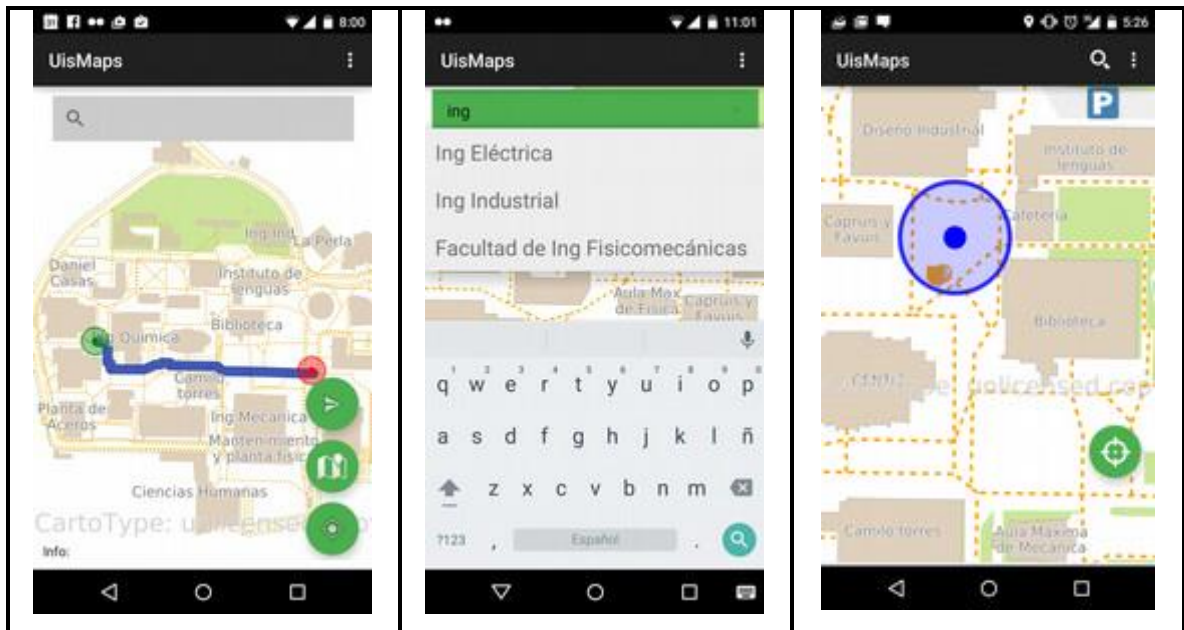
7.3.2 Segundo Prototipo. Para el desarrollo del segundo prototipo se establecieron así los requerimientos del prototipo:

- Visualizar un mapa interactivo del campus principal de la UIS, con las referencias a los edificios que componen el complejo universitario.
- Localizar al usuario en el mapa del campus haciendo uso del servicio GPS.
- Obtener información relacionada con los edificios del campus universitario.
- Determinar al menos una ruta para ir de un lugar inicial a otro destino.

A continuación, se presenta la evolución del segundo prototipo:

Tabla 1: Evolución del segundo prototipo.





Se dio por terminado el desarrollo de este prototipo una vez se alcanzaron los requerimientos del prototipo y se procedió a la revisión del prototipo junto al director del proyecto.

Pruebas del prototipo. Tras diversas sesiones de pruebas junto al director de proyecto del segundo prototipo, se determinaron las siguientes recomendaciones:

- Replantear la interfaz de usuario a modo de facilitar la interacción con el usuario y aprovechar la misma para presentar la información requerida.
- Las búsquedas deben soportar cualquier espacio de la universidad, no solo los edificios del campus universitario.

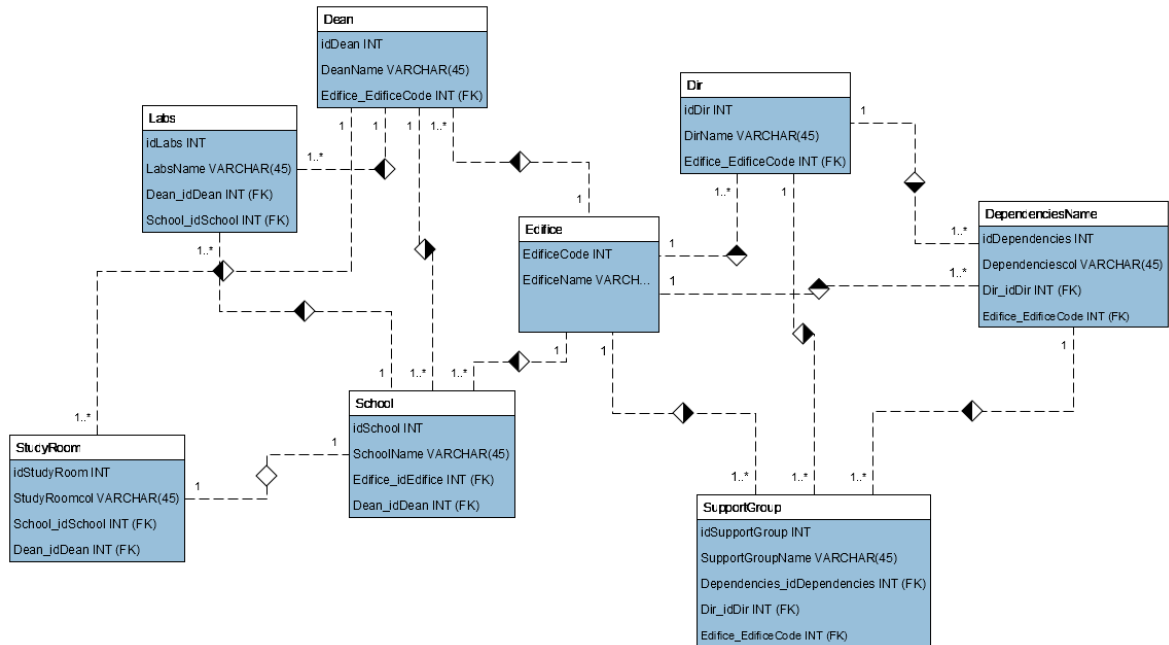
A medida que se desarrolló el prototipo se evidenció el potencial de este tipo de aplicaciones y como pueden repercutir a fin de ayudar a las personas, por lo que junto a el experto colaborador y el director del proyecto se diseñaron nuevos requerimientos que consideraran a las personas con discapacidad visual a fin de

crear una herramienta útil dentro del campus universitario, los nuevos requerimientos son:

- Se debe poder elegir la interfaz normal o la interfaz para personas con discapacidad visual.
- La interfaz para personas con discapacidad visual debe ser intuitiva y funcional.
- Se le debe indicar a través de comandos de voz la información al usuario, tal como el lugar donde se encuentra y las indicaciones para llegar al lugar deseado.
- Debe reconocer la voz del usuario, a fin de indicarle el lugar donde se quiere ir.

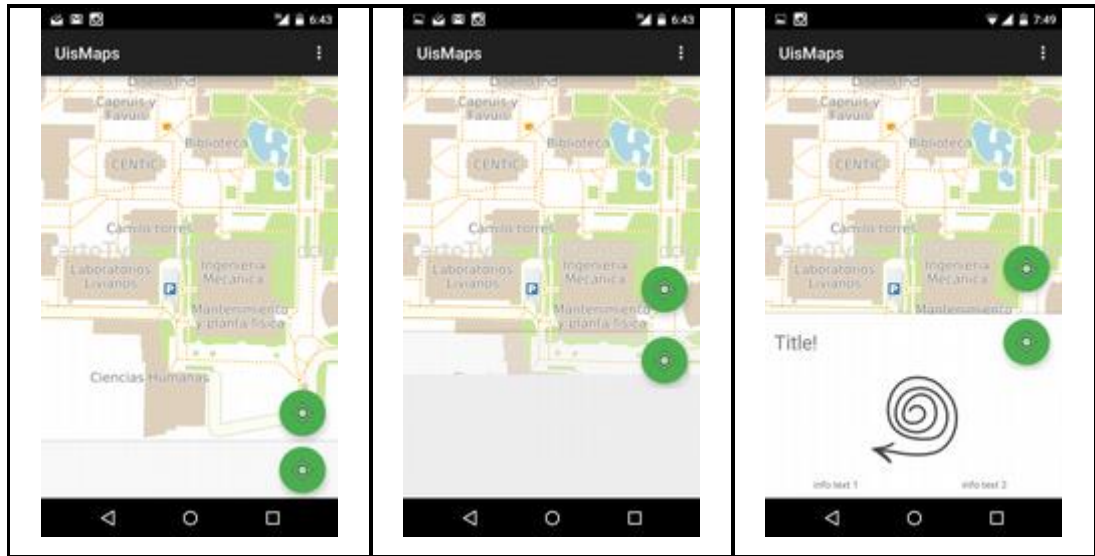
7.3.3 Tercer Prototipo. Con las recomendaciones y nuevos requerimientos se inicia el desarrollo del tercer prototipo de la aplicación, para lo cual fue necesario diseñar un diagrama de entidad-relación, con el objetivo de tener la información de los lugares y espacios que componen el campus universitario. El cual se planteó intuitivamente por lo que más adelante surge la necesidad de reestructurarlo de acuerdo a la información suministrada por las oficinas de planta física de la universidad.

Figura 12: Primer Diagrama Entidad-Relación.



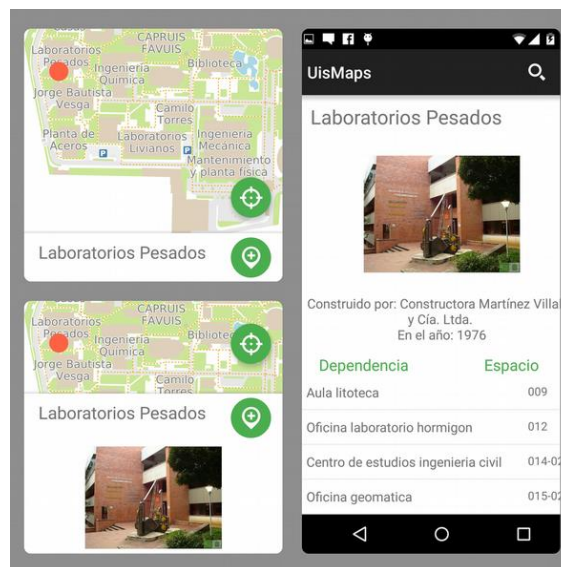
Se rediseña la interfaz de usuario de modo que fuera más intuitiva e hiciera uso de todo el espacio disponible a fin de visualizar la información deseada; Simplificando el número de botones a dos, se elimina el botón dedicado para indicar el lugar de destino, dejando en su lugar un botón dinámico que según la acción realizada cambia su ícono y su acción, para así evitar confusiones al momento de utilizarlo.

Tabla 2: Primeros resultados de la implementación de la nueva interfaz.



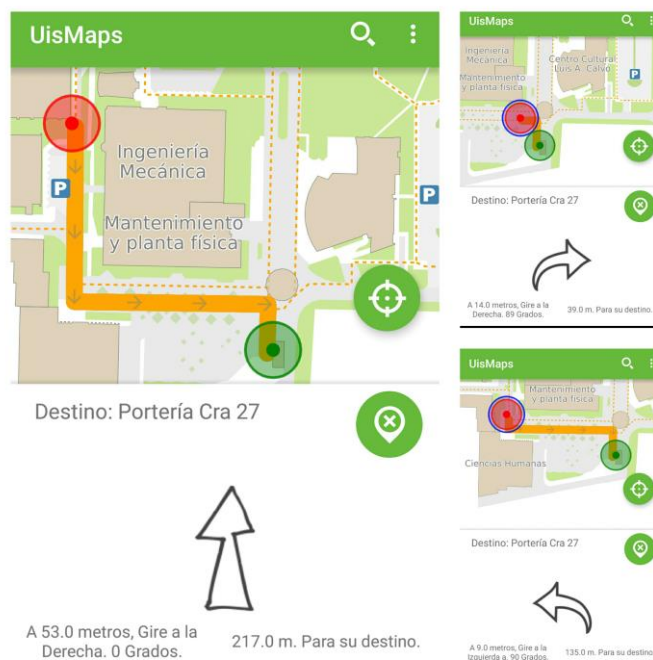
Con el nuevo rediseño de la interfaz se tuvo un espacio importante donde se pudo presentar la información entregada por las oficinas de planta física de la universidad, se tomó la relación existente entre el edificio y los espacios que contiene, además de una fotografía de la fachada del edificio, la información histórica y de interés.

Figura 13: Tercer Prototipo - Información detallada de laboratorios pesados.



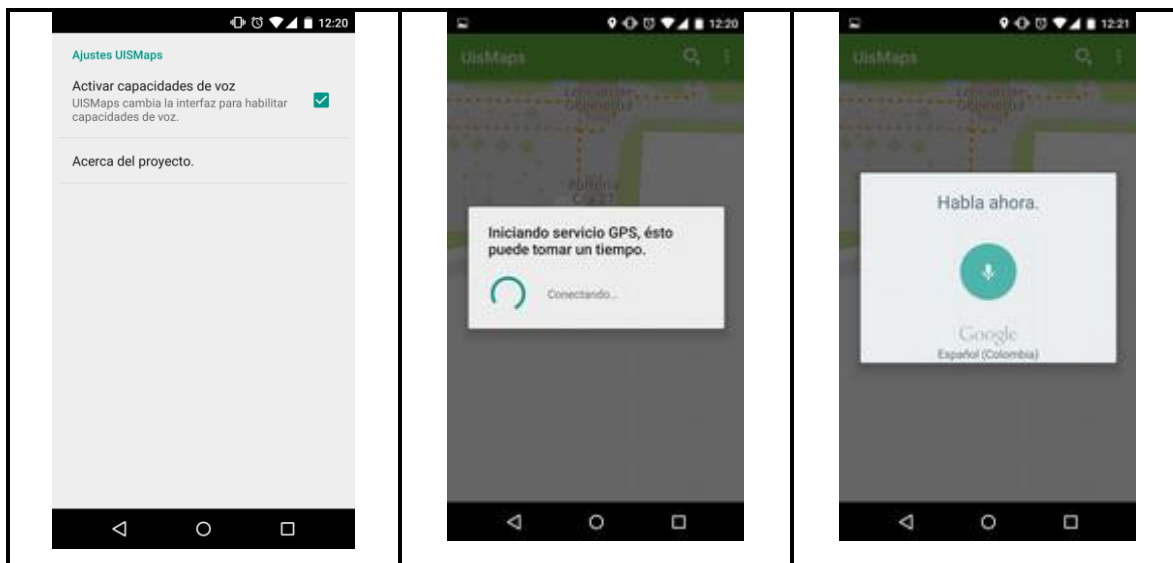
Esta misma interfaz es utilizada para representar la información relacionada con la navegación, la cual son las indicaciones que asisten la ruta mostrada en el mapa, distancia al próximo giro y distancia total.

Figura 14: Tercer Prototipo - Información Navegación, Destino: Portería Cr 27.



Para lograr los nuevos requerimientos se necesitó agregar una opción a los ajustes de la aplicación, la cual al ser seleccionada, inhabilita la anterior interfaz y responde solamente a dos acciones por parte del usuario, Click sencillo para indicar al usuario en qué lugar de la universidad se encuentra y Click largo para iniciar el dialogo de reconocimiento de voz.

Tabla 3: Interfaz adaptada para usuarios con discapacidad visual.



El reconocimiento de voz inicia automáticamente la navegación, si es encontrado el lugar deseado, e indica al usuario la distancia total al destino, y le da las indicaciones de navegación a medida que el usuario recorre el trayecto determinado.

Una vez terminado este prototipo, se procede a su verificación junto al director de proyecto.

Pruebas tercer prototipo: Nuevamente tras varias pruebas del nuevo prototipo junto al director de proyecto, se encontraron las siguientes falencias a corregir:

- Al momento de iniciar la navegación no queda claro hacia qué lugar dirigirse, ya que siempre inicia con la indicación “hacia adelante” mientras que la ruta se inicia hacia otra dirección.
- Las indicaciones por voz a veces no se ejecutaba, dado que no había terminado de dar una indicación cuando necesitaba dar la siguiente.

- La navegación no era consistente en la ruta elegida, por lo que al acercarse a una intersección de un camino, la ruta cambiaba. Generando indicaciones imprecisas.
- La consulta de la información de los edificios fallaba si no se tenía conexión a internet.

Una vez solucionadas estas falencias se consideró al prototipo como versión candidata a definitiva.

7.4 UISMAPS RC*

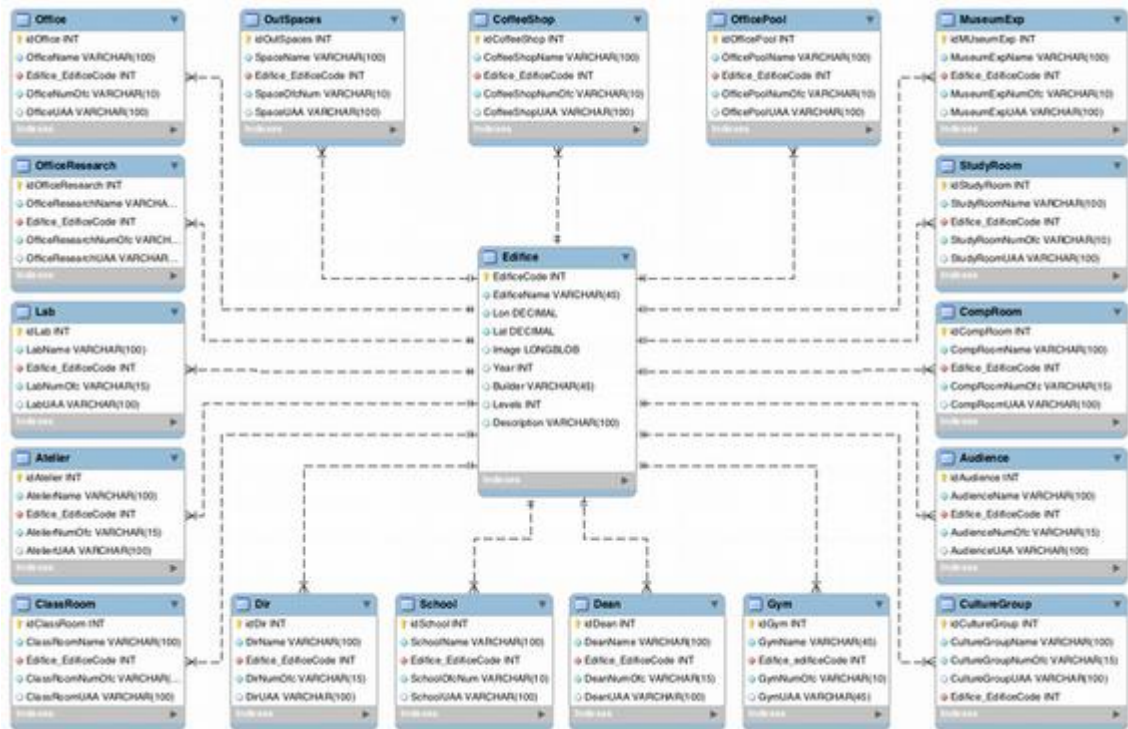
Para solucionar las falencias encontradas en el tercer prototipo se requirió además de hacer cambios en el código fuente de la aplicación, cambiar la estructura de base de datos establecida, dado que la base de datos era pequeña y su función era exclusivamente de consultas, se decidió migrarla a modo local utilizando SQLite e incluirla en el paquete de la aplicación.

Por lo que se requirió nuevamente diseñar un diagrama entidad-relación, con la información suministrada por la oficina de planeación, una vez analizada además de realizar un inventario de cada uno de los edificios que componen el campus principal de la Universidad Industrial de Santander (Ver anexo F: Inventario); Se logró estructurar la base de datos de modo que siguiera los lineamientos establecidos por la universidad en cuanto a su organización, lo que a su vez nos sirvió para presentar la información siguiendo esta misma estructura.

* RC hace referencia a ser una versión candidata para lanzamiento.

7.4.1 Diagrama de entidad-relación final: El diagrama de Entidad-Relación resultante es el siguiente; Refleja un esquema de tipo estrella lo que aumenta la velocidad y sencillez para acceder a los datos que aloja.

Figura 15: Diagrama Entidad-Relación utilizado.



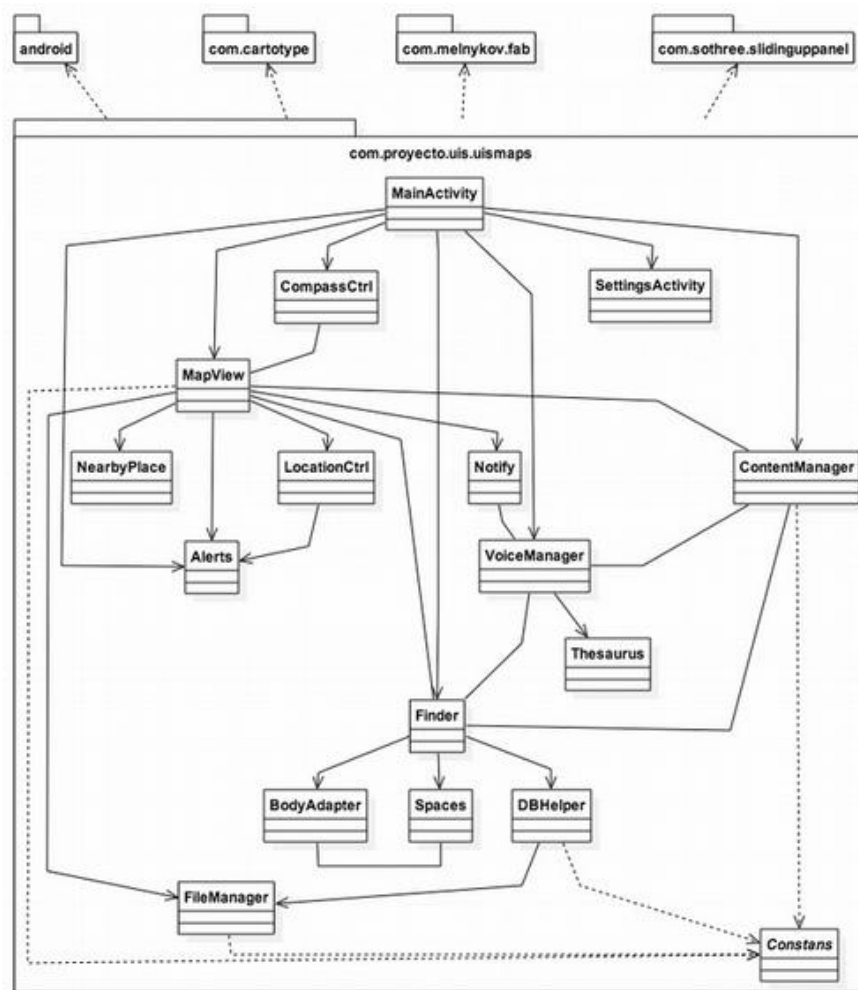
A continuación se definen las relaciones de la tabla “Edifice”, las demás definiciones son detalladas en el Anexo C: Segundo diagrama E/R.

- **Edifice:** Representa cada edificio de la campus universitario.
 - Clave Primaria (PK): EdificeCode (INTEGER), usada como identificación.
 - EdificeName (VARCHAR): Etiqueta de cada identificación.
 - Image (BLOB): Binario de la imagen del edificio.
 - Year (INTEGER). Año de construcción del edificio.

- Builder (TEXT). Empresa a la que se adjudicó la construcción del edificio.
- Levels (INTEGER). Número de niveles del edificio.
- Description (TEXT). Significado su acrónimo.

7.4.2 Diagrama de paquetes: Facilita la visualización de las relaciones existentes entre los paquetes utilizados y las clases creadas que involucran la aplicación realizada.

Figura 16: Diagrama de paquetes.



A continuación se presenta una breve descripción de una de las clases más importantes de la aplicación. Las demás descripciones se encuentran en el Anexo D: Diagrama de paquetes.

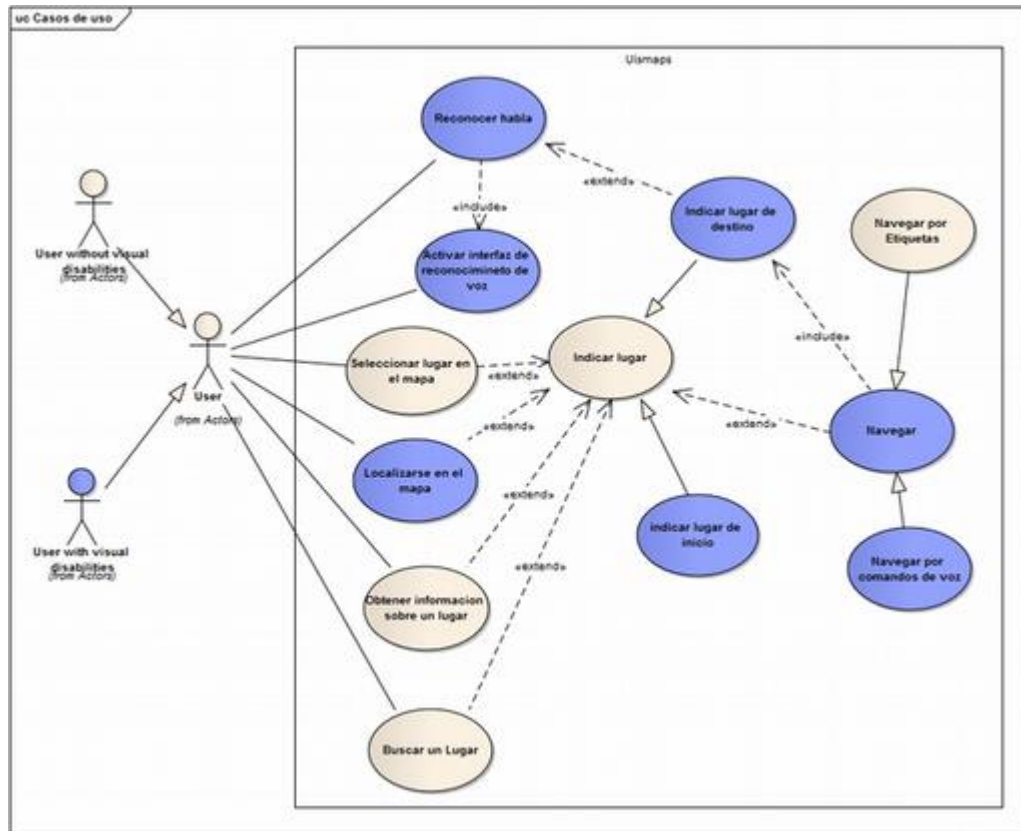
Tabla 4: Descripción de clase - MapView.

Nombre	MapView
Descripción	Clase que implementa la API de CartoType y métodos necesarios para la visualización, interacción con el mapa, posición de usuario, rutas y puntos seleccionados.
Asociaciones	MainActivity, CompassCtrl, LocationCtrl, NeabyPlace, Alerts, Finder, ContentManager, Notify, FileManager, Constants.

7.4.3 Diagrama de Casos de Usos Con el fin de mostrar de forma sencilla como el sistema debe funcionar al momento de interactuar con el usuario se presenta el siguiente diagrama de casos de uso:

Se definen dos actores; uno que representa a las personas con discapacidad visual (morado) y otro para las personas sin esta discapacidad.

Figura 17: Diagrama de caso de usos. Fuente: Autor



A continuación se presenta una definición de caso de uso, las demás definiciones están en el Anexo E: Diagrama de casos de uso.

Tabla 5: Definición de caso de uso "localizarse en el mapa".

Caso de uso	Localizarse en el Mapa
Actor	Usuario
Propósito	Obtener la información de donde se encuentra georreferenciado en el campus principal de la Universidad Industrial de Santander.

Descripción	Permite que el usuario identificar en qué lugar del campus universitario se encuentra.	
Pre-condiciones	El dispositivo debe tener receptor GPS y debe tener activos los servicios de ubicación del dispositivo.	
Flujo principal	Acciones de Actores 1. Pulsar el botón de ubicación o pulsar cualquier lugar de la pantalla si se encuentra activa la interfaz para personas con discapacidad visual.	Respuestas del Sistema 2. Informa al usuario donde está georreferenciado, ya sea por síntesis de voz o visualmente.
Pos-condiciones	La posición obtenida puede ser seleccionada como punto de inicio, el sistema espera un punto de destino para iniciar la navegación.	

7.4.4 Pruebas Del Prototipo RC. Debido a la metodología utilizada se aseguró el funcionamiento teórico de los requerimientos planteados con cada revisión de prototipo, por lo que se procedió a realizar pruebas con usuarios, para esto se contó con un la ayuda de un pequeño grupo inicial estudiantes de niveles superiores, estudiantes recién ingresados, personas externas a la universidad y gracias al apoyo del programa de bienestar universitario “PIESD” para estudiantes con discapacidad, fue posible contactar algunos de los estudiantes con discapacidad visual de la universidad.

La prueba consistió en: Una vez presentado el proyecto, se puso a disposición de cada uno la aplicación para su uso, sin explicación previa ni guía de uso para poder determinar su facilidad y eficacia del diseño establecido.

Una vez utilizaron la aplicación se les realizó un cuestionario*, del cual se logró confirmar la aceptación del proyecto** y de las observaciones realizadas se destacan las siguientes:

- Al principio no es claro cómo usar la aplicación, debería tener indicaciones de uso.
- Las fotografías se deberían poder ampliar.
- Se debería poder acceder a un catálogo organizado por categorías de los diferentes espacios.
- Debería estar en la tienda de aplicaciones de Android.

Para realizar las pruebas con usuarios con discapacidad visual se necesitó trabajar de forma individual, ya que al ser una primera versión no es del todo fiable para ellos por lo que se les acompañó durante todo el proceso.

Se inició con una presentación del proyecto, a modo que tuvieran una visión general de su propósito, una explicación del funcionamiento de la aplicación tras múltiples recorridos dentro del campus universitario, al finalizar ellos dieron su opinión y grado de satisfacción con lo realizado.

Los voluntarios para estas pruebas fueron:

* El cuestionario realizado se puede ver en el anexo G: Cuestionario.

** Resultado obtenido del proceso de evaluación, ver anexo H: Evaluación

- El señor Samuel Adarme Sandoval, Estudiante de quinto semestre de Filosofía con discapacidad para distinguir objetos en la distancia.
- El señor Javier Rondón Ramón, Estudiante de Gestión empresarial, ciego de nacimiento.

Estas pruebas se analizaron de modo que fuera posible evaluar tres aspectos de la aplicación; facilidad de uso, precisión en la información e impacto generado en ellos.

Tabla 6: Pruebas con persona con discapacidad visual. - primera prueba.

Primera Prueba	
Usuario	Samuel Adarme Sandoval
Discapacidad	Discapacidad para distinguir objetos en la distancia
Descripción de la prueba	
Se inició en frente a la biblioteca, nos dirigimos hacia el edificio de ciencias humanas, luego a la portería principal y finalizó en el edificio de bienestar universitario.	
En cada uno de los recorridos, el usuario le indicó a la aplicación a donde quería ir y se siguieron las indicaciones de la navegación.	
Facilidad de uso	
Debido a su condición de discapacidad no tuvo problemas en adaptarse y rápidamente pudo interactuar con ella, siendo de fácil manejo para el.	
Precisión de la información	

Durante el recorrido fue consultada en repetidas ocasiones la función de localización la cual indicó de forma acertada los lugares circundantes, a lo que el usuario respondía, cito: “¡Wow!”, Samuel Adarme.

Consideró suficientes las indicaciones de la navegación asistida y no tuvo inconvenientes al desplazarse.

Impacto generado

Una vez finalizados los recorridos, se le consultó a el usuario por su satisfacción y sensaciones generadas por el uso de la aplicación, quien respondió estar muy satisfecho y agradecido por crear este tipo de herramientas, la consideró de utilidad para su movilización al interior del campus universitario y pidió se la instaláramos en su teléfono para poder utilizarla personalmente.

Tabla 7: Pruebas con personas con discapacidad visual -segunda prueba.

Segunda Prueba	
Usuario	Javier Rondón Ramón
Discapacidad	Ciego de nacimiento
Descripción de la prueba	
Se inició en la entrada principal de la universidad, nos dirigimos al edificio de bienestar universitario, luego al edificio CENTIC, luego al edificio de laboratorios pesados y finalizó en el edificio de Camilo Torres.	
Facilidad de uso	
Tuvo problemas para adaptarse al principio, debido a que no se acostumbra realizar pulsaciones largas al activar en el teléfono la opción de “TalkBack” se acostumbra a interactuar con toques sencillos y toques dobles. Ya que el usuario	

<p>utiliza un teléfono con el sistema operativo iOS. Luego de varios intentos la pudo dominar.</p>
<p>Precisión de la información</p>
<p>La función de informar los lugares circundantes le resultó de interés. Consideró de pobres y escasas las indicaciones de navegación, aconsejó incluir avisos de gradas, escaleras, obstáculos y recomendó aumentar la cantidad de notificaciones al momento de aproximarse a los giros.</p> <p>Por lo que a pesar de entregar información precisa, la consideró muy escasa.</p>
<p>Impacto generado</p>
<p>Una vez finalizados los recorridos, se le consultó a el usuario por su satisfacción y sensaciones generadas por el uso de la aplicación, quien respondió estar muy sorprendido y resalto haber superado sus expectativas, además de estar muy agradecido, compartió la experiencia con amigos también invidentes quienes a su vez tomaron con gran aceptación la idea y pidieron una solución así para la ciudad así como versiones para los diferentes dispositivos.</p>

De estas pruebas se recopilaron las siguientes recomendaciones:

- Portar la aplicación a las diferentes plataformas, sobre todo a iOS ya que es ampliamente utilizada por esta comunidad.
- Las indicaciones de la navegación deberían ser más frecuentes para mantener informado sobre el próximo movimiento, ya que les es difícil calcular las distancias.
- Implementar el mismo sistema para que funcione en hospitales, colegios, bibliotecas, entidades gubernamentales, y la ciudad en general.

En cuanto a las pruebas a nivel del dispositivo, el consumo de batería sigue siendo un factor a mejorar, teniendo en cuenta que el consumo de energía es considerable cuando se combina el uso simultáneo de la brújula, pantalla y GPS, el cual es forzado a realizar más consultas en menos tiempo debido a la precisión necesaria para este entorno donde en pocos minutos se recorren varios cientos de metros con muchos cambios en el recorrido, toda esta combinación resulta en la reducción de varias horas de batería tras un uso intensivo.

8 CONCLUSIONES

La metodología de prototipo evolutivo, a pesar de ser considerada una de las más riesgosas en el área del desarrollo de software, probó ser de gran utilidad para la ejecución de esta solución, permitiéndonos incursionar en un área desconocida para nosotros, brindándonos la posibilidad de agregar funcionalidades durante la implementación, facilitando su evolución, que es lo más común en el ámbito de desarrollo para dispositivos móviles, donde continuamente se están actualizando las aplicaciones.

Se realizó un inventario de los lugares del campus principal de la Universidad Industrial de Santander que nos permitió entender la organización de su infraestructura física y realizar una mejor abstracción y representación en la aplicación.

El uso del sistema de control de versiones permitió ir un poco más allá en cada momento del desarrollo de la aplicación, permitiendo experimentar con características e implementaciones, con la tranquilidad de tener un respaldo al cual regresar de ser necesario, además de una fácil integración para el trabajo colaborativo, y de tener un registro detallado de los cambios realizados.

Se logró crear una aplicación Android para la mayoría de los dispositivos actuales, que permite conocer el mapa del campus, georreferenciar al usuario en tiempo real, planificar rutas, navegación paso a paso por señales, encontrar lugares e información de utilidad relacionada con los edificios del campus principal de la UIS;

además de contar con una interfaz de usuario adaptada para las personas invidentes la cual, haciendo uso de reconocimiento de voz y síntesis de voz logra interactuar con el usuario, indicándole donde se encuentra y dándole las indicaciones necesarias para llegar al lugar que quiere ir.

Se genera un impacto positivo con la realización de este proyecto al lograr trascender el conocimiento adquirido en estos años para mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad visual que tienen la posibilidad de utilizar la aplicación dentro del campus universitario.

9 RECOMENDACIONES

Portar esta aplicación a las diferentes plataformas existentes actualmente, en especial para iOS que parece ser el referente en la comunidad de personas con invidentes.

Se recomienda la creación de una API propia que utilice los mapas nativos de OpenStreetMaps, genere rutas y de soporte a la navegación.

Trabajar junto a la escuela de civil en la creación un SIG a nivel local de la ciudad de Bucaramanga y trascender los conocimientos de cada facultad para crear un sistema que ayude a mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad visual.

Crear una cuenta de la escuela de sistemas en la tienda de aplicaciones de Android para su uso en futuros proyectos de grado y así facilitar su difusión.

BIBLIOGRAFÍA

ABBOTT, Russell J. Program Design by Informal English Descriptions. En: Communications of ACM. Noviembre, 1983. Vol. 26, N° 11, p. 882-894.

ABLESON, W. Frank; SEN, Robj; and KING, Chris. Android: Guía para desarrolladores. 2ed. Madrid: Anaya Multimedia, 2011. 655p.

AMGD Tech. ¿Que son los Servicios basados en localización? [En línea]. LBS, servicios de localización, navegación GPS y mapas [Bogotá, Colombia]. LBSPro.com Colombia, 2011 [Citado el 1 de abril del 2015] Disponible en: <<http://lbspro.com/?q=que-son-servicios-localizacion-LBS>>

ANDROID DEVELOPERS. the world's most popular mobile platform [en línea]. Android Developers Community [Citado el 1 de abril del 2015] Disponible en: <https://developer.android.com/about/android.html>

BENNETT. J. OpenStreetMap, Be your Own Cartographer. Birmingham: Packt Publishing Ltd, 2010. 252p.

CARTOTYPE. CartoType Features [en línea]. CartoType Ltd. [Kensworth, Inglaterra]. CartoType, 2015 [Citado el 15 de abril del 2015] Disponible en: <<http://www.cartotype.com/features.html>>

COLOMBIA. MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. ¿Qué es un SIG? [En línea] [Bogotá, Colombia] Ministerio de Educación Nacional, 2013 [citado el 1 de abril del 2015] Disponible en: <<http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-190610.html>>

DANE. Identificación de las personas con discapacidad en los territorios desde el rediseño del registro [en línea] Dirección de Censos y Demografía [Bogotá, Colombia]. DANE. 2008 > [Citado el 1 de abril del 2015] Disponible en: <http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/discapacidad/identificacion%20en%20los%20territorios.pdf>

DÍAZ ARANDA, Carlos Enrique y PEREZ ARENAS, Gabriel Fernando. Desarrollo de una aplicación móvil basada en realidad aumentada para la ubicación geolocalizada de lugares de interés al interior de la Universidad Industrial de Santander. Trabajo de grado Ingeniero de Sistemas. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería de Sistemas, 2013.

DYBKJAER, Laila; HEMSEN Holmer; y MINKER Wolfgang. Evaluation of Text and Speech Systems. Dordrecht, Netherlands: Springer Ltda. 2007. p312

E·HEALTH REPORTER LATIN AMERICA. Estudiantes Universitarios desarrollaron una app para personas ciegas o con visibilidad reducida [en línea]. E·Health Reporter [Valparaíso, Chile] Guideme, 2014 [Citado el 15 de abril del 2015] Disponible en: <http://www.ehealthreporter.com/es/noticia/verNoticia/3660/estudiantes-universitarios-desarrollaron-una-app-para-personas-ciegas-o-con-visibilidad-reducida>

JU, Yoorah e ILLESCAS, Elisa. Aplicaciones móviles para personas con discapacidad visual, [en línea]. Centro de Difusión de Tecnologías (CEDITEC) [Madrid: España] Ceditec, 2015. [Citado: 8 Abril 2015] Disponible en internet: http://www.ceditec.etsit.upm.es/index.php?option=com_content&view=article&id=22087%3Aaplicaciones-moviles-para-personas-con-discapacidad-visual&catid=40&Itemid=1440&lang=es

MATA, Félix; JARAMILLO, Andrés; CLARAMUNT Christophe; A mobile navigation and orientation system for blind users in a metrobus environment. En: Web and wireless geographical information systems. Springer ed. 2011. Volumen 6545. p 94-108.

MORALEJO, Lucrecia M. OSTERMANN Stefania; SANZ Cecilia V; PESADO Patricia. Adaptación a Jclic mediante comandos por voz, para el ámbito de la educación especial. La Plata: Universidad de la Plata. Facultad de Informática. Comisión de Investigación Científica. 2010

MOUMTADI F., GRANADOS-LOVERA F. Activación de funciones en edificios inteligentes utilizando comandos de voz desde dispositivos móviles. En: Ingeniería Investigación y Tecnología. Volumen 15. N°2. Abril-Junio, 2014. p 175-186.

NATIONAL COORDINATION OFFICE FOR SPACE-BASED POSITIONING, NAVIGATION, AND TIMING. HOW. GPS Works [en línea], Official U.S. Government information about the Global Positioning System (GPS) and related topics [Tampa, Florida, USA] GPS.gov, 2015 [Citado el 1 de abril del 2015] Disponible en: <<http://www.gps.gov/multimedia/poster/>>

PARQUE ARAUCO S.A. Caracolí Mapps [en línea]. Google Play, 2015 [Bucaramanga, Colombia]. Google Play Apps [Citado el 8 de abril del 2015]. Disponible en: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.araucomapps.caracoli&hl=es_419>

RIVERA, Adrián. Sistemas operativos móviles: Comunicación en tiempo real [en línea]. PC WORLD MEXICO [México DF.]. PC WORLD MEXICO [citado el 8 de abril del 2015]. Disponible en: <<http://www.pcworld.com.mx/Articulos/20734.htm>>

RIVERA, Janessa. VAN DER MEULEN, Rob. Gartner says annual smartphone sales surpassed sales of feature phones for the first time in 2013. [En línea]. Gartner Inc [Egham, UK] Gartner, 2014 [Citado del 1 de abril del 2015] Disponible en: <<http://www.gartner.com/newsroom/id/2665715>>

SQLITE. About SQLite [en línea]. Hipp, Wyrick & Company, Inc. (HWACI) [Charlotte: USA] HWACI, 2015 [Citado el 15 de abril del 2015] Disponible en: <<https://www.sqlite.org/about.html>>

ANEXOS

Anexo A: Prototipo no funcional

A continuación se presenta el prototipo de baja fidelidad realizado el cual a pesar de ser dibujos de papel, proporcionan una visión del producto final sobre el aspecto que tendrá la aplicación y cómo funcionará, lo cual permite una evaluación rápida obteniendo así muy buenos resultados.

Ilustración 1: Pantalla inicial de la aplicación



Ilustración 2: Usuario georreferenciado (punto rojo).



Ilustración 3: Se despliega un panel con el nombre del lugar y la opción de indicar como destino.

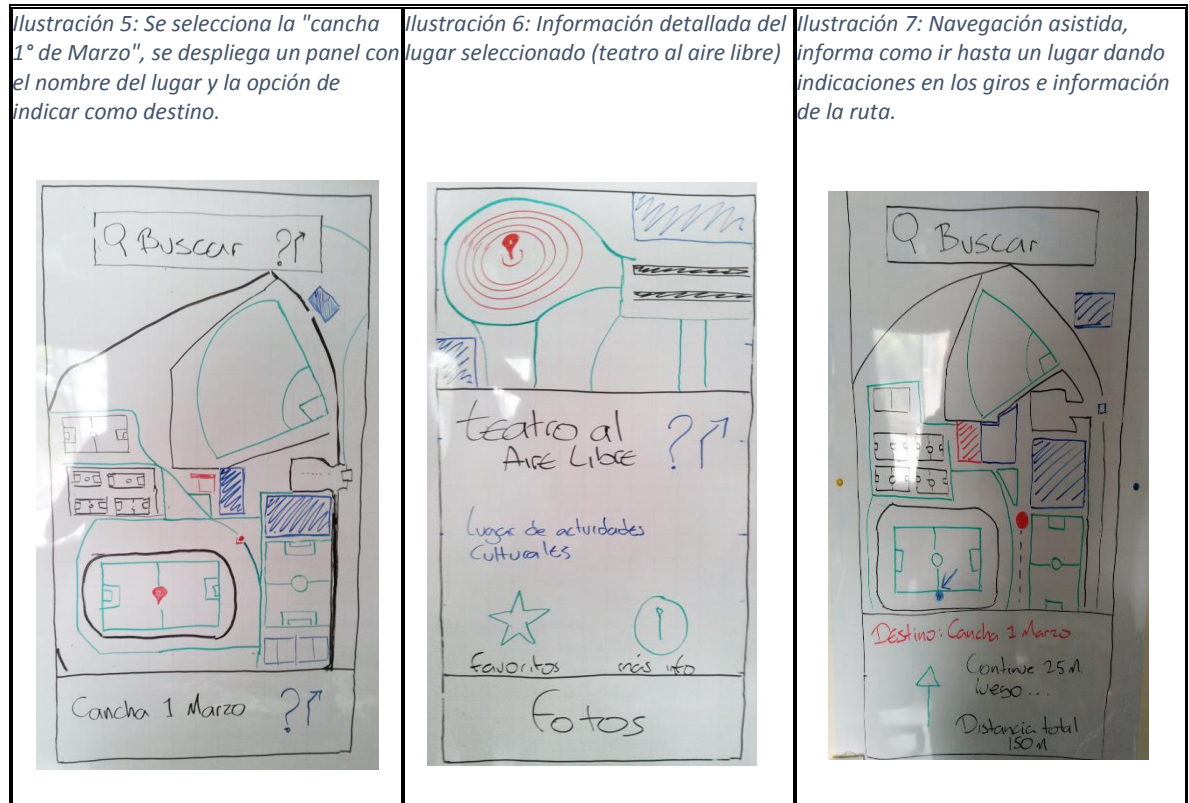


Ilustración 4: Ruta para ir de un punto cercano al usuario hasta la cancha 1° de Marzo.



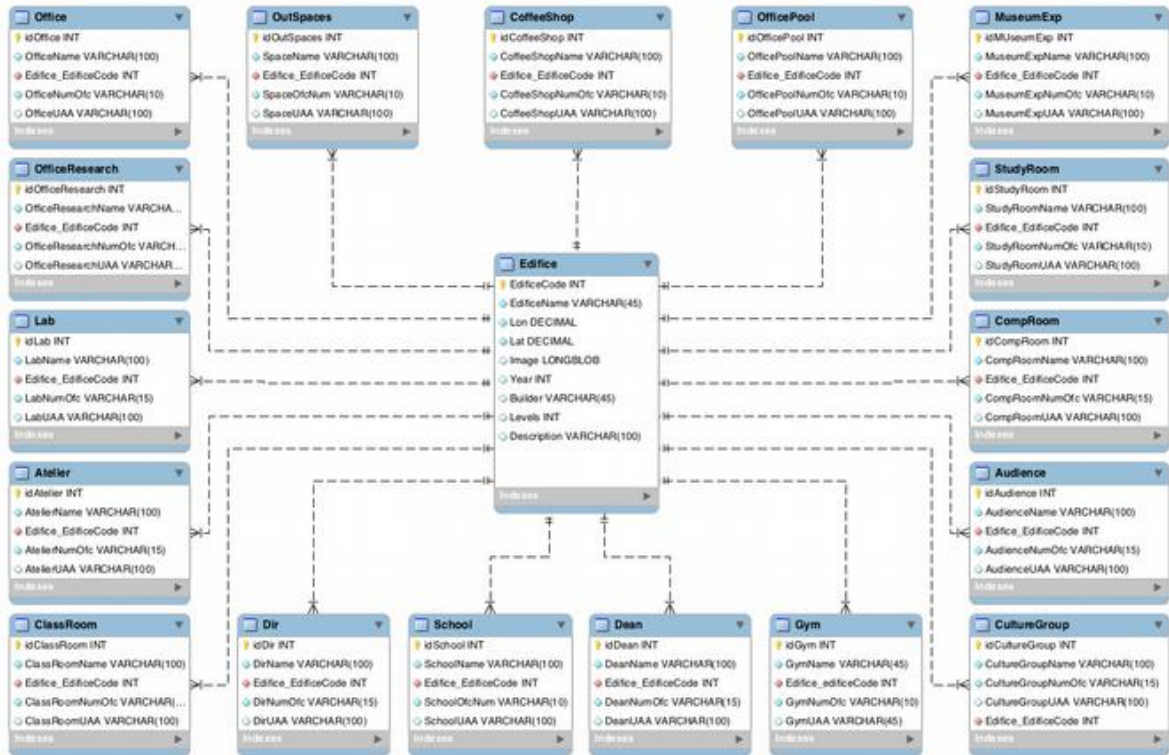
Anexo B: Prototipo No Funcional Rev 2

Los siguientes dibujos de la interfaz representan los nuevos requerimientos que surgieron de la evaluación del primer prototipo no funcional.



Anexo C: Base de datos

Figura 18: Diagrama E/R utilizado.



Se definieron las siguientes relaciones:

- **Edifice:** Representa cada edificio de la campus universitario.
 - Clave Primaria (PK): EdificeCode (INTEGER), usada como identificación.
 - EdificeName (VARCHAR): Etiqueta de cada identificación.
 - Image (BLOB): Binario de la imagen del edificio.
 - Year (INTEGER). Año de construcción del edificio.
 - Builder (TEXT). Empresa a la que se adjudicó la construcción del edificio.
 - Levels (INTEGER). Número de niveles del edificio.
 - Description (TEXT). Significado su acrónimo.
- **Dean:** Representa cada una de las decanaturas de la Universidad Industrial de Santander.
 - Clave Primaria (PK): idDean (INTEGER), usada como identificación.

- DeanName (VARCHAR). Etiqueta de cada identificación.
- Clave Foránea (FK): Edifice_EificeCode (INTEGER), Cada decanatura está localizada en un edificio.
- NumOfc (VARCHAR): Numero de registro dentro del edificio donde se encuentra.
- **School:** Representa cada una de las escuelas de la Universidad Industrial de Santander.
 - Clave Primaria (PK): idSchool (INTEGER), usada como identificación.
 - SchoolName (VARCHAR). Etiqueta de cada identificación.
 - Clave Foránea (FK): Edifice_EificeCode (INTEGER), Cada escuela está localizada en un edificio.
 - Clave Foránea (FK): Dean_idDean (INTEGER), Cada escuela pertenece a una decanatura.
 - NumOfc (VARCHAR): Numero de registro dentro del edificio donde se encuentra.
- **Labs:** Representa cada una de los laboratorios de la Universidad Industrial de Santander.
 - Clave Primaria (PK): idLabs (INTEGER), usada como identificación.
 - LabsName(VARCHAR). Etiqueta de cada identificación.
 - Clave Foránea (FK): School_idSchool (INTEGER), Cada laboratorio pertenece a una escuela.
 - Clave Foránea (FK): Dean_idDean (INTEGER), Cada laboratorio pertenece a una decanatura.
 - NumOfc (VARCHAR): Numero de registro dentro del edificio donde se encuentra.
- **StudyRoom:** Representa cada una de los centros de estudios de la Universidad Industrial de Santander.
 - Clave Primaria (PK): idStudyRoom (INTEGER), usada como identificación.
 - StudyRoomName(VARCHAR). Etiqueta de cada identificación.
 - Clave Foránea (FK): School_idSchool (INTEGER), Cada Centro de estudio pertenece a una escuela.
 - NumOfc (VARCHAR): Numero de registro dentro del edificio donde se encuentra.
- **Dir:** Representa cada una de las directrices de la Universidad Industrial de Santander.
 - Clave Primaria (PK): idDir (INTEGER), usada como identificación.

- DirName(VARCHAR). Etiqueta de cada identificación.
- Clave Foránea (FK): Edifice_EificeCode (INTEGER), Cada decanatura está localizada en un edificio.
- NumOfc (VARCHAR): Numero de registro dentro del edificio donde se encuentra.
- **Dependencies:** Representa cada una de las dependencias, que se encuentran a cargo de cada directriz.
 - Clave Primaria (PK): idDependencies (INTEGER), usada como identificación.
 - DependenciesName (VARCHAR). Etiqueta de cada identificación.
 - Clave Foránea (FK): Edifice_EificeCode (INTEGER), Cada dependencia está localizada en un edificio.
 - Clave Foránea (FK): Dir_idDir (INTEGER), Directriz a la que pertenece cada dependencia.
 - NumOfc (VARCHAR): Numero de registro dentro del edificio donde se encuentra.
- **SupportGroup:** Representa cada una de los grupos de apoyo, que se encuentran a cargo de cada directriz o dependencia.
 - Clave Primaria (PK): idSupportGroup (INTEGER), usada como identificación.
 - SupportGroupName (VARCHAR). Etiqueta de cada identificación.
 - Clave Foránea (FK): Edifice_EificeCode (INTEGER), Cada grupo de apoyo está localizado en un edificio.
 - Clave Foránea (FK): Dir_idDir (INTEGER), Cada grupo de apoyo pertenece a una directriz.
 - Clave Foránea (FK): Dependencies_idDependencies (INTEGER), Cada grupo de apoyo pertenece a una dependencia.
 - NumOfc (VARCHAR): Numero de registro dentro del edificio donde se encuentra.
- **Atelier:** Representa cada una de los talleres la Universidad Industrial de Santander
 - Clave Primaria (PK): idAtelier (INTEGER), usada como identificación
 - AtelierName(VARCHAR). Etiqueta de cada identificación
 - Clave Foránea (FK): Edifice_EificeCode (INTEGER), Cada decanatura está localizada en un edificio.
 - AtelierNumOfc (VARCHAR): Indica el número de aula, oficina o espacio asignado.

- AtelierUAA(VARCHAR): Información extra, Indica a que unidad académico administrativa pertenece.
- **Audience:** Representa cada una de los auditorios de la Universidad Industrial de Santander
 - Clave Primaria (PK): idAudience (INTEGER), usada como identificación
 - AudienceName(VARCHAR). Etiqueta de cada identificación
 - Clave Foránea (FK): Edifice_EificeCode (INTEGER), Cada decanatura está localizada en un edificio.
 - AudienceNumOfc (VARCHAR): Indica el número de aula, oficina o espacio asignado.
 - AudienceUAA(VARCHAR): Información extra, Indica a que unidad académico administrativa pertenece.
- **ClassRoom:** Representa las aulas especiales de la Universidad Industrial de Santander
 - Clave Primaria (PK): idClassRoom (INTEGER), usada como identificación
 - ClassroomName(VARCHAR). Etiqueta de cada identificación
 - Clave Foránea (FK): Edifice_EificeCode (INTEGER), Cada decanatura está localizada en un edificio.
 - ClassroomNumOfc (VARCHAR): Indica el número de aula, oficina o espacio asignado.
 - ClassroomUAA(VARCHAR): Información extra, Indica a que unidad académico administrativa pertenece.
- **CompRoom:** Representa la ubicación salas de informática de las escuelas de la Universidad Industrial de Santander
 - Clave Primaria (PK): idClassRoom (INTEGER), usada como identificación
 - ClassroomName (VARCHAR). Etiqueta de cada identificación
 - Clave Foránea (FK): Edifice_EificeCode (INTEGER), Cada decanatura está localizada en un edificio.
 - ClassroomNumOfc (VARCHAR): Indica el número de aula, oficina o espacio asignado.

- ClassroomUAA(VARCHAR): Información extra, Indica a que unidad académico administrativa pertenece.

- **CoffeeShop:** Representa la ubicación las cafeterías de la Universidad Industrial de Santander
 - Clave Primaria (PK): idCoffeeShop (INTEGER), usada como identificación
 - CoffeeShopName(VARCHAR). Etiqueta de cada identificación
 - Clave Foránea (FK): Edifice_EificeCode (INTEGER), Cada decanatura está localizada en un edificio.
 - CoffeeShopNumOfc (VARCHAR): Indica el número de aula, oficina o espacio asignado.
 - CoffeeShopUAA(VARCHAR): Información extra, Indica a que unidad académico administrativa pertenece.

- **CultureGroup:** Representa la ubicación de los grupos culturales de la Universidad Industrial de Santander
 - Clave Primaria (PK): idCultureGroup (INTEGER), usada como identificación
 - CultureGroupName (VARCHAR). Etiqueta de cada identificación
 - Clave Foránea (FK): Edifice_EificeCode (INTEGER), Cada decanatura está localizada en un edificio.
 - CultureGroupNumOfc (VARCHAR): Indica el número de aula, oficina o espacio asignado.
 - CultureGroupUAA(VARCHAR): Información extra, Indica a que unidad académico administrativa pertenece.

- **Dean:** Representa cada una de las decanaturas de la Universidad Industrial de Santander
 - Clave Primaria (PK): idDean (INTEGER), usada como identificación
 - DeanName (VARCHAR). Etiqueta de cada identificación
 - Clave Foránea (FK): Edifice_EificeCode (INTEGER), Cada decanatura está localizada en un edificio.
 - DeanNumOfc (VARCHAR): Indica el número de aula, oficina u espacio asignado.

- LabsUAA(VARCHAR): Información extra, Indica a que unidad académico administrativa pertenece.
- **Dir:** Representa cada una de las directrices de la Universidad Industrial de Santander
 - Clave Primaria (PK): idDir (INTEGER), usada como identificación
 - DirName(VARCHAR). Etiqueta de cada identificación
 - Clave Foránea (FK): Edifice_EificeCode (INTEGER), Cada decanatura está localizada en un edificio.
 - DirNumOfc (VARCHAR): Indica el número de aula, oficina o espacio asignado.
 - DirUAA(VARCHAR): Información extra, Indica a que unidad académico administrativa pertenece.
- **Gym:** Representa la ubicación del gimnasio de la Universidad Industrial de Santander
 - Clave Primaria (PK): idGym (INTEGER), usada como identificación
 - GymName(VARCHAR). Etiqueta de cada identificación
 - Clave Foránea (FK): Edifice_EificeCode (INTEGER), Cada decanatura está localizada en un edificio.
 - GymNumOfc (VARCHAR): Indica el número de aula, oficina u espacio asignado.
 - GymUAA(VARCHAR): Información extra, Indica a que unidad académico administrativa pertenece.
- **Lab:** Representa la ubicación los laboratorios de la Universidad Industrial de Santander
 - Clave Primaria (PK): idLab (INTEGER), usada como identificación
 - LabName(VARCHAR). Etiqueta de cada identificación
 - Clave Foránea (FK): School_idSchool (INTEGER), Cada laboratorio pertenece a una escuela.
 - Clave Foránea (FK): Dean_idDean (INTEGER), Cada laboratorio pertenece a una decanatura

- LabNumOfc (VARCHAR): Indica el número de aula, oficina o espacio asignado.
- LabUAA (VARCHAR): Información extra, Indica a que unidad académico administrativa pertenece.
- **MuseumExp:** Representa la ubicación de salas de exposición y museos de la Universidad Industrial de Santander
 - Clave Primaria (PK): idMuseumExp(INTEGER), usada como identificación
 - MuseumExpName(VARCHAR). Etiqueta de cada identificación
 - Clave Foránea (FK): Edifice_EificeCode (INTEGER), Cada decanatura está localizada en un edificio.
 - MuseumExpNumOfc (VARCHAR): Indica el número de aula, oficina o espacio asignado.
 - MuseumExpUAA(VARCHAR): Información extra, Indica a que unidad académico administrativa pertenece.
- **Office:** Representa la ubicación de las oficinas de la Universidad Industrial de Santander
 - Clave Primaria (PK): idOffice(INTEGER), usada como identificación
 - OfficeName(VARCHAR). Etiqueta de cada identificación
 - Clave Foránea (FK): Edifice_EificeCode (INTEGER), Cada decanatura está localizada en un edificio.
 - OfficeNumOfc (VARCHAR): Indica el número de aula, oficina o espacio asignado.
 - OfficeUAA(VARCHAR): Información extra, Indica a que unidad académico administrativa pertenece.
- **OfficePool:** Representa la ubicación de las oficinas de grupos de trabajo administrativos de la Universidad Industrial de Santander
 - Clave Primaria (PK): idOffice(INTEGER), usada como identificación
 - OfficePoolName(VARCHAR). Etiqueta de cada identificación
 - Clave Foránea (FK): Edifice_EificeCode (INTEGER), Cada decanatura está localizada en un edificio.
 - OfficePoolNumOfc (VARCHAR): Indica el número de aula, oficina o espacio asignado.

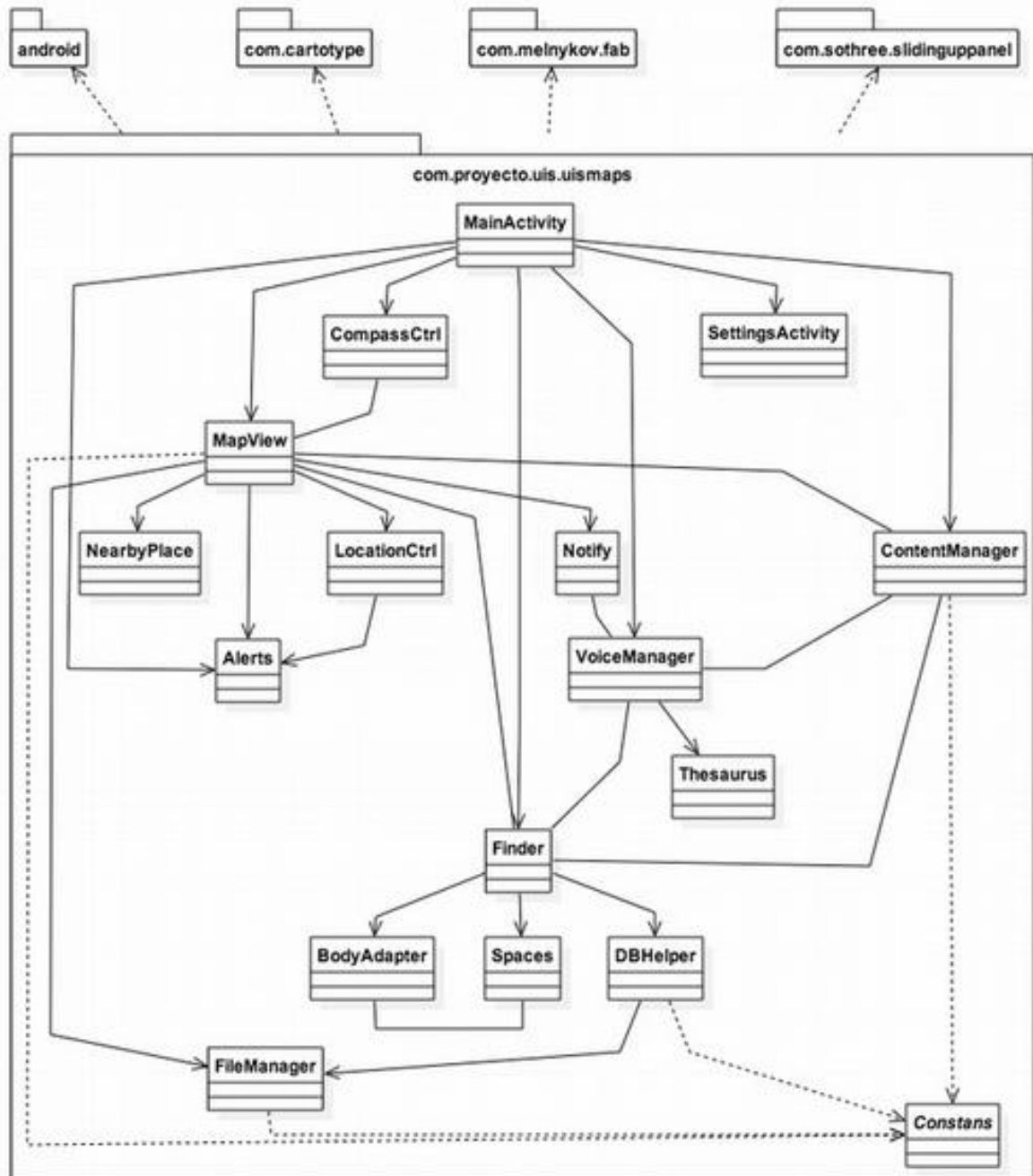
- OfficePoolUAA(VARCHAR): Información extra, Indica a que unidad académico administrativa pertenece.

- **OfficeResearch:** Representa la ubicación de las oficinas de investigación de la Universidad Industrial de Santander
 - Clave Primaria (PK): idOffice(INTEGER), usada como identificación
 - OfficeResearchName(VARCHAR). Etiqueta de cada identificación
 - Clave Foránea (FK): Edifice_EificeCode (INTEGER), Cada decanatura está localizada en un edificio.
 - OfficeResearchNumOfc (VARCHAR): Indica el número de aula, oficina o espacio asignado.
 - OfficeResearchUAA(VARCHAR): Información extra, Indica a que unidad académico administrativa pertenece.

- **StudyRoom:** Representa cada una de los centros de estudios de la Universidad Industrial de Santander
 - Clave Primaria (PK): idStudyRoom (INTEGER), usada como identificación
 - StudyRoomName(VARCHAR). Etiqueta de cada identificación
 - Clave Foránea (FK): School_idSchool (INTEGER), Cada Centro de estudio pertenece a una escuela.
 - Clave Foránea (FK): Dean_idDean (INTEGER), Cada Centro de estudio pertenece a una decanatura.
 - StudyRoomNumOfc (VARCHAR): Indica el número de aula, oficina o espacio asignado.
 - StudyRoomUAA(VARCHAR): Información extra, Indica a que unidad académico administrativa pertenece.

Anexo D: Diagrama de Paquetes

Figura 19: Diagrama de Paquetes.



A continuación se presenta las descripciones de las clases creadas para la creación de la aplicación:

Figura 20: Descripción de clases del diagrama de paquetes.

Nombre	MainActivity
Descripción	Clase principal de la aplicación, está se encarga de controlar las acciones necesarias al iniciar, pausar o terminar la aplicación.
Asociaciones	MapView, CompassCtrl, Alerts, Finder, ContentManager, SettingsActivity, VoiceManager.
Nombre	MapView
Descripción	Clase que implementa la API de CartoType y métodos necesarios para la visualización, interacción con el mapa, posición de usuario, rutas y puntos seleccionados.
Asociaciones	MainActivity, CompassCtrl, LocationCtrl, NeabyPlace, Alerts, Finder, ContentManager, Notify, FileManager, Constants.
Nombre	CompasCtrl
Descripción	Clase encargada de iniciar o detener los sensores de orientación y magnetómetro, implicados en el funcionamiento de la brújula de la aplicación, además de funciones relacionadas a la localización para determinar los objetos en la periferia al usuario.
Asociaciones	MapView, MainActivity

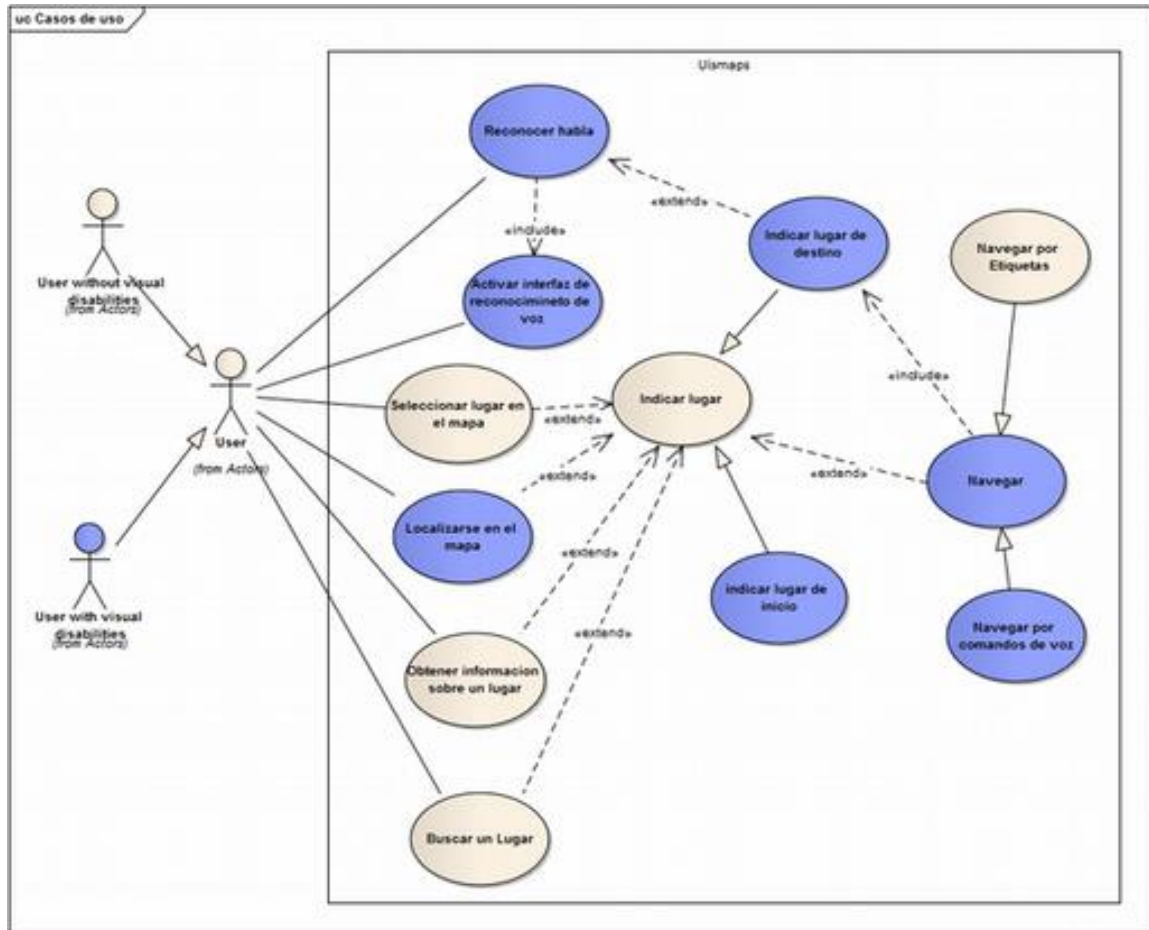
Nombre	SettingsActivity
Descripción	Actividad encargada de los ajustes de la aplicación a modo de ser guardados fuera del tiempo de ejecución.
Asociaciones	MainActivity
Nombre	ContentManager
Descripción	Clase que controla los diferentes elementos con los que el usuario interactúa (botones, textViews etc.)
Asociaciones	MainActivity, MapView, VoiceManager, Constans, Finder.
Nombre	Notify
Descripción	Realiza las notificaciones pertinentes dependiendo del tipo de interfaz activa
Asociaciones	VoiceManager, MapView
Nombre	LocationCtrl
Descripción	Controla el servicio de localización, iniciando o deteniendo si es necesario.
Asociaciones	MapView, Alerts
Nombre	NearbyPlace
Descripción	Clase creada para tener un tipo de objeto personalizado, a modo de tener en un mismo lugar el nombre, edificio, número de oficina de cada dependencia.
Asociaciones	MapView
Nombre	Alerts

Descripción	Clase encargada de realizar diferentes alertas con el propósito de informar al usuario.
Asociaciones	MapView, LocationCtrl, MainActivity.
Nombre	VoiceManager
Descripción	Lleva a cabo las acciones de reconocimiento de voz y síntesis de voz.
Asociaciones	MainActivity, ContentManger, Notify, Thesaurus, Finder.
Nombre	Thesaurus
Descripción	Realiza una abstracción de los términos clave del resultado del reconocimiento de voz, a modo de que además permita asociar las diferentes referencias de los edificios a su nombre real.
Asociaciones	VoiceManager
Nombre	Finder
Descripción	Controla las funciones de buscar en la base de datos y funciona como puente de la misma, a fin de tener una sola instancia de esta.
Asociaciones	MainActivity, MapView, VoiceManager, ContentManager.
Nombre	BodyAdapter
Descripción	Adaptador personalizado necesario para llenar el listView donde se listan las dependencias de los edificios junto a su número de oficina.

Asociaciones	Finder, Spaces.
Nombre	Spaces
Descripción	Tipo de objeto creado a fin de tener toda su información relacionada en un mismo lugar.
Asociaciones	Finder, BodyAdapter.
Nombre	BDHelper
Descripción	Clase asignada para el control de la base de datos SQLite, realiza las acciones de apertura, cierre y las diferentes consultas según sea necesario.
Asociaciones	Finder, FileManager, Constans.
Nombre	FileManager
Descripción	Verifica el estado de los archivos necesarios para la aplicación tales como mapa, fuente, estilo, base de datos. Si no existen los copia del contenido del paquete a la memoria del dispositivo.
Asociaciones	MapView, DBHelper, Constans.
Nombre	Constans
Descripción	Interfaz creada a fin de tener implementadas las constantes comunes para las clases.
Asociaciones	ContentManager, Mapview, FileManager, Dbhelper.

Anexo E: Diagrama de casos de uso

Figura 21: Diagrama de Caso de Uso UIMaps..



A continuación se presentan las definiciones de los casos de uso:

Tabla 8: Descripción caso de uso Localizarse en el mapa.

Caso de Uso	Localizarse en el Mapa	
Actor	Usuario	
Propósito	El usuario obtiene información de donde se encuentra ubicado en el campus.	
Descripción	Permite que el usuario identificar en que parte del campus universitario se encuentra ubicado.	
Precondiciones	Se debe tener encendido el dispositivo GPS.	
Flujo Principal	Acciones de Actores 1. Ejecutar las acciones para que el sistema determine la posición.	Respuestas del Sistema 2. Realiza la geolocalización del dispositivo. 3. localiza la posición en algún punto dentro del campus.
Poscondiciones	La posición obtenida puede ser seleccionada como punto de inicio, el sistema espera un punto de destino para iniciar la navegación.	

Tabla 9: Descripción caso de uso Buscar un lugar.

Caso de Uso	Buscar un Lugar	
Actor	Usuario	
Propósito	El usuario inserta un texto referente a un lugar del campus universitario en el panel de búsqueda.	
Descripción	Permite al usuario buscar lugares del campus universitario.	
Precondiciones	Se debe cargar la base de datos.	
Flujo Principal	Acción de Actores 1. Inserta un texto en el panel de búsqueda, del lugar que quiere encontrar.	Respuesta del Sistema

	4. Selecciona una opción de la lista desplegable.	2. Busca coincidencias entre el texto insertado y lugares en la base de datos. 3. Muestra las coincidencias en una lista desplegable. 5. Muestra la ubicación del lugar en el mapa.
Poscondiciones	El punto localizado en el mapa puede ser utilizado como lugar de inicio o de destino.	

Tabla 10: Descripción caso de uso Seleccionar lugar en el mapa.

Caso de Uso	Seleccionar lugar en el mapa	
Actor	Usuario	
Propósito	El usuario toca un punto en la pantalla para tomarlo como un lugar.	
Descripción	Permite al usuario establecer un lugar haciendo contando con el mapa en pantalla.	
Precondiciones	Se debe crear la vista del mapa del campus universitario.	
Flujo Principal	Acción de Actores 1. El usuario toca un lugar determinado del mapa.	Respuestas del Sistema 2. El sistema muestra el punto seleccionado en el mapa.
Poscondiciones	El sistema espera la acción del usuario, puede establecer el lugar como lugar de inicio o destino, o ver información referente al lugar.	

Tabla 11: Descripción caso de uso Indicar lugar.

Caso de Uso	Indicar Lugar
Actor	Usuario

Propósito	El sistema indica la ubicación del lugar solicitado en el mapa.	
Descripción	Permite al usuario saber en qué lugar del campus se encuentra ubicado.	
Precondiciones	Se debe haber señalado un lugar en el mapa.	
Flujo Principal	Acción de Actores	Respuestas del Sistema
	1. el Actor indica la opción, de marcar punto de inicio o punto de destino.	2. El sistema guarda el punto seleccionado como el lugar de inicio o destino. 3. el sistema carga información del lugar seleccionado.
Subflujo 1	Se ejecuta flujo principal del caso de uso Localizarse en el mapa	
Subflujo 2	Se ejecuta flujo principal del caso de uso Buscar Lugar	
Subflujo 3	Se ejecuta flujo principal del caso de uso Seleccionar lugar en el mapa	
Subflujo 4	Se ejecuta flujo principal del caso de uso Obtener información sobre un Lugar	
Poscondiciones	Si el punto seleccionado es un lugar de inicio, se espera un punto de destino. Si el punto seleccionado es un lugar de destino, se establece una ruta para iniciar la navegación.	

Tabla 12: Descripción caso de uso Indicar lugar de inicio.

Caso de Uso	Indicar lugar de inicio	
Actor	Usuario	
Propósito	El Usuario selecciona el botón de marcar punto de inicio.	
Descripción	Permite al usuario determinar un lugar de punto de partida.	
Precondiciones	Se debe indicar un punto en el mapa que representa un lugar.	
Flujo Principal	Acción de Actores	Respuestas del Sistema

	1. El usuario selecciona el botón punto de inicio.	2. El sistema marca el lugar como punto de inicio.
Subflujo 1 Localizarse en el mapa	1. el actor con discapacidad visual toca la pantalla para ubicar su posición en el campus.	2. El sistema toma su ubicación como punto de inicio.
Poscondiciones	El sistema queda a la espera de un punto de destino.	

Tabla 13: Descripción caso de uso Indicar Lugar de destino.

Caso de Uso	Indicar lugar de destino	
Actor	Usuario	
Propósito	El actor selecciona el botón punto de destino.	
Descripción	Permite al usuario determinar un lugar de destino al que desea llegar.	
Precondiciones	Se debe haber determinado un lugar de inicio.	
Flujo Principal	Acción de Actores	Respuestas del Sistema
	1. El usuario busca o selecciona un lugar de destino. 2. el Usuario selecciona el botón marcar punto de destino.	3. El sistema marca el lugar como punto de destino.
Subflujo 1	Se ejecuta Caso de uso Reconocer Habla.	
Poscondiciones	El sistema marca la ruta y empieza la navegación.	

Tabla 14: Descripción casos de uso Obtener información de un lugar.

Caso de Uso	Obtener información de un lugar	
Actor	Usuario	
Propósito	El usuario despliega una etiqueta con información del lugar.	
Descripción	Permite al Usuario ver información en una etiqueta desplegable del lugar que ha seleccionado.	
Precondiciones	Debe haber indicado un lugar en el mapa. La base de datos debe haberse cargado cargada.	
Flujo Principal	<p style="text-align: center;">Acción de Actores</p> <p>1. El usuario desliza su dedo de la parte inferior de la pantalla del celular hacia arriba.</p>	<p style="text-align: center;">Respuesta de sistema</p> <p>2. el sistema muestra información referente al lugar en un panel deslizable.</p>
Poscondiciones	Ninguna	

Tabla 15: Descripción caso de uso Activar interfaz de reconocimiento de voz.

Caso de Uso	Activar interfaz de reconocimiento de voz	
Actor	Usuario	
Propósito	El usuario puede activar la interfaz para personas con discapacidad visual.	
Descripción	Permite al usuario utilizar las herramientas de la navegación por voz.	
Precondiciones	Ninguna	
Flujo Principal	<p style="text-align: center;">Acción de Actores</p> <p>1. El usuario selecciona el botón ajustes.</p> <p>3. El Usuario selecciona la opción activar interfaz para invidentes.</p>	<p style="text-align: center;">Respuestas del Sistema</p> <p>2. el sistema despliega las opciones de ajustes.</p>

		4. El sistema abre la interfaz de navegación por voz.
Poscondiciones	Ninguno	

Tabla 16: Descripción Caso de uso reconocer habla.

Caso de Uso	Reconocer habla	
Actor	Usuario	
Propósito	El usuario indica por voz su lugar de destino.	
Descripción	Permite al usuario indicarle al sistema por medio del habla hacia dónde quiere ir	
Precondiciones	Se debe activar la interfaz de reconocimiento de voz	
Flujo Principal	<p style="text-align: center;">Acción de Actores</p> <p>1. el usuario con discapacidad visual palpa la pantalla para buscar un lugar por comando de voz.</p> <p>3. El usuario le habla al sistema, indicándole a dónde quiere ir.</p>	<p style="text-align: center;">Respuestas del Sistema</p> <p>2. el sistema le indica al usuario que hable.</p> <p>4. El sistema ubica el lugar.</p> <p>5. El sistema le indica a usuario que debe moverse para iniciar la navegación.</p>
Poscondiciones	El sistema determina una ruta para la navegación	

Tabla 17: Descripción Caso de uso Navegar.

Caso de Uso	Navegar
Actor	Usuario

Propósito	el usuario se desplaza según indicaciones del sistema	
Descripción	Permite al usuario moverse de un lugar de inicio a un lugar de destino, con indicaciones claras de cómo debe desplazarse.	
Precondiciones	Se de haber generado una ruta según el lugar de inicio y destino que se hallan establecido.	
Flujo Principal	<p style="text-align: center;">Acción del actores</p> <p>1. la persona se desplaza por la ruta obtenida.</p>	<p style="text-align: center;">Respuesta del Sistema</p> <p>2. El sistema realiza las indicaciones según el tipo de interfaz.</p>
Poscondiciones	Ninguna	

Tabla 18: Descripción caso de uso Navegar por etiquetas.

Caso de Uso	Navegar por etiquetas	
Actor	Usuario	
Proposito	El usuario se desplaza según indicaciones del sistema	
Descripción	Permite al usuario moverse de un lugar de inicio a un lugar de destino, con indicaciones por medio de etiquetas.	
Precondiciones	Se debe haber iniciado la navegación.	
Flujo Principal	<p style="text-align: center;">Acción del actores</p> <p>3. la persona se desplaza por la ruta señalada.</p>	<p style="text-align: center;">Respuesta del Sistema</p> <p>1. El sistema muestra en pantalla la ruta que debe tomar el usuario.</p> <p>2. El sistema despliega una etiqueta indicando la dirección por donde debe ir el usuario.</p> <p>4. El sistema cambia la información de la etiqueta mientras el usuario se desplaza.</p>

Poscondiciones	Ninguna
-----------------------	---------

Tabla 19: Descripción caso de uso Navegar por comandos de voz. Fuente: Autores.

Caso de Uso	Navegar por Comandos de Voz	
Actor	Usuario	
Proposito	El usuario se desplaza según indicaciones del sistema	
Descripción	Permite al usuario moverse de un lugar de inicio a un lugar de destino, con indicaciones por medio de comandos de voz	
Precondiciones	Se debe haber iniciado la navegación. La interfaz para personas con discapacidad visual debe estar activada.	
Flujo Principal	Acción del actores	Respuesta del Sistema
	2. la persona se desplaza según las indicaciones.	1. El sistema le indica por comandos de voz hacia donde desplazarse. 3. El sistema indica por comandos de voz que lugares hay alrededor.
Poscondiciones	Ninguna	

Anexo F: Inventario

EDIFICIO	ÁREAS CAMPUS UNIVERSITARIO (CÓDIGO)														TOTAL DE ESPACIOS	
	5	9	18	21	31	32	33	34	50	51	56	59	60	71		72
Portería Carrera 27	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Centro Cultural Luis A. Calvo	2	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	4	0	0	2	11
Edificio Administración	15	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
Edificio INSED	11	5	1	0	0	1	0	0	0	2	1	0	0	0	21	
Teatro al aire libre José Antonio Galán	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Edificio Administración 2	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	12	
Edificio Bienestar Universitario	7	10	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	22	
La perla	3	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	5	
Edificio Mantenimiento y Planta Física	2	2	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	10	
Edificio Ingeniería Mecánica	0	4	1	1	7	2	0	1	0	0	1	0	0	1	18	
Aula Máxima de Mecánica	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
Biblioteca	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	5	
Planta Telefónica	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
Edificio Instituto de Lenguas	0	2	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	5	
Edificio Ingeniería Industrial	2	1	1	3	3	0	0	1	1	4	3	0	0	1	20	
Lab. Fisiología y Morfología Vegetal	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
Edificio Lab. Livianos	2	3	1	2	36	0	1	4	3	0	2	0	0	4	60	
Edificio Camilo Torres	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	4	
CENTIC	0	3	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	7	
Edificio CAPRUIS - FAVUIS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Edificio Federico Mamitza Bayer	0	0	0	2	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	7	
Edificio Ingeniería Eléctrica y Electrónica	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	
Edificio Lab. de Posgrados	2	0	0	0	17	0	0	0	0	0	1	0	0	0	20	
Edificio Ing. Química	0	7	0	0	22	1	0	1	0	2	1	0	0	0	34	
Edificio Aula Máxima de Ciencias	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2	4	
CICELPA / CEIAM	2	2	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	
Edificio de Alta Tensión	2	1	1	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	
Lab. de Hidráulica	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Lab. de Diseño Industrial	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
Edificio Planta de Aceros	0	0	0	0	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	8	
Edificio Jorge Bautista Vesga	0	6	1	6	16	1	1	3	7	0	3	0	0	3	47	
Edificio Lab. Pesados	3	4	1	14	12	1	1	2	3	0	1	0	0	2	44	
Edificio Daniel Casas	0	3	0	0	0	3	0	1	6	1	0	0	0	1	15	
Edificio Residencias Estudiantiles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Portería carrera 30	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	
Kiosco Campos deportivos	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Ciencias Humanas	7	12	0	7	2	0	1	7	1	1	0	0	0	7	46	
Jardinería	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cancha de tenis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cancha 1 de marzo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Cancha de Fútbol sur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Canchas múltiples	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Coliseo UIS	0	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	6	
Diamante de sóftbol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
CENIVAM	2	4	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	10	
Cafetería Don Cafeto	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Portería Acceso Carrera 25	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Edificio Caracterización de Materiales	0	3	0	0	6	0	0	0	1	0	0	0	0	0	10	
TOTALES =	64	94	18	37	154	21	4	27	27	15	20	4	2	23	5	515

ÁREAS CAMPUS UNIVERSITARIO	
CÓDIGO	TIPO DE ESPACIO
5	Oficina Pool
9	Oficina
18	Cafetería
21	Oficina Investigación
31	Laboratorio
32	Talleres
33	Oficina Decano
34	Oficina Director
50	Aula Especial
51	Auditorio
56	Salas De Informática
59	Danzas, Tuna, Rítmica
60	Gimnasio / Cancha Cubierta
71	Centros De Estudio
72	Museos O Exposiciones

Anexo G: Cuestionario

Para la realización de este cuestionario se usó la herramienta de formularios de Google Drive¹⁸, la cual permite una fácil creación, visualización y análisis. A continuación se presenta la estructura del cuestionario:

Tabla 20: Cuestionario UISMaps Primera parte.



The image shows a Google Forms questionnaire titled "UISMaps". The form is set against a light gray grid background. At the top right, there is a button labeled "Editar este formulario". The main title "UISMaps" is centered at the top. Below the title, a message reads: "Gracias por utilizar UisMaps, Ahora te haremos algunas preguntas sobre tu experiencia de uso." A red asterisk indicates that the following question is mandatory: "*Obligatorio". The first question is "¿Qué le pareció la aplicación? *", which is a Likert scale from 0 to 5. Below the scale, the labels "Mala" and "Muy Buena" are shown with radio buttons. The second question is "¿Le funcionó la aplicación? *", with a subtext: "Al ser una versión beta, puede ser inestable, contener pequeños errores y no funcionarle a todos :(". It has two radio button options: "Si" and "No". The third question is "¿Funcionó pero generó un error inesperado o comportamiento no deseado? *", with a subtext: "Es decir, ¿Encontraste un bug?. Por favor cuéntanos que estabas haciendo." Below this question is a large text input area. The fourth question is "¿Que teléfono tienes? *", with a subtext: "Marca." and a dropdown menu. The fifth question is "¿Que referencia es? *", with a subtext: "Nos sería muy útil." and a text input field. The sixth question is "¿Sabes que versión de android tiene? *", with a dropdown menu. The seventh question is "¿Tienes plan de datos? *", with two radio button options: "Si" and "No".

¹⁸ Tomado de: <https://www.google.com/intl/es/forms/about/> , Formularios de Google, crea y analiza encuestas de forma gratuita.

Tabla 21: Cuestionario UISMaps segunda parte. Fuente: Autores.

¿Le fue fácil utilizar la aplicación? *

Sí

No

De que forma le sirvió ésta aplicación: *
Por favor seleccione una o varias según considere.

Encontrar un lugar.

Conocer un lugar nuevo.

Me indicó como llegar a donde quería ir.

Aprendí algo nuevo de la U.

Ya no me pierdo.

¿Cree que el uso de ésta aplicación facilita la visita al campus universitario? *

Sí

No

¿Volvería a utilizar la aplicación UISMaps? *


Sí

No

Tiene algún comentario?
Felicitación, sugerencia, pregunta...

[Enviar](#)

Nunca envíe contraseñas a través de Formularios de Google.

Con la tecnología de  Google Forms.

Google no creó ni aprobó este contenido.
[Denunciar abuso](#) - [Condiciones del servicio](#) - [Condiciones adicionales](#)

Anexo H: Evaluación de calidad del software

1. Propósito de la Evaluación

Se pretende determinar la calidad interna y externa del software, y que el producto cuenta con las exigencias y características que debe tener un software de alta calidad.

2. Tipo de producto

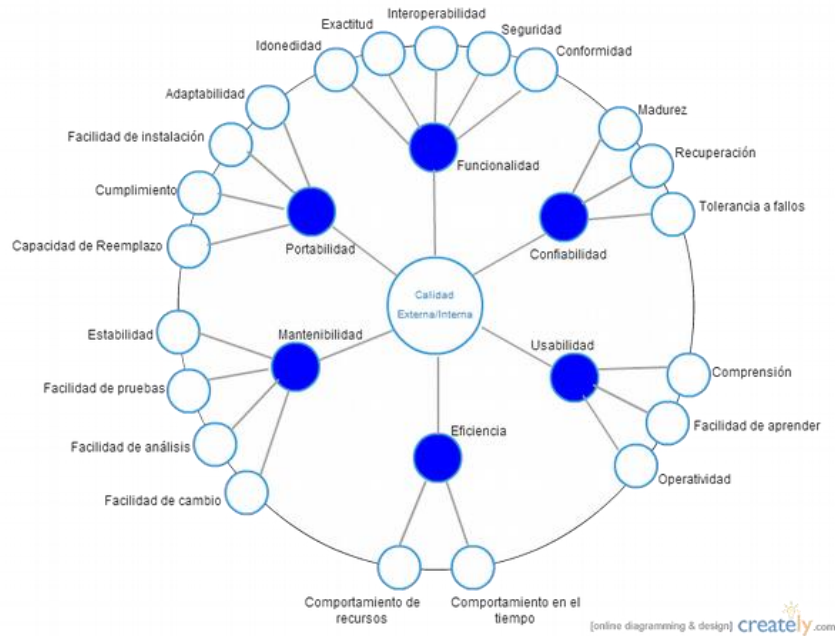
El software a evaluar consiste es un sistema de información geográfico móvil, diseñado para el campus universitario sede principal de la Universidad Industrial de Santander. La aplicación ayuda a las personas navegar dentro del campus principal, obteniendo información relevante, sobre dónde están y hacia dónde quieren ir, Además cuenta con una interfaz para personas que sufran de alguna discapacidad visual.

3. Modelo de calidad

Para evaluar el software es necesario seleccionar las características de calidad relevantes, para lo cual usamos el estándar ISO/IEC 9126 como una guía, el cual define seis categorías de calidad Externa/Interna del software: funcionalidad, fiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad y portabilidad.

Y cada categoría contiene categorismos que permiten una evaluación más profunda del software, y mejor calificación de su categoría correspondiente.

Tabla 22: Diagrama categorías evaluación del software. Fuente: Creately.com



4. Especificación de la evaluación

Funcionalidad

Conjunto de atributos que se relacionan con la existencia de un conjunto de funciones y sus propiedades específicas. Las funciones son aquellas que satisfacen lo indicado o implica necesidades.

- **Idoneidad**, Se enfoca a evaluar si el software cuenta con un conjunto de funciones apropiadas para efectuar las tareas que fueron especificadas en su definición.

La aplicación como sistema de información geográfico cuenta con todas las funciones apropiadas para efectuar las tareas necesarias de un SIG.

- **Exactitud**, Permite evaluar si el software presenta resultados o efectos acordes a las necesidades para las cuales fue creado.

Para esta aplicación la información de localización del usuario depende mucho de la conexión GPS, la cual puede verse interrumpida por factores climáticos y por los mismos edificios, debido a esto la acción de ubicación una persona podría no ser muy precisa.

Por otro lado la ubicación de edificios y espacios del campus universitario se encuentran referenciados correctamente en el mapa, haciéndolos fáciles de identificar.

- **Interoperabilidad**, Permite evaluar la habilidad del software de interactuar con otros sistemas previamente especificados.

La aplicación está perfectamente diseñada para utilizar los recursos que requieren su adecuado funcionamiento como SIG, como lo es el uso del GPS del dispositivo móvil.

Además cuenta con todas las implementaciones en código Java, para ser utilizada bajo sistema operativo Android.

- **Seguridad**, Se refiere a la habilidad de prevenir el acceso no autorizado, ya sea accidental o premeditado, a los programas y datos.

La aplicación crea una carpeta en la memoria del dispositivo, con archivos necesarios para el correcto funcionamiento de la aplicación. Como son, base de datos, mapa, fuentes y estilos. Los cuales no cuentan con ningún tipo de protección ya que no registra ningún dato del usuario.

La aplicación advierte y solicita los permisos de control de hardware, almacenamiento, ubicación GPS y comunicación de red al usuario.

- **Conformidad**, Evalúa si el software se adhiere a estándares, convenciones o regulaciones en leyes y prescripciones similares.

La aplicación fue implementada bajo las técnicas de prácticas de buena programación, guiadas por el director del proyecto.

Las librerías y herramientas utilizadas, cuentan con los permisos para su utilización, algunas permiten su uso con fines de evaluación y otras funcionando bajo licencia GPL. Ajustándose al alcance del proyecto.

Confiability

Conjunto de atributos relacionados con la capacidad del software de mantener su nivel de prestación bajo condiciones establecidas durante un período de tiempo establecido.

- **Madurez**, Permite medir la frecuencia de falla por errores en el software.

Las fallas por parte del sistema fueron mínimas y funcionamiento del software en las pruebas realizadas, fue óptimo.

- **Recuperación**, Se refiere a la capacidad de restablecer el nivel de operación y recobrar los datos que hayan sido afectados directamente por una falla, así como al tiempo y el esfuerzo necesarios para lograrlo.

No se presentó ninguna falla que afecte directamente los datos, para recobrar su nivel de operación simplemente debe volverse a reiniciar, con un tiempos entre 30 y 125 mili segundos para restablecer su nivel de operación.

- **Tolerancia a fallos**, Se refiere a la habilidad de mantener un nivel específico de funcionamiento en caso de fallas del software o de cometer infracciones de su interfaz específica.

Después de una falla, las interfaces no se vieron afectadas de ninguna manera. Solo en casos muy específicos y difíciles de repetir, se tuvo que forzar el cierre de la aplicación.

Usabilidad

Conjunto de atributos relacionados con el esfuerzo necesitado para el uso, y en la valoración individual de tal uso, por un establecido o implicado conjunto de usuarios.

- **Comprensión**, Se refiere al esfuerzo requerido por los usuarios para reconocer la estructura lógica del sistema y los conceptos relativos a la aplicación del software.

La aplicación en primera instancia no es fácil de comprender, Sin embargo la aplicación cuenta con tutoriales que guían al usuario para su adecuado uso.

- **Facilidad de Aprender**, Establece atributos del software relativos al esfuerzo que los usuarios deben hacer para aprender a usar la aplicación.

Después de relacionarse con la interfaz de la App, el aprender cómo utilizarle se vuelve muy intuitivo, las personas aprenden rápidamente.

- **Operatividad**, Agrupa los conceptos que evalúan la operación y el control del sistema.

El control del software es totalmente sencillo, no requiere de complicados procesos para su funcionamiento, lo que facilita el uso por parte de los usuarios.

Eficiencia

Conjunto de atributos relacionados con la relación entre el nivel de desempeño del software y la cantidad de recursos necesitados bajo condiciones establecidas.

- **Comportamiento en el tiempo**, Atributos del software relativos a los tiempos de respuesta y de procesamiento de los datos.

El tiempo de respuesta con respecto a información de edificio es eficiente, ya que la información se maneja de una base de datos local y su ubicación en el mapa es inmediata.

Las condiciones de respuesta para la localización de la persona por medio de GPS, varía mucho, ya que depende de muchos factores externos. Sin embargo la respuesta en buenos estados no supera los 40 segundos.

- **Comportamiento de recursos**, Atributos del software relativos a la cantidad de recursos usados y la duración de su uso en la realización de sus funciones.

Para que el usuario pueda conocer su ubicación, el software requiere constantemente estar conectado vía GPS, esto genera un alto consumo de batería del dispositivo.

Mantenibilidad

Conjunto de atributos relacionados con la facilidad de extender, modificar o corregir errores en un sistema software.

- **Estabilidad**, Capacidad del software de tener un desempeño normal a pesar de hacerse modificaciones.

Gracias al GitHub, se puede llevar un control de versiones. Lo cual permite hacer modificaciones, sin necesidad de generar un mal funcionamiento en la aplicación.

- **Facilidad de análisis**, Relativo al esfuerzo necesario para diagnosticar las deficiencias o causas de fallas, o para identificar las partes que deberán ser modificadas.

Se requiere de alguien familiarizado con el código de implementación para encontrar las posibles fallas del sistema.

En caso de que la falla se produzca después de algún cambio realizado, el control de versiones permite retomar una versión anterior fácilmente.

- **Facilidad de cambio**, Capacidad del software para que alguna de sus partes pueda ser modificado.

El sistema no puede ser fácilmente modificado requiere de un conocimiento amplio de su implementación.

- **Facilidad de pruebas**, Capacidad del que tiene el software para que la modificación pueda ser válida.

La utilización de la herramienta Android Studio permite depurar la información en diferentes tipos de dispositivos móviles Android, a través de su emulador. Sin embargo para efectos prácticos de la aplicación se requieren pruebas con usuarios finales, según la modificación.

Portabilidad

Conjunto de atributos relacionados con la capacidad de un sistema software para ser transferido desde una plataforma a otra.

- **Adaptabilidad**, Evalúa la oportunidad para adaptar el software a diferentes ambientes sin necesidad de aplicarle modificaciones.

La aplicación solo fue diseñada para sistemas operativos Android, por lo cual no se podría cambiar de plataforma sin hacerle cambios.

- **Facilidad de Instalación**, Es el esfuerzo necesario para instalar el software en un ambiente determinado.

El proceso de instalación de la aplicación es totalmente sencillo, y no requiere mucho esfuerzo.

- **Cumplimiento**, Permite evaluar si el software se adhiere a estándares o convenciones relativas a portabilidad.

Solo para sistemas operativos Android, la aplicación se diseñó para utilizar librerías que comparte junto con otras aplicaciones y se puede utilizar en diferentes versiones.

- **Capacidad de reemplazo**, Se refiere a la oportunidad y el esfuerzo usado en sustituir el software por otro producto con funciones similares.

La aplicación no presenta relación con alguna otra aplicación.

5. Aplicaciones de Métricas

Las métricas presentan las calificaciones de cada uno de los atributos de calidad. Que van desde el 0 al 10 donde 0 es la calificación menos satisfactoria y 10 es la calificación más satisfactoria. El peso se multiplica por la calificación obtenida y esto nos da la calificación final. Contiene una columna que presenta el valor ideal para cada uno de los sub-atributos. Para obtener la calificación final, los sub-atributos se sumaron y se compararon con el puntaje ideal.

Tabla 23: Resultados métricas calidad de software

Categoría/Sub-categoría	Peso	Calificación	Total	Ideal	
FUNCIONALIDAD					
• Idoneidad	5	10	50	10	50
• Exactitud	5	8	40	10	50
• Interoperabilidad	5	10	50	10	50
• Seguridad	5	9	45	10	50
• Conformidad	5	10	50	10	50
CONFIABILIDAD					
• Madurez	5	9	45	10	50
• Recuperación	5	8	40	10	50
• Tolerancia de fallos	5	8	40	10	50
USABILIDAD					
• Comprensión	5	8	40	10	50
• Facilidad de Aprender	5	10	50	10	50
• Operatividad	5	10	50	10	50

EFICIENCIA					
• Comportamiento en el tiempo	5	9	45	10	50
• Comportamiento de recursos	5	8	40	10	50
MANTENIBILIDAD					
• Estabilidad	5	10	50	10	50
• Facilidad de Análisis	5	8	40	10	50
• Facilidad de Cambio	5	6	30	10	50
• Facilidad de pruebas	5	9	45	10	50
PORTABILIDAD					
• Adaptabilidad	5	0	0	0	0
• Facilidad de Instalación	5	8	40	10	50
• Cumplimiento	5	8	40	10	50
• Capacidad de Reemplazo	5	10	50	10	50
TOTALES =			880		1000

Porcentaje en relación al 100% = 88%

Con el proceso de estudio de evaluación del software y la definición de las métricas, obtenemos como resultado un 88% en calificación a la calidad Externa e interna del software.

En adaptabilidad se le dio una máxima calificación de cero, dado que la aplicación se diseñó desde un principio para Android, y no se contempló otros sistemas operativos.