



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
**Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

“IMPLEMENTACIÓN DE UNA APLICACIÓN MÓVIL EN SISTEMA  
ANDROID PARA LA GEOLOCALIZACIÓN DE LUGARES Y  
AULAS CON TECNOLOGÍAS DE MAPAS Y REALIDAD  
AUMENTADA”

**INFORME DE PROYECTO INTEGRADOR**

Previa a la obtención del Título de:

**INGENIERO EN CIENCIAS COMPUTACIONALES**  
**ESPECIALIZACIÓN SISTEMAS DE INFORMACIÓN**

**Presentado por:**

**SERGIO GUSTAVO SUÁREZ CRUZ**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**AÑO: 2015**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco de una manera especial:

A quienes conforman el grupo GT-IDE de investigación de la facultad de Ciencias de la Tierra, por la ayuda ofrecida en el área geográfica, debido a que ésta área en computación no es ampliamente manejada. También les agradezco por el soporte de los datos.

A la comunidad de Software Libre Kokoa por la invaluable cooperación en el desarrollo del backend, el posterior mantenimiento, y desarrollo de esta plataforma.

A ESPOLE por las oportunidades brindadas, las cuales supe aprovechar cada día de mi etapa profesional.

Sergio Suárez Cruz.

## DEDICATORIA

A mis padres y hermanas por estar siempre pendientes de mi, por apoyarme durante toda mi etapa profesional y evitar que decaiga en la lucha de conseguir culminar con éxito mi carrera profesional.

A mi querida esposa por su comprensión y apoyo durante esta etapa de mi vida.

A mi pequeña y amada hija por ser la motivación e inspiración para ser un mejor ser humano y profesional cada día.

Sergio Suárez Cruz.

## TRIBUNAL DE EVALUACIÓN

---

**Ph.D. Mónica Villavicencio**  
PROFESOR EVALUADOR

---

**Msc. Rafael Bonilla**  
PROFESOR EVALUADOR

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“La responsabilidad y la autoría del contenido de este Trabajo de Titulación me corresponde exclusivamente; y doy mi consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

---

**SERGIO GUSTAVO SUÁREZ CRUZ**

## RESUMEN

El crecimiento del uso de las tecnologías multimedia en los diferentes aspectos de la vida cotidiana han hecho que herramientas como la realidad aumentada (RA) sea usada como un medio para mejorar la colaboración entre un entorno real y uno virtual. Los campos de aplicación de la RA son diversos, uno de ellos y uno de los más utilizados es la geo localización de lugares. Debido a esto, el objetivo del presente proyecto es realizar un análisis exhaustivo de la viabilidad de aplicar RA y los mapas en tecnologías móviles, a través del desarrollo de una aplicación móvil en el sistema operativo Android para la facultad FIEC, para identificar los beneficios del uso de la RA en aplicaciones de este tipo. Durante la etapa de desarrollo se procedió a implementar un modo Mapa dentro de la aplicación para rutas internas usando los servicios de Google Maps y un visualizador para consultar información sobre las edificaciones en 3D de la FIEC. Con la finalidad de mejorar la experiencia de los usuarios durante el uso de la aplicación se agregó como información adicional detalles de los diferentes horarios de las aulas disponibles en los edificios de FIEC; dicha información está integrada con el Centro de Servicios Informáticos (CSI), esto les permite obtener en tiempo real sus horarios y la ubicación de sus clases. Finalmente, en la etapa de prueba se realizó una encuesta de campo con el objetivo de medir la utilidad de la geo localización en este tipo de aplicaciones. Además, la retroalimentación recibida a través del estudio de campo, puede ser utilizada en estudios futuros con la finalidad de mejorar la experiencia del usuario en aplicaciones de este tipo.

## ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO .....	II
DEDICATORIA .....	III
TRIBUNAL DE EVALUACIÓN .....	IV
DECLARACIÓN EXPRESA .....	V
RESUMEN .....	VI
ÍNDICE GENERAL .....	VII
CAPÍTULO 1 .....	1
1. ANÁLISIS DEL PROBLEMA .....	1
1.1. Causas .....	1
1.2. Efectos .....	3
1.3. Soluciones Similares .....	4
CAPÍTULO 2 .....	5
2. ANÁLISIS DE LA PROPUESTA .....	5
2.1. Análisis de la estructura propuesta .....	5
CAPÍTULO 3 .....	9
3. IMPLEMENTACIÓN .....	9
3.1. Herramientas .....	9
3.2. Aplicación Móvil .....	10
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	15
Conclusiones .....	15
Recomendaciones .....	17
BIBLIOGRAFÍA .....	18
ANEXOS .....	19
Encuesta de uso de la aplicación .....	19
Código fuente .....	20

# CAPÍTULO 1

## 1. ANÁLISIS DEL PROBLEMA

### 1.1. Causas

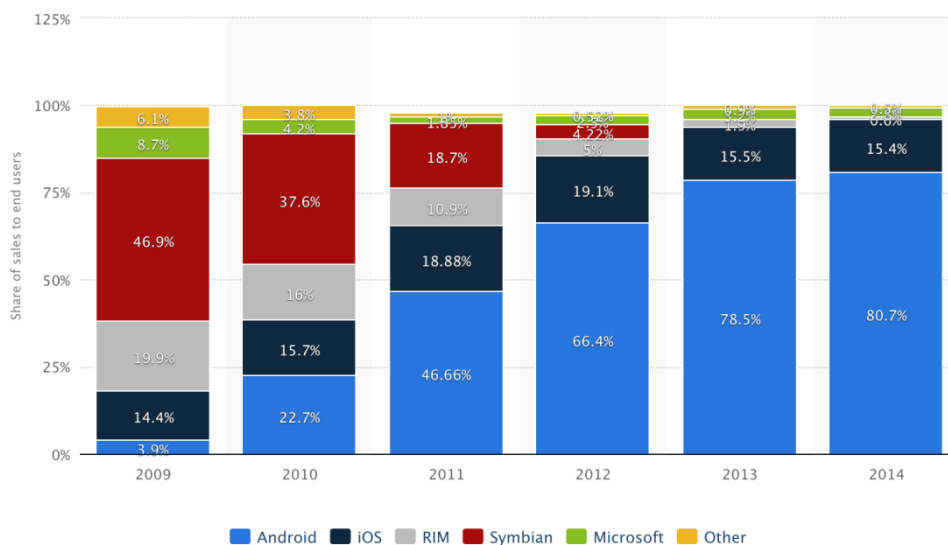
En la actualidad el campus “Gustavo Galindo” abarca 690 hectáreas, de las cuales 40 están urbanizadas, 40 se utilizarán para expansión futura y 600 han sido declaradas bosque protector de la ESPOL[1]. La extensión de este campus y la carencia de una buena señalética a lo largo de las diferentes facultades ocasiona a los estudiantes de la ESPOL una serie de inconvenientes con la ubicación de las edificaciones que tienen sus facultades durante el inicio de cada término.

Existe una población estudiantil de aproximadamente más de 7000 alumnos, debido a la cantidad de alumnos y la variedad de edificaciones se agudiza el problema de la ubicación dentro del campus, llegar a las clases en el tiempo adecuado se vuelve un inconveniente al menos si el estudiante es novato o si está iniciando un nuevo término e incluso llevan años estudiando en ESPOL. A pesar de que los edificios y aulas poseen códigos para ser distinguido unos de otros, localizar las aulas y encontrar la información adecuada sobre cada una de ellas representa en ocasiones un contratiempo. Encontramos alumnos que sus primeros días de clase resuelven no entrar a ella porque por desconocimiento de su ubicación, llegan con retraso y en ocasiones esto produce molestia a algunos docentes, quienes adoptan políticas dentro de sus clases con la finalidad de fomentar la puntualidad en los politécnicos. En consecuencia, el objetivo del presente proyecto es ofrecer una solución que minimice la gravedad de la desubicación dentro del campus considerando como parte de la solución diseñar una aplicación móvil



que mediante el uso de RA brinde la ubicación e información de horarios y aulas dentro de una parte del campus antes mencionado.

De acuerdo con los datos estadísticos ofrecidos por el INEC sólo en el año 2013, en Ecuador existían 839.705 usuarios de teléfonos inteligentes. El 12,2% de estos usuarios poseían un teléfono inteligente (Smartphone). Mientras que en el 2011 la cifra era del 8,4% lo cual demuestra el incremento en el uso de este tipo de teléfonos[2]. Se desconoce de manera precisa cuántos de los smartphones utilizados usan como sistema operativo Android en cualquiera de sus versiones, pero como estadística mundial se conoce que hay un incremento en el mercado de teléfonos que usan Android en los últimos cuatro años, teniendo un porcentaje del 80.7%[3]. Lo que corrobora el crecimiento de usuarios del sistema operativo Android.



© Statista 2015

Figura 1.1: Mercado mundial en poder de los sistemas operativos de teléfonos inteligentes a partir de 2009 a 2014. [3]

## 1.2. Efectos

Actualmente, un grupo de investigadores de la Facultad de Ciencias de la Tierra (FICT) procedió a realizar el primer levantamiento de información de todas las edificaciones de ESPOL tanto de aulas, servicios administrativos y logísticos. Dicha información es depurada previa a su liberación mediante un cronograma establecido por los investigadores y aunque todos los datos obtenidos estén disponibles para ser utilizados, no existía un proyecto que los usará. Por otro lado, el Centro de Servicios Informáticos (CSI) brinda información de las aulas y horarios de la comunidad politécnica a través de sus Web services que son actualizados semestralmente, ésta podría ser integrada mediante alguna solución con la información obtenido por los investigadores de la FICT.

Ubicarse de manera correcta en el menor tiempo posible dentro del campus y poder conocer exactamente las aulas donde serán impartidas las clases, representa una necesidad que hay que satisfacer de una manera óptima y sencilla. Considerando lo descrito con anterioridad, el presente proyecto busca diseñar una aplicación móvil que vincule tecnologías innovadoras como la Realidad Aumentada para ofrecer un mapa virtual en un sistema operativo móvil muy usado como Android. Con la finalidad de usar conceptos de geo localización y permitirle al usuario conocer como llegar a los edificios dentro del campus a los cuales desea llegar, durante la etapa de diseño del presente proyecto se contempló la posibilidad de aprovechar los resultados de las investigaciones realizadas por la FICT para así poder ofrecer una solución más precisa al problema de localización de aulas y de horarios dentro de ESPOL.

### **1.3. Soluciones Similares**

Existen diversas aplicaciones para la geo localización de lugares en el mercado, sin embargo no existe una concreta para la administración e integración de horarios sobre edificaciones para universidades en diferentes perspectivas de la tecnología que no sea mapas estáticos. Dentro del campus de ESPOL lo más cercano al desarrollo de la solución que brinda esta implementación, es un visor geográfico en sus primeras versiones de funcionalidad porque inicia del levantamiento de información realizada por el grupo de investigadores de FICT; el mismo que está orientado a la geo localización de edificaciones administrativas, aulas, bloques y parqueaderos en un portal Web con mapas de Google y tienen como fecha de primera liberación para el prototipo, el segundo término académico del 2015.

## CAPÍTULO 2

### 2. ANÁLISIS DE LA PROPUESTA

En el análisis de la propuesta se construyó una metodología para el trabajo general en el proyecto, la misma que se orientó a las tareas más generales. Se han separado en tres fases las cuales podemos observarlas en la Figura 2.1:

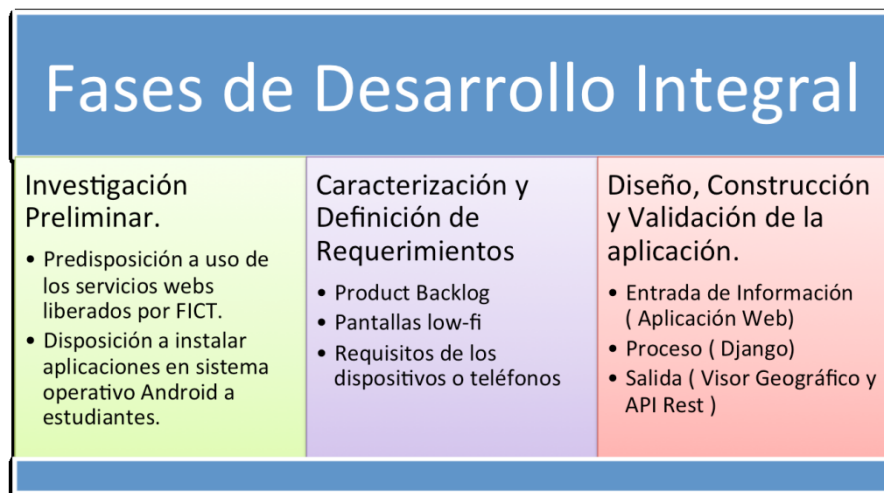


Figura 2.1: Metodología de trabajo para el proyecto.

#### 2.1. Análisis de la estructura propuesta

La idea propuesta es el desarrollo de una aplicación móvil con la capacidad de visualizar datos de ubicación en un mapa y de forma tabular además de agregar componentes

En el presente proyecto se ha identificado mediante el análisis del grado de responsabilidades, requerimientos, complejidad, popularización, desarrollo y toma de decisiones, que es recomendable el uso de metodología de desarrollo ágil y pruebas continuas en cada liberación de avances debido al corto tiempo de entrega en el producto final.

Además de la metodología se necesita una estructura general de los elementos usados en el sistema y prototipos iniciales sobre la propuesta de proyecto que se detallan a continuación.

### Modelo de desarrollo de software

En la fase de implementación del proyecto se usó la metodología ágil de desarrollo Scrum, debido a que esta consiste de un proceso en el cual se aplican de manera regular un conjunto de buenas prácticas para trabajar colaborativamente, en equipo, para obtener el mejor resultado posible de un proyecto. Estas prácticas se apoyan unas a otras y su selección tienen como origen un estudio exhaustivo de la forma de trabajo de equipos altamente productivos.

### Estructura del Sistema

La arquitectura utilizada por el sistema está formada por los componentes que se muestran en la figura 2.2

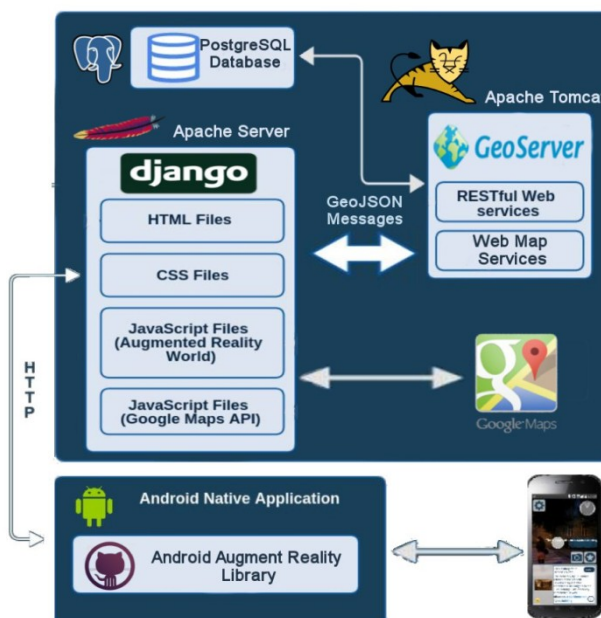


Figura 2.2: Arquitectura del sistema y aplicación móvil.

Componente **Base de Datos PostgreSQL**: Este componente almacena los datos levantados en campo por los investigadores de FICT.

Componente **Apache Tomcat**: Este componente tiene la aplicación Geoserver y su función principal es liberar los datos del componente anterior en Servicios Web de Mapas y formato GeoJSON

Componente **Apache Server**: Este componente tiene la plataforma Web de consumo de datos desde Geoserver, está escrito en Python con el framework Web Django. También contiene el visor geográfico para el Modo Mapa, y el Api-Rest o servicios webs JSON para la integración de Horarios por Aulas.

Componente **Aplicación Móvil**: Este componente es el usuario con smartphone y sistema Operativo Android de versiones mayores a 4.0.3 con la aplicación Fiec RA.

### **Prototipos iniciales**

En esta sección se encuentra especificado los prototipos iniciales desarrollados para las primeras entregas.

La primera pantalla(ver figura 2.3) muestra información resultado de la búsqueda de un aula específica.

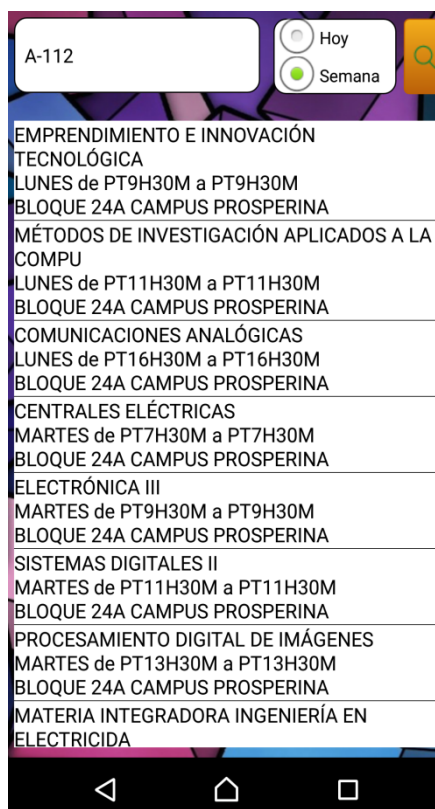


Figura 2.3: Prototipo de búsqueda de aulas consultando Servicio Web de CSI.

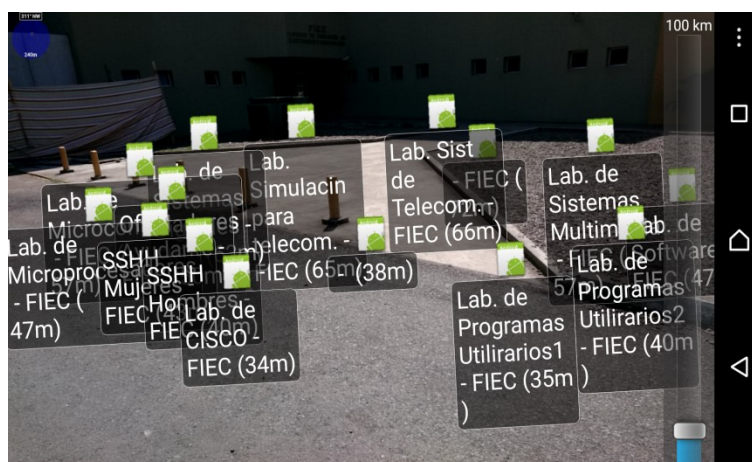


Figura 2.4: Prototipo de Realidad Aumentada de aulas del piso 3 sin calibración de altitudes.

## CAPÍTULO 3

### 3. IMPLEMENTACIÓN

Después de aplicar la metodología, se obtuvieron las siguientes opciones de modos para la aplicación móvil: modo Mapa, modo 3D, modo Búsqueda, modo Realidad Aumentada.

#### 3.1. Herramientas

Las herramientas utilizadas a nivel de Hardware, durante el desarrollo del presente proyecto fueron:

- Dispositivo móvil Sony Xperia Z3 con sistema operativo Android 5.1.1.
- Equipo Macbook Pro 15" , Core i7, 8Gb RAM y 256GB almacenamiento.

A nivel de software:

- Django 1.7, plugins api-restframework
- Eclipse, plugins Android SDK
- Android AugmentRealityframework [3]
- Scripts python para WSDL de CSI y obtener Aulas.
- Quantum GIS 2.8 pluginsOpenGeo, Qgis3D.
- Google MapsJavascript



## 3.2. Aplicación Móvil

### Menú Principal

Esta pantalla contiene el menú con 4 botones que fomentan el fácil uso y acceso a las opciones según tamaños de pantallas, desarrollado con componentes nativos de Android. Ver figura 3.1.



Figura 3.1: Menú Principal de la aplicación.

### Modo Búsqueda Aulas

Esta pantalla contiene el modo de búsqueda para horarios de clases de aulas mediante el código de aula, que se desarrollo con los componentes nativos de Android y con llamadas al Api Rest de Django la misma que libera datos de aulas con el envío de su respectivo código con formato JSON a una lista de ítems. Ver figura 3.2.



Figura 3.2: Modo Búsqueda Horarios por aula.

### Modo 3D

Esta pantalla contiene el modo 3D que permite la interacción con un sitio responsive construido mediante la herramienta Quantum GIS y los puntos de interés del edificio 15A de la FIEC, su desarrollo fue implementado basándose en la información espacial y con el plugin de exportar plataformas con altitudes de QuantumGIS hacia una plantilla en lenguaje javascript usando el framework de objetos 3D, WebGL. ver figura 3.3.

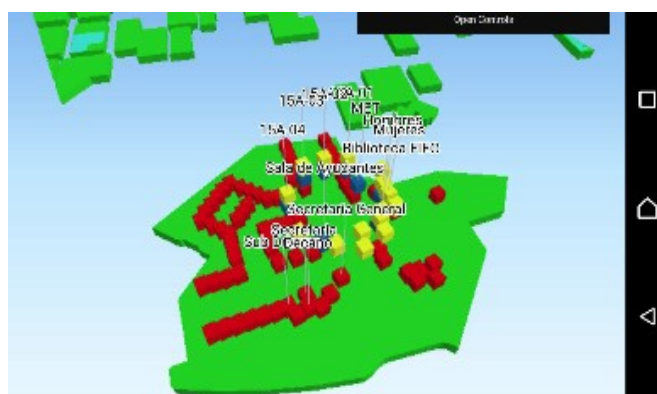


Figura 3.3: Modo 3D.

## Modo Mapa

Esta pantalla contiene el modo mapa que usa los servicios Web de Google para la administración de búsqueda de rutas dentro del campus y la facultad; además de filtrado de marcadores también se desarrollo opciones de mostrar el camino desde su ubicación actual hasta uno de los puntos mostrados en el mapa de la facultad, figura 3.4.

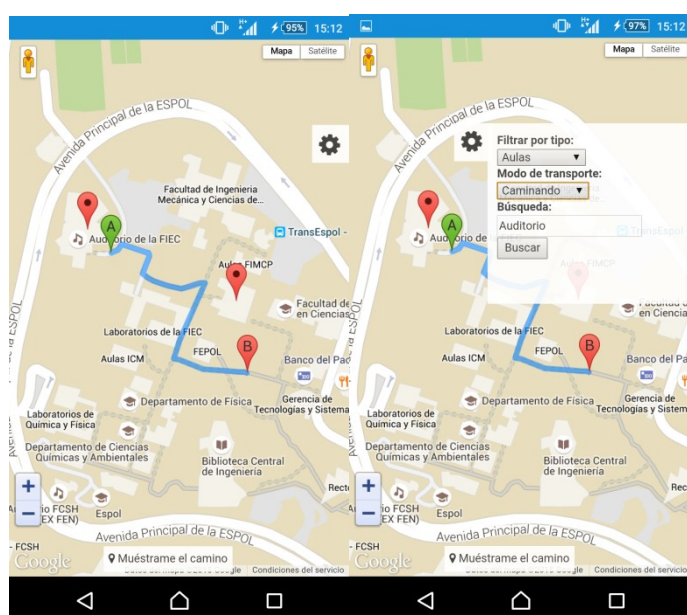


Figura 3.4: Modo Mapa, en búsqueda de rutas y filtros.

## Modo Realidad Aumentada

Esta pantalla contiene el modo Realidad Aumentada que permite al usuario, este modo se desarrolló mediante el framework Augmented Reality [3] con licencia MIT, se basa en el uso de la cámara posterior para capturar la escena y detectar una ubicación de la zona de la facultad FIEC. Esta información nos permitirá mostrar en la interfaz del teléfono, superpuesta a la escena capturada, un objeto

virtual en el que se mostrará información aulas el día actual y en la semana, ver figura 3.6, 3.7 sólo si existiese horarios de clases relacionadas y unos controles para orientación del usuario como una barra de filtro de puntos por metros a la redonda. figura 3.5.

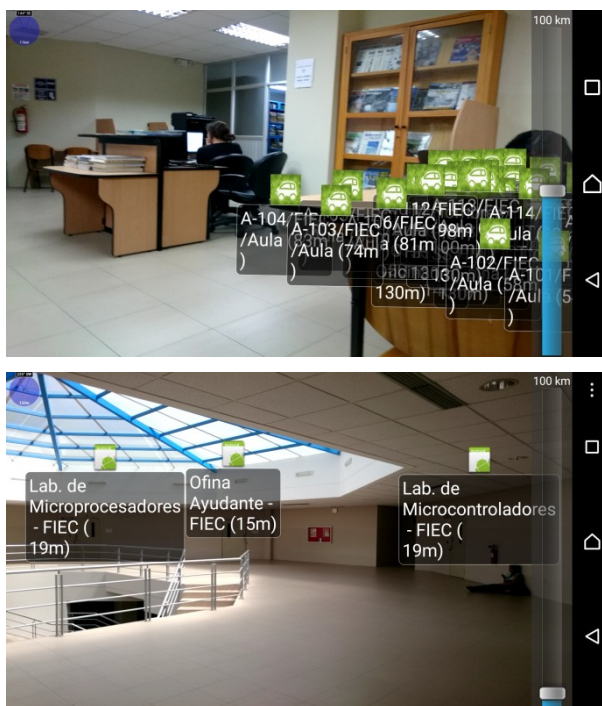


Figura 3.5: Modo Realidad Aumentada, Visor en el 2do piso y 3er piso del Edificio 15A de la FIEC.

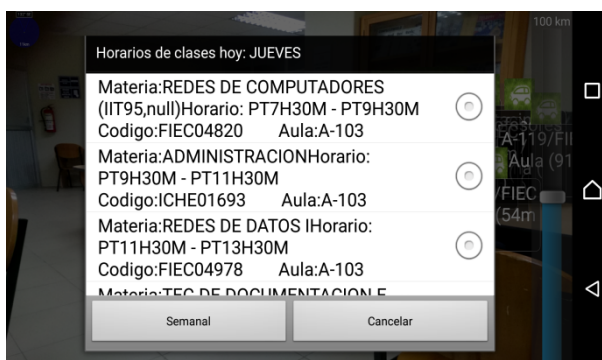


Figura 3.6: Modo Realidad Aumentada, en búsqueda de rutas y filtros.

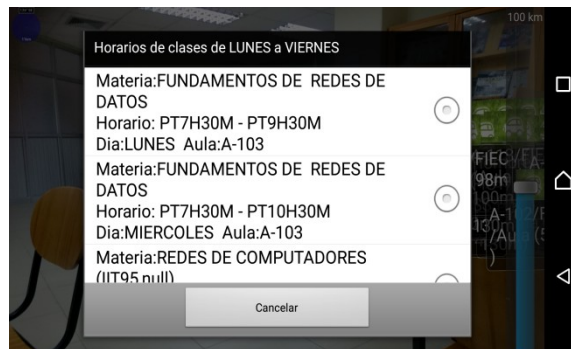


Figura 3.7: Modo Realidad Aumentada, en búsqueda de rutas y filtros.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

1. Finalmente podemos considerar que la Realidad Aumentada representa una herramienta de gran potencial para la difusión y Geo localización de edificaciones dentro de FIEC, ya que no sustituye la realidad sino que la enriquece de contenido, afirmándose como un recurso útil para la recuperación y conocimiento de información académica como los horarios de clases, esto gracias a su capacidad de añadir elementos a la visión real del objeto.
2. Los resultados y experiencias obtenidos hasta la presentación final de la aplicación, evidencian la eficacia y aplicabilidad de esta tecnología dentro de la facultad FIEC, en un momento de plena administración y difusión de servicios extras por parte de ESPOL se puede aplicar dentro del campus, ofreciendo grandes posibilidades como son: observar que aulas están ocupadas, variables obtenidas de sensores como temperatura de aulas, numero de stand libres para estudio en la biblioteca, horarios y menú en los bares del Campus y disponibilidad de computadores en los laboratorios.
3. La encuesta realizada sobre el uso de la Aplicación ha demostrado que funcionalidad es la adecuada en cuanto a la búsqueda de aulas, lugares relevantes, y presentación de horarios mediante Mapas o realidad aumentada esto debido a los resultados con el 77% de aprobación en el uso y el 100% de los estudiantes la recomendarían por su amplia utilidad. A pesar de tener un 13% de problemas al usarlo se obtuvo que el 50% les fue fácil ubicar un aula o lugar en FIEC.
4. La implementación del modo mapa en la aplicación que se encuentra dentro del 77% de aceptación hace que el uso de información en 2D es más fácil de

apreciar que la realidad aumentada o en modo 3D por la funcionalidad de trazar rutas entre un lugar y mi ubicación actual.

5. La labor más importante desde mi disciplina referente a la Realidad Aumentada será transmitir la necesidad que presentan desde nuestra perspectiva como estudiantes, con el objetivo de que los instrumentos de nuevas tecnologías aportados por la ciencia nos permitan acceder a un conocimiento más amplio y diversificado.

## Recomendaciones

1. La plataforma permite agregar más lugares y actualizar los horarios de clases, se recomienda cada semestre actualizarla.
2. El trabajo realizado para la integración de horarios fue muy complicada por la difícil relación que tienen los datos ya que están apropiados con identificadores locales de CSI y no como códigos de aulas que son liberados en los sistemas académicos y administrativos, para esto se recomienda trabajar con el departamento directamente.
3. Con el objetivo de mejorar el contenido de la aplicación se recomienda: integrar los horarios de exámenes y desarrollar la característica para que la información este disponible en modo offline en el teléfono para su consulta en cualquier momento.
4. Se recomienda la implementación de nuevos métodos para optimizar la geo localización usando dos métodos posibles: el uso de polígonos y movimientos del sensor GPS con la triangulación de redes celulares.

Se espera que para futuras investigaciones se tengan en cuenta estas consideraciones, para no cometer los mismos errores en la integración y obtener resultados óptimos en torno a los lugares.



## BIBLIOGRAFÍA

[1] INEC, Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2013). Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC'S). Disponible bajo: [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_Sociales/TIC/Resultados\\_principales\\_140515.Tic.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/TIC/Resultados_principales_140515.Tic.pdf), 2013.

[2] ESPOL, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Descripción del Campues. Recuperado el 10 de octubre de 2015, de <http://www.espol.edu.ec/espol/main.jsp?urlpage=campus.jsp&campus=1>

[3] TheStatistics Portal (2015). Statistics and factsabout Android. Statista. Accedido el 10 de octubre de 2015, en <http://www.statista.com/topics/876/android/>.

[4] android-augment-reality-framework (2015). Framework para el uso de tecnología de Realidad Aumentada en Android. GitHub Accedido el 10 de octubre de 2015, en <https://github.com/phishman3579/android-augment-reality-framework>.

[5] Díez, F., González, M., Vidau, A. (2007). An Accesible and CollaborativeTouristGuideBasedonAugmentedReality and Mobile Devices (pp. 353 – 362). (Vol 4555). España: The Human Communication and InteractionResearchGroup (HCI-RG) Department of ComputerScience, University of Oviedo, Calvo Sotelo, s/n, 33007 OVIEDO-Spain. Disponible bajo: [http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-540-73281-5\\_38](http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-540-73281-5_38).

## ANEXOS

### Encuesta de uso de la aplicación

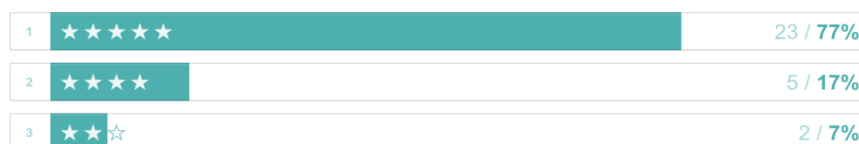
Para comprobar los beneficios sobre el uso de la aplicación se implementó una encuesta en línea a 30 estudiantes de la FIEC que previamente usaron la aplicación y que se encuentran dentro del 60% en el avance de sus carreras, esta encuesta nos presento los siguientes resultados:

#### ¿Qué tan buena te parece esta aplicación?

30 de 30 personas han respondido esta pregunta



► Ocultar detalles

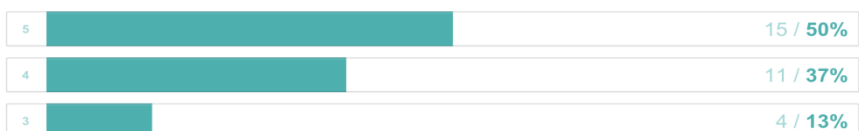


#### ¿Qué tan fácil fue geolocalizar puntos mediante la aplicación?

30 de 30 personas han respondido esta pregunta

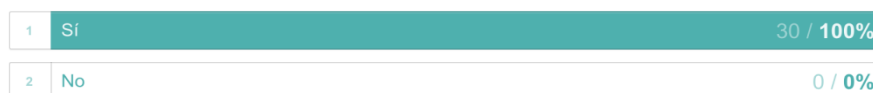


► Ocultar detalles



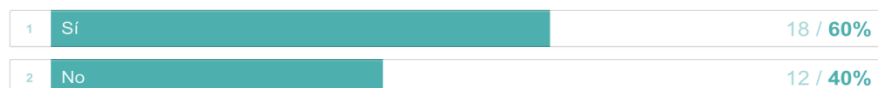
#### ¿Recomendarías el uso de esta aplicación para la localización de eventos dentro de ESPOL?

30 de 30 personas han respondido esta pregunta



#### ¿Pagarías por una aplicación de este tipo?

30 de 30 personas han respondido esta pregunta



Por ser una muestra pequeña no podemos generalizar pero se puede observar que se obtuvo una buena acogida en el uso y la recomendación de la misma.

## **Código fuente**

Link con el repositorio de código para la aplicación backend:

[https://bitbucket.org/sergiosuarez10/fiecra\\_backend](https://bitbucket.org/sergiosuarez10/fiecra_backend)

Link con el repositorio de código para la aplicación móvil en Android:

<https://bitbucket.org/sergiosuarez10/fiecra>

Link con el repositorio de código para la aplicación front-end web y mapas:

<https://github.com/mansrz/RaApi>