



Universidad del Azuay

Facultad de Ciencias de la Administración

Escuela de Ingeniería de Sistemas y Telemática

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN
PROTOTIPO MÓVIL DE VISUALIZACIÓN Y
NOTIFICACIÓN PERSONALIZADA DE
CALIDAD DEL AIRE DE LA CIUDAD DE
CUENCA.**

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de
Ingeniero de Sistemas y Telemática

Autores:

Paul Brito Zambrano.; Santiago Lafebre Sánchez.

Director:

Diego Pacheco Prado.

**Cuenca – Ecuador
2018**

DEDICATORIA

A mis padres César Brito, Quimena Zambrano quienes han sido mi ejemplo a seguir durante toda esta vida estudiantil, a mis hermanos Sebastián y Paola por siempre ser mi apoyo incondicional, a mi enamorada Carla Arévalo por acompañarme y apoyarme durante esta etapa Universitaria. A mis abuelitas Mariana Sarmiento y Rita Dueñas quienes siempre me han incentivado con sus sabios consejos durante toda mi vida. A mi familia y amigos quienes siempre me han brindado su apoyo incondicional.

Paúl Brito

A mí a mi familia, ya que fue una parte fundamental de mi enseñanza y un apoyo económico sabiendo afrontar todos los problemas y alegrías juntos, en especial a mis padres Martha y Fabián que siempre han sido un pilar fundamental en mi vida tanto personal como en los estudios. También lo dedico el mismo a mi hermano Leonardo y a mis tías Lilia, Dora, Laura y Raquel así como a mis compañeros y amigos que han recorrido este camino, que no ha sido fácil, pero logrando grandes cosas juntos.

Santiago Lafebre

AGRADECIMIENTO

A la Universidad del Azuay, a la Facultad Ciencias de la Administración especialmente a la carrera de Ingeniera de Sistemas y Telemática, a nuestros profesores que fueron una pieza fundamental en nuestra vida universitaria, ya que este logro es compartido con sus enseñanzas y su experiencia, así como a nuestros compañeros y amigos que han recorrido junto a nosotros este camino. De manera especial a nuestro director Diego Pacheco y codirectora Daniela Ballari, por sus enseñanzas y acompañamiento. Así también al departamento de Investigación IERSE por su apoyo en esta investigación y desarrollo de este trabajo de titulación.

RESUMEN:

La calidad del aire es considerada como uno de los factores que ocasiona daños en la salud por exposiciones de corto y largo plazo. En la ciudad de Cuenca (Ecuador) la Empresa Pública de Movilidad, Tránsito y Transporte (EMOV EP) tiene una estación de monitoreo que analiza estado de calidad del aire de la ciudad. Sin embargo, no existe una aplicación móvil para notificar de forma personalizada sobre los cambios de la calidad del aire. Este trabajo diseñó y desarrollo un prototipo de sistema móvil que incluye una base de datos relacional, servicio web RestFul y una aplicación para móviles Android, además tendrá la opción de recibir y reportar la percepción de los ciudadanos sobre la calidad del aire.

Palabras clave: calidad del aire, android, aplicación, percepción, firebase.

ABSTRACT

Air quality was considered one of the factors that affected health due to short and long term exposures. The "Empresa Pública de Movilidad, Tránsito y Transporte" (EMOV EP) of Cuenca had a monitoring station that analyzed the air quality status of the city. However, there was no mobile application to notify in a personalized way about changes in air quality. This work designed and developed a mobile system prototype that included a relational database, RestFul web service and an Android mobile application. Also, it had the option to receive and report the perception of citizens about air quality.

ÍNDICE

Índice de contenido

1. INTRODUCCIÓN	1
2. MÉTODO	3
2.1 Análisis, diseño e implementación de extensión de base de datos.	3
2.1.1 Estructura Actual de Base de Datos	3
2.1.2 Diseño conceptual y lógico de extensión de Base de datos	5
2.1.2 Implementación de extensión de base de datos.	8
2.2 Análisis, diseño y desarrollo de Servicio Web RestFul.	8
2.2.1 Análisis de requerimientos	8
2.2.2 Diseño e implementación del servicio web Rest	9
2.3 Diseño y desarrollo de prototipo de aplicación Android.	15
2.3.1 Diseño de prototipo de aplicación Android	15
2.3.2 Desarrollo de prototipo de aplicación Android	18
2.4 Desarrollo de Encuesta	20
3. RESULTADOS	21
4. DISCUSIÓN	26
5. CONCLUSIONES	28
BIBLIOGRAFÍA	29

Índice de tablas y figuras

Tablas

Tabla 1 Detalle de la vista "vista_observaciones" de la Base de Datos "sosdatabase"	3
Tabla 2 Detalle de requerimientos para aplicación móvil.	5
Tabla 3 Diccionario de datos obtenido desde herramienta Erwin Data Modeler	7
Tabla 4 Especificación de métodos requeridos para servicio web Rest.	8
Tabla 5 Unidades de medida de contaminantes atmosféricos capturados por Estación de monitoreo.	10
Tabla 6 Peso molar de cada contaminante	11
Tabla 7 Detalle de variables Cálculo general ICA	12

Figuras

Figura 1 Ejecución de script en pgAdmin III con fecha requerida 28-06-2017	4
Figura 2 Modelo Entidad-Relación de Base de Datos	6
Figura 3 Representación gráfica de métodos de Servicio Web	10
Figura 4 Almacenamiento de percepción ciudadana PostgreSQL y Google Drive	13
Figura 5 Gestión de notificaciones Google Firebase	14
Figura 6 Flujo de secuencia de pantallas en herramienta Adobe XD	15
Figura 7 Logotipo de prototipo de aplicación Android	17
Figura 8 Diseño de botones para prototipo de aplicación Android	17
Figura 9 Diseño de pantalla para obtención de percepción ciudadana	17
Figura 10 Percepción ciudadana de calidad de aire de la ciudad de Cuenca	19
Figura 11 Build.gradle de prototipo de aplicación Android Studio	20
Figura 12 Detalle de preguntas de encuesta elaborada en “Google Encuestas”	21
Figura 13 Reporte de usuarios registrados	22
Figura 14 Reporte de percepción ciudadana de base de datos PostgreSQL	22
Figura 15 Muestra de resultado de cálculo de ICA SoapUI - Netbeans	23
Figura 16 Pantalla inicial de prototipo de aplicación Android	23
Figura 17 Reporte de percepción ciudadana verificando coordenadas obtenidas	24
Figura 18 Almacenamiento de fotografía de percepción ciudadana en Google Drive	25
Figura 19 Penetración de versiones Android en el mercado global.	25

Índice de anexos

Anexo 1: Diagrama de Caso de Uso y Actividad de prototipo de aplicación	31
Anexo 2: Detalle de resultado de encuesta	33

1. INTRODUCCIÓN

La calidad del aire es considerada en muchos países como un grave problema de salud que ocasiona enfermedades, así como efectos negativos en la salud por exposiciones de corto y largo plazo (De Vito et al., 2017). Las enfermedades respiratorias más frecuentes son inflamación pulmonar, alergias nasales, además de enfermedades graves como muertes prematuras, diabetes, problemas cardiovasculares, estrés y crecimiento anormal en niños (Kaur, Bansal, & Singla, 2017).

Para actuar sobre los problemas de contaminación del aire se realiza monitoreo permanente de los siguientes contaminantes: dióxido de azufre, monóxido de carbono, ozono, dióxido de nitrógeno y material particulado PM10 y PM2.5, ya que la intensidad, alta concentración y su duración son factores críticos que afectan la calidad de vida de las personas (Romo-Melo, Aristizabal, & Orozco-Alzate, 2018).

Como ejemplo, Gruicin y Popa (2017) crearon un sistema para monitorear la calidad del aire en zonas urbanas, utilizando sensores para medir variables meteorológicas como temperatura, presión y humedad, así como sensores para contaminantes, todo esto dentro de un dispositivo portátil. La visualización se realiza en una aplicación Android, la cual cumple únicamente la función de recopilar los datos del hardware, comunicarse con el servidor y mostrar los valores tratados de calidad del aire.

Así mismo se ha desarrollado un dispositivo que contiene varios sensores de detección, con los datos obtenidos se crean informes por hora y el servidor es quien se encarga de verificar que se cumpla esta periodicidad, para visualizarlo utilizan una aplicación creada en C ++, la cual genera una gráfica con el informe de contaminación, así como un mapa que muestra la ubicación en donde se obtuvo la información (Firculescu & Tudose, 2015).

En la ciudad de Valencia (España) a partir de la identificación de altos niveles de contaminación en diferentes estaciones de monitoreo, se desarrolló una aplicación que permite predecir niveles de contaminación del aire en zonas urbanas en tiempo real. Al utilizar estas predicciones se generan mapas en donde se aprecia la contaminación y se publican en un sitio web público (Contreras-Ochando & Ferri, 2016).

Es así que por los altos índices de contaminación en una cantidad considerable de ciudades, se ha recurrido en la necesidad de crear dispositivos personales para realizar un control preventivo de la calidad del aire en los hogares, creando sensores de bajo costo y

confiables (Brynda, Kosova, & Kopriva, 2016), dichos sensores disponen de conexión wifi que permite una comunicación fluida con una aplicación en Android, en la cual se puede visualizar el nivel de contaminación en tiempo real (Gokul & Tadeipalli, 2016).

Es por este motivo, que se ha creado aplicaciones que permiten además de visualizar la calidad del aire obtener la ubicación del ciudadano mediante el Sistema de Posicionamiento Global (GPS), toda la información obtenida se carga en servidores y base de datos en la nube (Desai & Alex, 2017).

Una de estas aplicaciones desarrollada para usuarios expertos permite el procesamiento de los datos recibidos desde un *smartphone*. Utilizando la red móvil envía los datos a un servidor el cual almacena toda la información recopilada en una base de datos ambiental, además brinda una interfaz web para la visualización (Brynda et al., 2016). Con el uso de estas aplicaciones se permite a la ciudadanía prevenir problemas de salud a largo plazo. (Davila, Robalino, Gordon, & Cumbajin, 2018).

Para la ciudad de Cuenca (Ecuador), existe una estación de monitoreo perteneciente la Empresa Pública de Movilidad, Tránsito y Transporte (EMOV EP), dicha información se procesa y publica en una página web como un índice de calidad del aire. Sin embargo, la publicación y visualización está orientada para un perfil de usuario experto (Cabrera Lituma, 2016).

Por ello, al no existir una aplicación móvil para la visualización, así como la notificación personalizada sobre la calidad del aire de la ciudad de Cuenca, los usuarios no tienen conocimiento si se produce un cambio de estado del índice de calidad del aire automatizado, por este motivo su salud puede verse afectada por el estado de la calidad del aire.

Los objetivos de este trabajo es diseñar e implementar un prototipo de sistema móvil de visualización y notificación personalizada de calidad del aire de la ciudad de Cuenca, realizando un análisis, así como el desarrollo de una extensión a la base de datos relacional existente en PostgreSQL para soportar la carga de datos de la percepción ciudadana y el desarrollo de un Servicio Web Rest Java para la comunicación entre aplicación y base de datos. El producto final es una aplicación móvil en Android Studio para visualización de la calidad del aire, así como una herramienta para que la ciudadanía reporte su percepción sobre la contaminación del aire.

Es importante conocer la percepción ciudadana sobre el tema y la aplicación, ya que luego de tener claro los resultados mediante una encuesta, se puede observar la situación general de las personas sobre el diseño, la satisfacción, la facilidad de uso, la frecuencia y si hay personas cercanas con problemas respiratorios, con ello evaluar las respuestas dadas por la ciudadanía para que de manera efectiva se pueda difundir, crear y reunir información sobre el trabajo llevado y la información proporcionada.

2. MÉTODO

Este trabajo se encuentra dividido en tres partes fundamentales las cuales son: análisis, diseño e implementación de extensión de base de datos, seguido del análisis, diseño y desarrollo de Servicio Web RestFul y finalmente diseño y desarrollo de prototipo de aplicación Android; cada uno de ellos son fundamentales para que todo el sistema funcione correctamente .A continuación se detallan y se explican a profundidad cada uno de ellos.

2.1 Análisis, diseño e implementación de extensión de base de datos.

2.1.1 Estructura Actual de Base de Datos

Actualmente el departamento de investigación IERSE dispone de una base de datos llamada “sosdatabase”, la cual tiene como sistema de gestión de base de datos a PostgreSQL. En la tabla “observation” se almacena los datos de monitoreo de contaminantes del aire recolectados cada minuto por parte de la empresa pública EMOV-EP de la ciudad de Cuenca con la finalidad de disponer de una tabla para el fácil manejo de los datos recolectados. De la misma se creó una vista llamada “vista_observaciones”, la cual está conformada de tres atributos explicados en la Tabla 1.

Tabla 1 Detalle de la vista "vista_observaciones" de la Base de Datos "sosdatabase"

Atributos	Tipo de dato
Time_stamp	timestamp with time zone
Numeric_value	numeric

Contaminante	text
---------------------	------

Fuente: Autores, 2018; **Elaborado por:** Brito P, Lafebre S (2018).

En la Tabla 1 se muestran tres tipos de atributos los cuales son Time_stamp que proporciona la fecha cuando se realizó el almacenamiento de contaminantes, atributo Numeric_value donde se muestran los valores numéricos correspondientes a los datos recolectados por la central de monitoreo de calidad del aire y contaminantes el cual nos brinda el tipo de contaminante que se ha registrado los cuales son cinco: O3 (Ozono), CO (Monóxido de carbono), NO2 (Dióxido de Nitrógeno), SO2 (Azufre) y finalmente PM 2.5 (Material particulado).

Para realizar el análisis de la base de datos entregada por parte del IERSE de contaminantes de calidad del aire, se ha utilizado la herramienta pgAdmin III la cual permite realizar la administración y gestión de la base de datos.

Para lograr un mayor entendimiento de los datos recolectados se ha realizado una variedad de consultas sobre la vista “vista_observaciones” utilizando como parámetro de búsqueda la variable de la columna “Time_stamp”. Como ejemplo la siguiente consulta del día 28 de Junio de 2017 a las 10:41 am, que se muestra en la Figura 1.

Figura 1 Ejecución de script en pgAdmin III con fecha requerida 28-06-2017

The screenshot shows the pgAdmin III SQL Editor interface. The 'SQL Editor' tab is active, displaying a query: `select time_stamp, replace, numeric_value from vista_observaciones where time_stamp='2017-06-28 5:41:00'`. Below the editor, the 'Output pane' is visible, showing the 'Data Output' tab with a table of results.

	time_stamp timestamp with time zone	replace text	numeric_value numeric
1	2017-06-28 05:41:00+00	O3	3.5980848022
2	2017-06-28 05:41:00+00	CO	0.652593
3	2017-06-28 05:41:00+00	NO2	18.509059694
4	2017-06-28 05:41:00+00	SO2	4.8940579884
5	2017-06-28 05:41:00+00	PM2 5	8.7

Fuente: Autores, 2018; **Elaborado por:** Brito P, Lafebre S (2018).

Considerando que la columna time_stamp se encuentra con zona horaria +00, para lograr un resultado correcto en la ejecución de la búsqueda en la base de datos se tiene que restar el valor de cinco horas a las horas registradas para visualizar la zona horaria ecuatoriana. Tras ejecutar la consulta “select time_stamp, replace, numeric_value from vista_observaciones where time_stamp='2017-06-28 5:41:00';” se obtuvieron los resultados con los valores numéricos de cada uno de los contaminantes del día y hora solicitado.

2.1.2 Diseño conceptual y lógico de extensión de Base de datos

Tras realizar la identificación de los requerimientos necesarios para el correcto funcionamiento de la aplicación móvil, así como el servicio web los cuales se pueden observar en detalle en el Anexo 1, se identificaron una variedad de datos que se requieren recolectar en la base de datos, como se pueden observar en la Tabla 2.

Tabla 2 Detalle de requerimientos para aplicación móvil.

	Atributo	Descripción
Usuario	Correo	Correo único de cada usuario que utiliza la aplicación.
	Nombre	Nombre del usuario que utiliza la aplicación.
	Apellido	Apellido del usuario que utiliza la aplicación
	Notificaciones activas	Bandera para identificar si usuario desea recibir o no notificaciones de la aplicación.
	Problemas Respiratorios	Bandera para identificar si el usuario sufre de problemas respiratorios.
Percepción ciudadana	Fecha de reporte	Fecha cuando se realiza un reporte.
	Latitud de ubicación del reporte	Latitud de la ubicación en donde se realiza el reporte.
	Longitud de ubicación del reporte	Longitud de la ubicación en donde se realiza el reporte.
	Imagen reportada	Identificador único de la imagen del reporte realizada.
	Estado de reporte	Estado de calidad del aire obtenido por percepción ciudadana “Bueno, Medio, Malo”.
	Índice de calidad del aire	Índice de la calidad del aire al momento de que el usuario realiza un reporte.

Fuente: Autores, 2018; **Elaborado por:** Brito P, Lafebre S (2018).

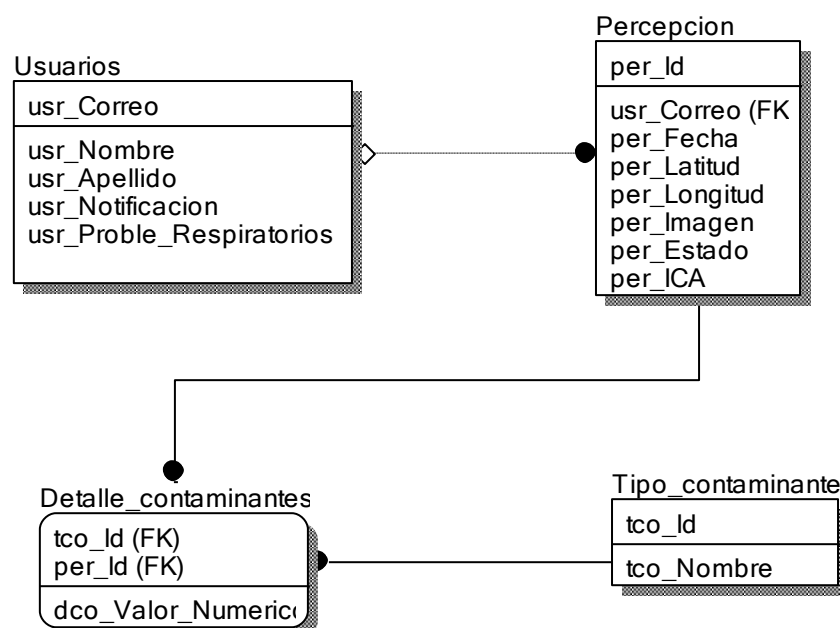
En la Tabla 2 se puede identificar los atributos pertenecientes a datos generales del usuario como correo, nombre y apellido, además de la bandera “notificaciones activas” con el cual se permitirá validar si el usuario desea ser notificado o no de los cambios en la calidad del aire de la ciudad, así como una bandera adicional para identificar si el usuario tiene problemas respiratorios.

En el caso de los atributos correspondientes a percepción ciudadana se identificó la necesidad de almacenar la imagen capturada por el usuario y su percepción del estado de calidad del aire, además de la fecha cuando se realizó el reporte, así como la ubicación del usuario en ese momento (latitud y longitud).

Finalmente, se almacena en conjunto con los atributos el índice de calidad del aire que se muestra en la aplicación. Todos los atributos antes mencionados cuentan con la columna tipo de dato, en donde se puede identificar específicamente el tipo de dato necesario para el correcto almacenamiento en la base de datos.

Una vez identificados estos atributos se procedió con la creación de un diseño conceptual de la extensión de base de datos, mediante el uso de la herramienta Erwin Data Modeler. Tras la necesidad de crear una base de datos relacional para el correcto funcionamiento de la aplicación para el almacenamiento de los datos del usuario, así como todo lo reportado de percepción ciudadana, se identificó que se requiere manejar cuatro tablas nuevas representadas en la Figura 2.

Figura 2 Modelo Entidad-Relación de Base de Datos



Fuente: Autores, 2018; **Elaborado por:** Brito P, Lafebre S (2018).

Como se puede observar en la Figura 2, se identificó la necesidad de disponer de dos tablas principales, una llamada usuarios y la otra percepción, estas con una relación 1 a varios. Cada una de las tablas se encuentran identificadas por una llave primaria que en el caso de la tabla Usuarios es “usr_Correo”. De igual manera para lograr la correcta vinculación de un usuario con su reporte de percepción ciudadana se utiliza como llave foránea el mismo atributo. Los atributos identificados en la Figura 2 corresponden a lo analizado y solicitado en la Tabla 2.

En la herramienta *Erwin Data Modeler*, se realizó la configuración de cada uno de los atributos, esto nos permitió generar el diccionario de datos de la Tabla 2. Se puede observar el tipo de dato y sus principales características como: el atributo puede ser nulo, llave primaria o simplemente es una llave foránea, el resultado se observa en la Tabla 3.

Tabla 3 Diccionario de datos obtenido desde herramienta Erwin Data Modeler

Tabla	Atributos	Tipo de Dato	Opción nula	Llave primaria	Llave Foránea
Usuarios	usr_Correo	CHARACTER (30)	No	Si	
	usr_Nombre	CHARACTER (15)	No		
	usr_Apellido	CHARACTER (15)	No		
	usr_Notificacion	LOGICAL	No		
	usr_Problema Respiratorios	LOGICAL	No		
Percepción	usr_Correo	CHARACTER (30)	No		Si
	per_Id	INTEGER ()	No	Si	
	per_Fecha	DATE	No		
	per_Latitud	CHARACTER (15)	No		
	per_Longitud	CHARACTER (15)	No		
	per_Imagen	BITA	Si		
	per_Estado	CHAR (1)	No		
	per_ICA	DECIMAL (4,2)	No		
	dco_Valor_Numerico	DECIMAL (4,2)	No		
Detalle contaminantes	tco_Id	INTEGER ()	No	Si	Si
	per_Id	INTEGER ()	No	Si	Si

Tipo_ contaminante	tco_Nombre	CHARACTER (10)	No	
	tco_Id	INTEGER ()	No	Si

Fuente: Autores, 2018; **Elaborado por:** Brito P, Lafebre S (2018).

2.1.2 Implementación de extensión de base de datos.

Al finalizar con el modelo lógico y conceptual de la base de datos y utilizando la herramienta Erwin Data Modeler se procedió con la ejecución de la herramienta “Forward Engineer Schema Generate” la cual permite generar automáticamente el script SQL con todas las tablas creadas en el modelo, incluyendo los atributos, tipo de dato, así como las llaves primarias y foráneas. Para comprobar que se creó correctamente las nuevas tablas y atributos de la base de datos se procedió con la carga de datos de prueba realizando ejecuciones INSERT directamente sobre la base de datos, comprobando así que las relaciones existentes entre las diferentes tablas creadas cumplan lo diagramado en el modelo de conceptual y lógico de la base de datos, así como el tamaño y el tipo de dato.

2.2 Análisis, diseño y desarrollo de Servicio Web RestFul.

2.2.1 Análisis de requerimientos

Para obtener una correcta conexión entre la aplicación móvil Android y la base de datos implementada en el punto anterior, se requiere la implementación de un servicio web REST. Se necesitó del análisis de las funcionalidades indispensables para el correcto funcionamiento del servicio web motivo por el cual se identificó la necesidad de contar con una variedad de métodos que permitan realizar tanto la consulta en la base de datos, como el ingreso de los datos de percepción ciudadana. Primero se dispone de un método que permite la obtención del índice de calidad del aire de la ciudad, estado y un mensaje personalizado si es que un usuario registrado o es un usuario invitado; un segundo método permite realizar el registro de usuario; el tercer método permite el almacenamiento de la percepción ciudadana, finalmente uno que nos brinde el listado de los reportes de percepción ciudadana.

Tabla 4 Especificación de métodos requeridos para servicio web Rest.

Método	Parámetros	Detalle
udaica	Correo usuario	En caso de no estar registrado se envía “0”, si está registrado se envía el correo del usuario.

udapercepción	Correo usuario	Correo del usuario.
	Latitud	Latitud obtenida de la aplicación móvil.
	Longitud	Longitud obtenida de la aplicación móvil.
	Base64	Imagen capturada desde la aplicación móvil convertida en base64.
	ICA	ICA mostrado en la aplicación móvil.
udaregistro	Estado	Estado de calidad aire reportada por el usuario.
	Nombre	Nombre de usuario
	Apellido	Apellido de usuario
	Correo	Correo de usuario
	Notificación	Usuario quiere o no recibir notificaciones
uda_reportes	Problemas pulmonares	Usuario sufre de enfermedades respiratorias
	Correo del usuario	Enviando el correo del usuario como parámetro se obtiene el detalle de todos los reportes de percepción ciudadana de los usuarios.

Fuente: Autores, 2018; **Elaborado por:** Brito P, Lafebre S (2018).

2.2.2 Diseño e implementación del servicio web Rest

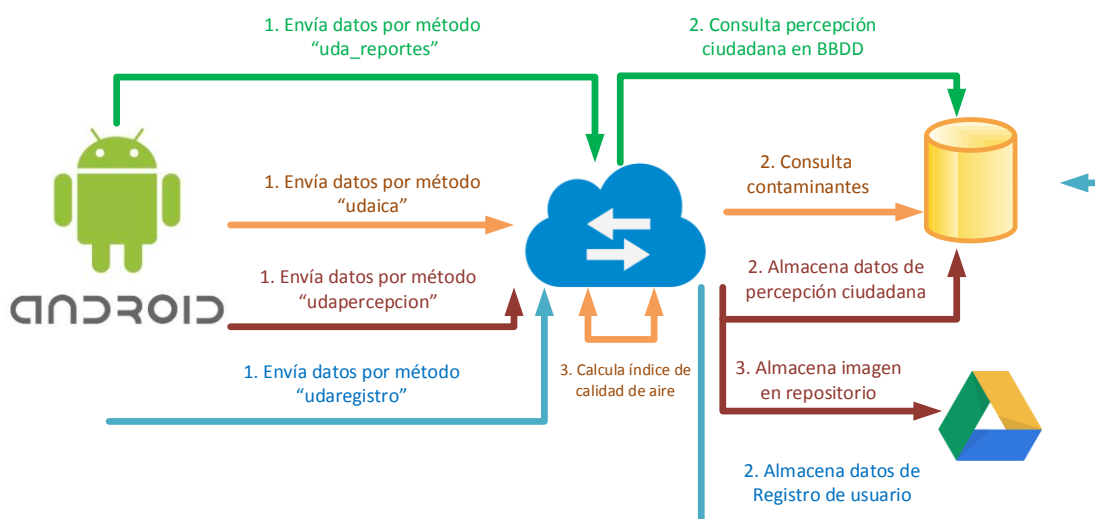
El diseño e implementación del servicio web Rest fue implementando sobre NetBeans IDE 8.0.2, el cual permite una fácil programación en lenguaje JAVA, además de una correcta integración con los requisitos establecidos por el departamento de investigación IERSE de la Universidad del Azuay que maneja varios de sus servicios sobre un servidor Glasfish 4.1, es por este motivo que la configuración para el desarrollo está acorde a los requisitos establecidos.

En la herramienta NetBeans se realizó la creación de un nuevo proyecto web, en donde se especifica que el tipo de servicio web requerido es REST, realizada esta creación se procedió con la implementación de las clases necesarias para el correcto funcionamiento del aplicativo, entre ellos la conexión con la base de datos, cálculo del índice de calidad del aire y métodos necesarios para el almacenamiento de los datos obtenidos de la aplicación móvil. En el servicio web se realiza la ejecución de todas las operaciones necesarias para el correcto funcionamiento de la aplicación móvil por lo que,

al momento de recibir una petición, el servicio web tiene la capacidad de reaccionar de acuerdo con lo solicitado y presentar el resultado esperado.

Se crearon varios métodos cada uno de ellos permitiendo la comunicación tanto con la base de datos, así como la aplicación móvil, la ventaja de utilizar un servidor web es justamente disponer de un sistema distribuido que permita como su mismo nombre lo menciona segmentar la carga y la ejecución de procesos para así obtener productos que puedan tolerar grandes cargas de trabajo, como se observa en la figura 3 se dispone de un resumen del funcionamiento del servicio web consolidado con los métodos especificados en la tabla 4, los cuales son necesarios para que funcione como intermediario entre la aplicación móvil Android y la base de datos en PostgreSQL.

Figura 3 Representación gráfica de métodos de Servicio Web



Fuente: Autores, 2018; **Elaborado por:** Brito P, Lafebre S (2018).

El primer método generado en el servicio web fue `uda_ica`, el cual es el encargado de enviar a la aplicación la información en tiempo real de la calidad del aire de la ciudad de Cuenca, así como el estado y el mensaje de recomendaciones para el usuario. Para realizar todas estas acciones se requiere de varias clases internas necesarias para generar estos datos. La clase más importante es "CalculoIndice" que se encarga del cálculo del índice de la calidad del aire de la ciudad de Cuenca.

Los valores de cada uno de los contaminantes recopilados desde la base de datos se encuentran en la unidad de medida que se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5 Unidades de medida de contaminantes atmosféricos capturados por Estación de monitoreo.

Unidades de Medida	
Atributos	Tipo de dato
SO ₂	ppb
PM 2.5	ug/m ³
O ₃	ppb
NO ₂	ppb
CO	ppm

Fuente: IERSE, 2018; **Elaborado por:** Brito P, Lafebre S (2018).

La *United States Environmental Protection Agency* (EPA) menciona que los contaminantes, a excepción de PM 2.5 que tiene por unidad de medida microgramos por metro cúbico (ug/m³), tienen que ser transformados a la unidad de medida de partes por millón (ppm). Para realizar la transformación de los datos se utiliza la siguiente ecuación:

$$ppm = (\frac{ug}{m^3}) / (pm * \frac{1000}{24,5})$$

El peso molar (pm) varía por cada contaminante, estos valores están registrados en la Tabla 6, ug/m³ es la concentración registrada en la base de datos de cada contaminante. Finalmente, el valor de 24,5 es el volumen molar del gas con una presión de 1 atmósfera y a una temperatura de 25° Celcius (Cabrera Lituma, 2016).

Tabla 6 Peso molar de cada contaminante

Peso Molar	
Contaminante	Gramos/molécula
CO	28.01 g/mol
O ₃	48 g/mol
NO ₂	46.01 g/mol
SO ₂	64.06 g/mol

Fuente: Cabrera Lituma, 2016; **Elaborado por:** Brito P, Lafebre S (2018).

Para realizar el cálculo de ICA se procedió con el uso de la normativa EPA manejando la siguiente ecuación:

$$ICA = \frac{I_{Hi} - I_{Lo}}{BP_{Hi} - BP_{Lo}} * (C_p - BP_{Lo}) + I_{Lo} \text{ (Mintz, 2016),}$$

El detalle para reemplazar las variables con sus respectivos datos se encuentra detallado en la Tabla 7.

Tabla 7 Detalle de variables Cálculo general ICA

Detalle de Variables	
Variable	Detalle
ICA	Índice de calidad del aire
C_P	Concentración promedio del contaminante
BP_{Hi}	Punto de corte mayor o igual C _P
BP_{Lo}	Punto de corte menor o igual C _P
I_{Hi}	Valor ICA correspondiente al BP _{Hi}
I_{Lo}	Valor ICA correspondiente al BP _{Lo}

Fuente: Mintz, 2016; **Elaborado por:** Brito P, Lafebre S (2018).

El método “udaica” recibe por parámetro “usr_id” que corresponde al correo electrónico del usuario el cual permite realizar la búsqueda en la base de datos y conocer si el usuario sufre de problemas respiratorios, con esta información se realiza la búsqueda del mensaje adecuado correspondiente al nivel del ICA, junto a esto se obtiene el estado en que se encuentra la calidad del aire de la ciudad.

El segundo método creado para el correcto funcionamiento de la aplicación móvil es “udaregistro”, el cual nos permite realizar la inserción a la base de datos de un nuevo usuario que desee utilizar la aplicación, los parámetros necesarios que se necesitan recibir de la aplicación son los que se muestran en la Tabla 4. Este método dispone de una clase llamada “Usuarios”, en donde existen varios métodos que permiten la correcta comunicación con la base de datos, uno de estos es “Registro” donde se procede con la creación de un nuevo usuario, además, se dispone de un método que permite la verificación de la existencia de un correo electrónico ingresado al momento de realizar el registro de un nuevo usuario, se procede con la búsqueda en la base de datos y así se verifica que no se realice el ingreso duplicado de un usuario.

El tercer método llamado “udapercepcion” fue creado para realizar el almacenamiento de la percepción ciudadana registrada por los usuarios desde la

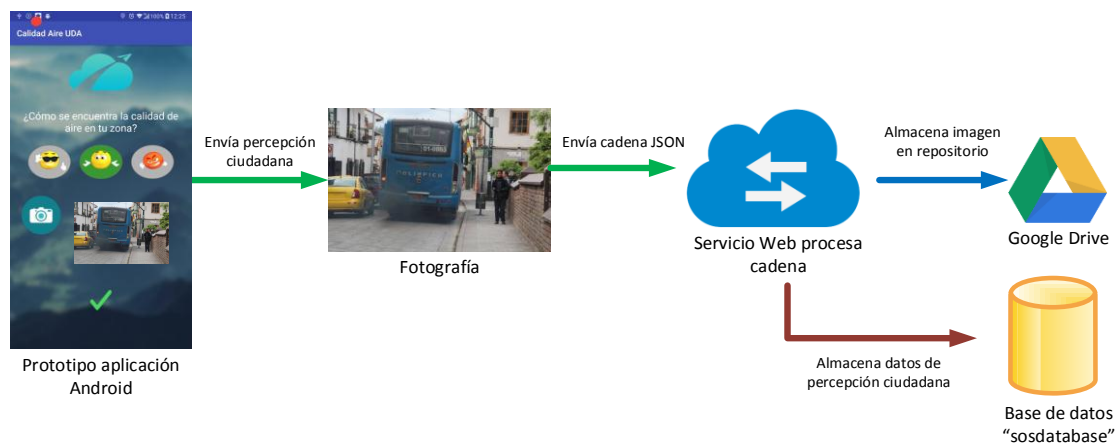
aplicación móvil, este servicio web es de tipo POST y recibe una cadena JSON¹. La funcionalidad de este método dispone de varias clases para realizar una correcta comunicación iniciando con “Percepcion” la cual permite realizar el ingreso de un nuevo reporte de percepción ciudadana, dentro de este se obtiene la hora actual del servidor, la cual por defecto se encuentra configurada en GMT-5; además una de las clases más importantes de este proyecto llamada “Imagen64”, la cual recibe por parámetro una cadena de texto base64² con el contenido de una imagen. Una vez que se ha llamado a este método se procede con el uso de un algoritmo para realizar la conversión a un tipo `BufferedImage` y finalmente este se almacena en una carpeta compartida de Google Drive la cual se encuentra alojada en el servidor local. En este método, además se realiza la creación de un identificador único universal (UUID), esta clase llamada “creador_uuid” permite disponer de un nombre único para cada una de las imágenes que sean tomadas por los usuarios de la aplicación.

Es así que la combinación de todas estas clases permite disponer de un sistema distribuido en donde no solamente se realiza el procesamiento de los datos obtenidos desde la aplicación móvil, si no que existe interconectividad entre varios servicios. Cuando la aplicación móvil envía los parámetros necesarios, en el servicio web se identifica si es que esta cadena consta de un valor en base 64, si es así gracias al identificador único “UUID” se realiza el almacenamiento en la base de datos. Al usar solamente el nombre único como identificador de la imagen permite que la base de datos no se vuelva pesada por el almacenamiento de las imágenes con una rápida comunicación. Todas las cadenas que dispongan de una cadena base 64 realiza la conversión a una imagen en formato PNG, esta imagen es almacenada en una carpeta compartida de Google Drive dentro del servidor. Google dispone de un convenio con la universidad del Azuay la cual brinda un almacenamiento ilimitado dentro de este servicio de almacenamiento en la nube, gracias a este modelo de almacenamiento se dispone de una url compartida y pública en donde se disponen de todas las imágenes capturadas por los usuarios. Como se demuestra en la figura 4, se identifica el flujo de almacenamiento de la percepción ciudadana desde el aplicativo móvil.

Figura 4 Almacenamiento de percepción ciudadana PostgreSQL y Google Drive

¹ Formato que permite el intercambio de información o datos. Brinda reglas de formato para realizar el envío de los datos. (Crockford, 2006).

² El formato base64 es una cadena de caracteres ASCII.

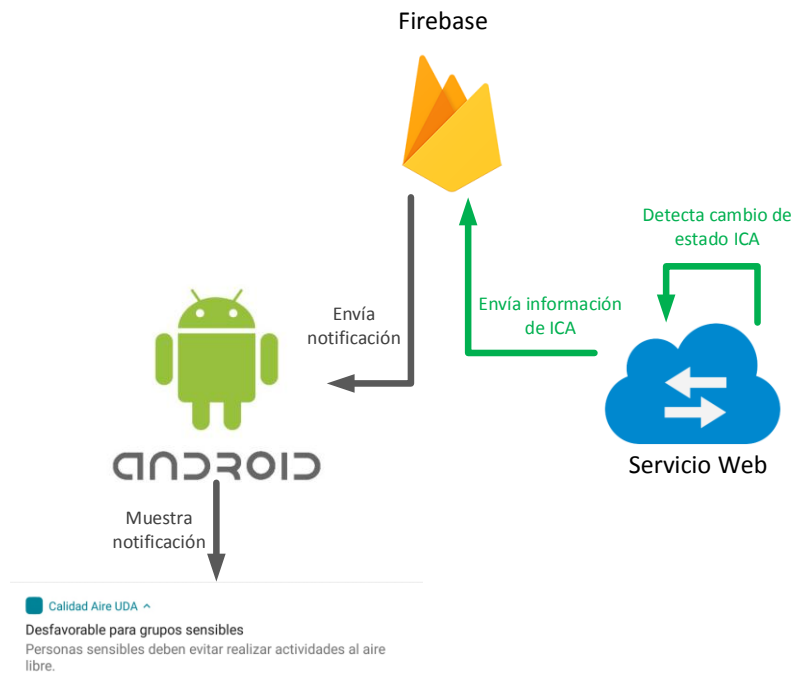


Fuente: Autores, 2018; **Elaborado por:** Brito P, Lafebre S (2018).

Además, se dispone de un método que permite la obtención de todos los reportes que han realizado los usuarios, este es llamado “uda_reportes”, los parámetros necesarios para la comunicación con el servicio web se mencionan en la Tabla 4. Mediante el correo electrónico del usuario utilizando la clase “Obtener_reportes”, se realiza la consulta en la base de datos de los últimos reportes de percepción de calidad del aire de la ciudad de Cuenca.

Finalmente, se ha implementado una clase llamada “PushAndroid”, esta clase permite la comunicación con la herramienta de Google “Firebase” la cual es la encargada de la gestión de todas las notificaciones que la aplicación Android reciba, es así como se ha realizado el desarrollo haciendo uso de la Api de Firebase Cloud Messaging que permite mediante el uso de REST y JSON enviar la información necesaria para que se genere automáticamente la notificación en las aplicaciones, como se puede apreciar en la figura 5 se dispone del flujo de funcionamiento de la clase implementada en donde Firebase es quien se encarga de la gestión de la información enviada por el API Rest.

Figura 5 Gestión de notificaciones Google Firebase



Fuente: Autores, 2018; **Elaborado por:** Brito P, Lafebre S (2018).

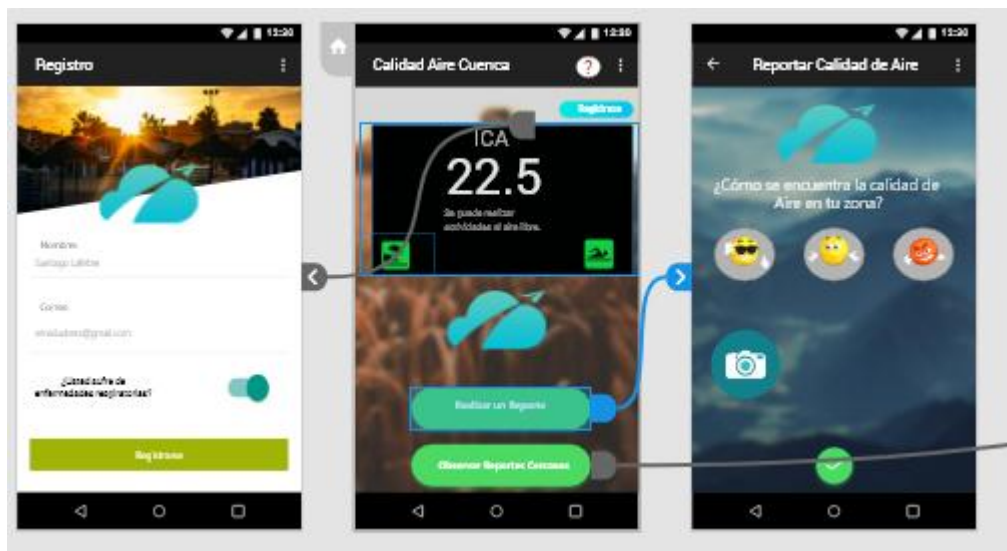
Durante esta etapa se identificaron varias mejoras que permiten que la base de datos creada en PostgreSQL no se sature con alta carga de transaccionalidad, es así que se decidió no almacenar directamente las imágenes dentro de la base de datos ya que por la alta calidad de las fotografías el almacenamiento y la transaccionalidad puede sufrir una sobrecarga y ralentizar las consultas.

2.3 Diseño y desarrollo de prototipo de aplicación Android.

2.3.1 Diseño de prototipo de aplicación Android

Durante la fase de diseño se utilizó la herramienta Adobe XD, la cual permite una rápida y sencilla interfaz para diseñar cada pantalla. Esta herramienta permite disponer del diseño de interfaz de la aplicación además de crear con estas pantallas una secuencia interactiva con el usuario, con lo que ya desde la etapa del diseño se tiene una idea clara del producto final, así como el funcionamiento de cada una de las pantallas. Como se muestra en la figura 6 cada una de las pantallas disponen de conectores que permiten conocer cómo se maneja la secuencialidad dentro de la aplicación, cada una de estas conexiones tiene asignada una función y es así como que se puede manejar pruebas de concepto con usuarios sin la necesidad de disponer una aplicación ya desarrollada.

Figura 6 Flujo de secuencia de pantallas en herramienta Adobe XD



Fuente: Autores, 2018; **Elaborado por:** Brito P, Lafebre S (2018).

Al crear este prototipo se busca realizar un diseño de fácil entendimiento, intuitivo y sobre todo brinde un servicio de calidad, procurando el bienestar general de toda la sociedad preocupada por los cambios medioambientales producidos en el aire; interactuando con el usuario a través de opciones para reportar su opinión de la situación de la calidad del aire que los rodea.

Para encontrar la imagen que represente la aplicación, se buscó crear un logo adecuado que logre plasmar con un simple vistazo del consumidor lo que se desea transmitir con el mismo. Se escogió entre toda la gama de colores al azul claro, ya que el mismo durante siglos ha representado lo relacionado con la salud y el bienestar, además de que es un color que transmite tranquilidad, y justamente es parte de lo que se busca ofrecer con esta aplicación, al brindar una mayor seguridad a los usuarios sobre la calidad del aire que se respira día a día.

Durante el diseño de un logo que identifique la aplicación como marca como se puede observar en la figura 7, se buscó obtener primero una combinación entre varios elementos; los cuales son: una nube que simboliza el aire y todo lo relacionado con la atmósfera y todos los componentes positivos y nocivos que la componen. La misma está dividida por un sendero surcado por un avión de papel, y el cual lo divide en dos zonas, la primera como componente positivo para la salud del ser humano y la otra como componentes nocivos para los mismos. Usamos el mismo para hacer una comparación con los seres humanos ya que somos igual de frágiles ante los cambios del aire que respiramos. Con esto se busca que los consumidores de la aplicación puedan conseguir

una información adecuada sobre el aire que respiran día a día y la cual les permita disponer de una vida más saludable.

Figura 7 Logotipo de prototipo de aplicación Android



Fuente: Autores, 2018; **Elaborado por:** Brito P, Lafebre S (2018).

Para el color de los botones de la aplicación se escogió el color verde como se muestra en la figura 8, que simboliza la naturaleza en su estado más puro y limpio, justamente lo que se busca para los usuarios es que estén conscientes e informados sobre la calidad del ambiente que los rodea, específicamente del aire.

Figura 8 Diseño de botones para prototipo de aplicación Android



Fuente: Autores, 2018; **Elaborado por:** Brito P, Lafebre S (2018).

Finalmente, en la sección para obtener la percepción ciudadana de la calidad del aire, como se puede visualizar en la figura 9 se buscó diseñar esta pantalla con un modelo interactivo, para que los usuarios puedan compartir la situación de contaminación o pureza del aire a su alrededor, a través de la selección de emoticones (malo, regular y bueno); y también les permita capturar una fotografía a través de la opción de cámara, para así realizar su reporte y visualizar la situación en tiempo real.

Figura 9 Diseño de pantalla para obtención de percepción ciudadana



Fuente: Autores, 2018; **Elaborado por:** Brito P, Lafebre S (2018).

2.3.2 Desarrollo de prototipo de aplicación Android

El desarrollo del prototipo de aplicación Android fue implementando sobre Android Studio 3.1.4, el cual permite la programación en lenguaje JAVA, además de una implementación del diseño de interfaz de la aplicación Android. Durante el desarrollo de la aplicación se siguió con el diseño establecido en el archivo de Adobe XD, además del uso de varias clases y métodos que permiten la correcta comunicación con el servicio web implementado.

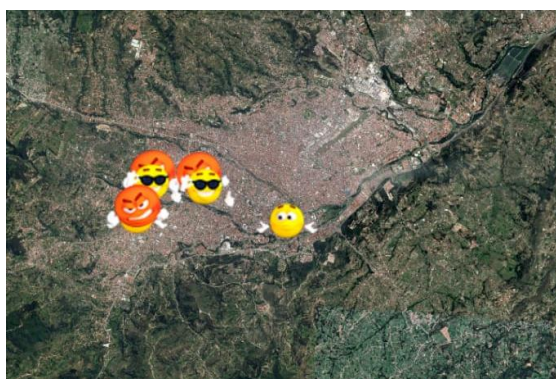
La pantalla principal de la aplicación muestra la calidad del aire de la ciudad de Cuenca en tiempo real, es por este motivo que cuando se abre la aplicación se realiza una consulta al servidor dependiendo si el usuario está o no registrado en la base de datos. Si el usuario está registrado se almacena en una base de datos local en el dispositivo móvil y así se puede conocer si tiene problemas pulmonares, de esta manera se muestran mensajes personalizados para cada tipo de usuario, los colores de las actividades que se pueden realizar varían dependiendo del rango en que se encuentra el ICA.

En la sección de percepción ciudadana se solicita permisos de uso de la localización de cada uno de los usuarios, ya que es un parámetro obligatorio para el reporte de calidad del aire, el usuario en esta pantalla tiene la capacidad de reportar como percibe la calidad del aire a su alrededor y adjuntar al reporte una fotografía (no es obligatoria). Para la captura de la fotografía se utiliza un método que permite abrir la cámara del dispositivo móvil, esta se almacena en formato BitMap. Para el almacenamiento de percepción ciudadana se procede a transformar esta imagen en formato base64 para poder realizar el envío por un método POST llamado

“udapercepcion” del servicio web. Para realizar el envío de la cadena de texto en base64 se requiere utilizar JSON mediante el cual se puede enviar grandes cadenas de texto y de esta manera realizar el almacenamiento en la base de datos, así como en el repositorio de Google Drive.

Además, mediante una API que nos brinda Google Maps, se dispone de un mapa con los últimos reportes de los ciudadanos, indicando el estado en que se reporta la percepción ciudadana. Como se puede observar en la figura 10, se dispone de una interfaz intuitiva para el usuario, ya que la percepción ciudadana de calidad del aire de la ciudad de Cuenca se muestra haciendo uso de los emoticones antes mencionados. La información mostrada corresponde a los últimos 20 reportes guardados en la base de datos, el objetivo de este es no saturar el proceso de obtención de datos de este.

Figura 10 Percepción ciudadana de calidad del aire de la ciudad de Cuenca



Fuente: Autores, 2018; **Elaborado por:** Brito P, Lafebre S (2018).

Mediante el uso de la herramienta Firebase de Google, se ha realizado la implementación de notificaciones para informar al usuario cuando existe un cambio de estado en la calidad del aire de la ciudad de Cuenca, en Android Studio se procede a solicitar la vinculación del proyecto con Firebase, y de esta manera mediante el uso de código ya generado por la misma herramienta, se habilita las notificaciones para mostrarlas cuando la aplicación no se encuentra abierta en ese momento.

Para la correcta compatibilidad de diferentes versiones de Android para el prototipo de aplicación, se realizó la configuración en Android Studio para que se disponga las funcionalidades y características desde el Api 21 correspondiente a “Lollipop 5.0”, además se utilizó el esquema de diseño “ConstraitLayout” el cual permite que sin importar el tamaño de pantalla del dispositivo el contenido de la aplicación automáticamente se acopla al mismo evitando así disponer de varias versiones de

aplicaciones para los diferentes dispositivos. Dentro de los ajustes de compilado de la aplicación como se puede observar en la figura 11 se hace uso de diferentes características para obtener la compatibilidad tanto para la menor versión Api 21 y mayor Api 26 de Android, como es el caso del soporte de “ConstraitLayout” así como de las diferentes librerías actualizadas correspondientes a Firebase y Google Maps.

Figura 11 Build.graddle de prototipo de aplicación Android Studio

```
implementation fileTree(dir: 'libs', include: ['*.jar'])
implementation 'com.android.support:appcompat-v7:26.1.0'
implementation 'com.android.support.constraint:constraint-layout:1.1.2'
implementation 'com.google.android.gms:play-services-maps:15.0.1'
implementation 'com.google.firebase:firebase-messaging:17.0.0'
testImplementation 'junit:junit:4.12'
androidTestImplementation 'com.android.support.test:runner:1.0.2'
androidTestImplementation 'com.android.support.test.espresso:espresso-core:3.0.2'
implementation 'org.jbundle.util.osgi.wrapped:org.jbundle.util.osgi.wrapped.org.apache.http.client:4.1.2'
implementation 'com.android.support.constraint:constraint-layout:1.0.2'
implementation 'com.android.support:multidex:1.0.3'
```

Fuente: Autores, 2018; **Elaborado por:** Brito P, Lafebre S (2018).

2.4 Desarrollo de Encuesta

Durante la fase de desarrollo de la encuesta se procedió con el uso de una herramienta proporcionada por Google llamada “Google Encuestas” la cual nos permite generar un formulario con las diferentes preguntas que se requieren que sean respondidas por parte de los encuestados, como se puede apreciar en la figura 12 se identifican las preguntas establecidas para realizar la encuesta la cual tiene como objetivo identificar la aceptación del prototipo de la aplicación Android en diferentes aspectos ya sea en funcionalidad, diseño, facilidad, además de verificar si en el ambiente familiar de los encuestados existen personas con problemas respiratorios e identificar si se logró brindar una herramienta con la cual el ciudadano disponga de una mejor comunicación del índice de calidad del aire de la ciudad de Cuenca, así como la herramienta con la cual pueden enviar su percepción de la calidad del aire. La encuesta se encuesta está conformada por 10 preguntas, dividida en 2 preguntas de opción múltiple, 3 preguntas de escala de 1 a 5 (siendo 1 el más bajo y 5 el más alto) y 5 preguntas de opción simple (si y no).

Figura 12 Detalle de preguntas de encuesta elaborada en “Google Encuestas”

Questionario sobre Aplicación ICA

El objetivo de este proyecto es presentar un sistema móvil de visualización y notificación personalizada de la calidad del aire. Con este proyecto se espera lograr una mejor comunicación al usuario del índice de calidad del aire de la ciudad de Cuenca, así como permitir a los mismos disponer de una herramienta para que puedan enviar su percepción de la calidad de aire.

***Obligatorio**

¿En qué rango de edad usted entra? *

☐ 17 o más joven
☐ 18-30
☐ 31-45
☐ 45 o más

¿Es fácil encontrar la información sobre la Calidad del Aire? *

☐ Sí
☐ No

¿Es fácil realizar un reporte en la aplicación? *

☐ Sí
☐ No

En la escala del 1 a 5, cual cree que sea aceptación de la aplicación en la ciudad de Cuenca (Siendo 1 el más bajo y 5 el más el alto) *

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

¿Que tan periódicamente usaría la aplicación? *

☐ Cada 2 horas.
☐ Cada 5 horas
☐ Una vez al Día
☐ Una vez a la Semana

¿Usted utilizaría la aplicación al realizar o antes de realizar actividades? *

☐ Sí
☐ No

¿En su familia se encuentra alguna persona con afección respiratoria? *

☐ Sí
☐ No

¿Usted ha escuchado o conoce otras aplicaciones en el medio con la misma información brindada? *

☐ Si
☐ No

En la escala del 1 a 5, usted considera que el uso de esta aplicación, mejoraría la calidad de vida en la ciudad de Cuenca? (Siendo 1 el más bajo y 5 el más el alto) *

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

ENVIAR

Fuente: Autores, 2018; Elaborado por: Brito P, Lafebre S (2018).

3. RESULTADOS

Como resultado del análisis, diseño e implementación de extensión de base de datos se logró crear una base de datos consolidada que permite el correcto almacenamiento de la información obtenida tanto de la aplicación móvil, así como del servicio web. Al disponer de las nuevas tablas incorporadas dentro de la base de datos que maneja el departamento de investigación de la universidad del Azuay (IERSE), se

permite que las consultas de la calidad del aire de la ciudad de Cuenca sean rápidas y eficaces. Cada una de las tablas creadas mediante la herramienta Erwin Data Modeler y con la ejecución de la herramienta “Forward Engineer Schema Generate” permitió que la estructura de las tablas en la base de datos disponga de todas las propiedades y relaciones que se analizaron durante la fase de análisis, gracias a esto la funcionalidad del servicio web es la correcta al momento de realizar las consultas, ingresos o actualizaciones de la información. Como se muestra en la figura 13 se dispone de la tabla “Usuarios”, se puede identificar que se han creado las columnas que se especificaron en la tabla 2.

Figura 13 Reporte de usuarios registrados

usr_correo [PK] character(60)	usr_nombre character(40)	usr_apellido character(40)	usr_notificaci boolean	usr_proble boolean
ntnl7@hotmail.com	Santiago	Lafebre	TRUE	FALSE
malvarado@uda.ec	Marcelo	Alvarado	TRUE	FALSE
jvintimilla@hotmail.com	Juan	Vintimilla	TRUE	TRUE
juanperez@livepayphon.com	Juan	Brito	TRUE	FALSE

Fuente: Autores, 2018; **Elaborado por:** Brito P, Lafebre S (2018).

En la figura 14 se muestra el almacenamiento de un identificador único para cada imagen que se ha enviado como parte de la percepción ciudadana. Además, como se puede identificar en cada uno de los reportes se dispone de la ubicación representada en coordenadas (latitud y longitud), esto permite comprobar que la aplicación Android ha realizado correctamente el envío de los datos requeridos.

Figura 14 Reporte de percepción ciudadana de base de datos PostgreSQL

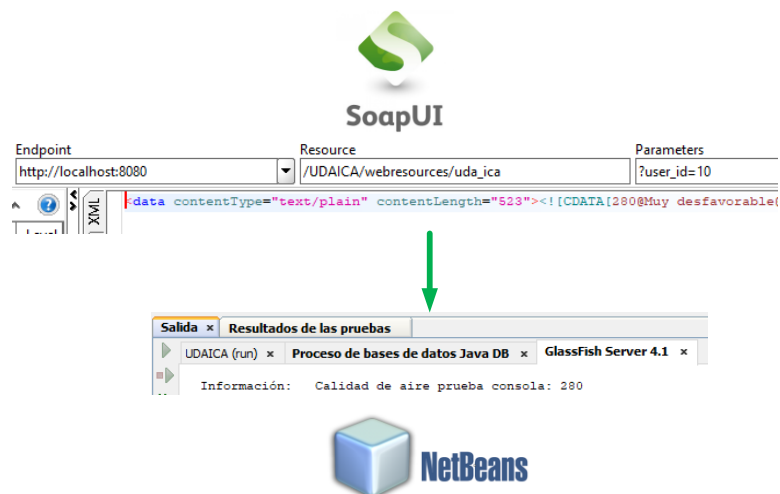
62	2018-08-0	-2.917383	-79.0386339	2	37.99	paulfbz00714@gmail.com	dce20d9a-86e4-4370-839e-72a88d4ad2c6
63	2018-08-0	-2.917393	-79.0385586	3	37.99	paulfbz00714@gmail.com	3ec9f24b-e188-44f0-a513-5e59841854cc
64	2018-08-0	-2.908411	-79.0347649	1	37.99	ntnl7ntn@hotmail.com	c76eb26b-5a90-47c3-9c85-8f8ee6029a73
65	2018-08-0	-2.908411	-79.0347649	1	37.99	ntnl7ntn@hotmail.com	8d75ab39-8203-42db-8f17-f6193407fa8b
66	2018-08-0	-2.917528	-79.0388318	3	37.99	paulfbz00714@gmail.com	77476a03-510e-4be1-a6cf-b5d8a080a93
67	2018-08-0	-2.909565	-79.0208014	1	37.99	paulfbz00714@gmail.com	50e1b637-8e24-46be-9002-58ba301f84a9
68	2018-08-0	-2.908411	-79.0347649	3	37.99	slafebre@livepqyphone.com	faa14ef6-f7a7-4d7d-b928-eb6fc332d9eb
69	2018-08-0	-2.908915	-79.0228290	3	37.99	slafebre@livepqyphone.com	2da37ab3-6c2f-41fa-a171-9499f07f68c6
70	2018-08-0	-2.918646	-78.9994631	2	37.99	slafebre@livepqyphone.com	28716bd5-c573-45d7-819a-b37a8ace0618

Fuente: Autores, 2018; **Elaborado por:** Brito P, Lafebre S (2018).

Es así como en la etapa de pruebas del servicio web utilizando la herramienta SoapUI se verificó la correcta conexión con la base de datos y validó la funcionalidad de los métodos mencionados. La alta transaccionalidad se evidencia en el tiempo de respuesta que nos brinda al momento de que se realizan las consultas, inserciones y

eliminaciones mediante el uso de REST. El software de pruebas permitió verificar que todos los métodos desarrollados se encuentran totalmente operativos y cumplen con el objetivo planteado durante el análisis de requerimientos del servicio web. Como ejemplo de su funcionamiento se dispone del cálculo en tiempo real del índice de calidad del aire mediante el método “udaica”, al obtener el resultado mediante los últimos valores registrados en la base de datos se ha demostrado que el cálculo es el correcto, al realizar pruebas de consola mostrando esta información directamente sobre la herramienta NetBeans coincidieron exitosamente con los valores mostrados por la herramienta SoapUI como se muestra en la figura 15.

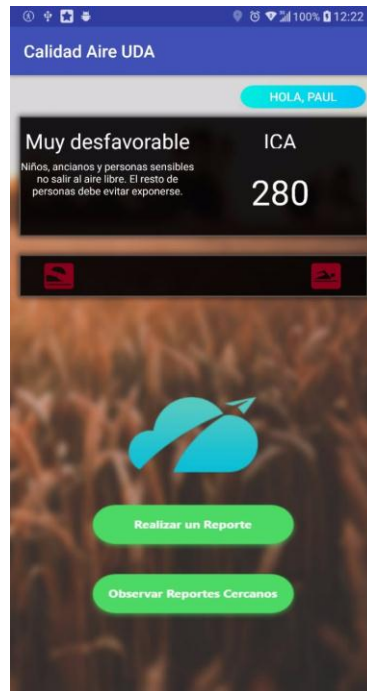
Figura 15 Muestra de resultado de cálculo de ICA SoapUI - Netbeans



Fuente: Autores, 2018; **Elaborado por:** Brito P, Lafebre S (2018).

Al finalizar con el desarrollo de prototipo de aplicación Android, se logró exitosamente seguir el diseño propuesto en la herramienta Adobe XD. Con la aplicación lista y funcional se realizaron las pruebas finales para comprobar que su comunicación con el servidor web es el correcto. Se puede apreciar en la figura 16 la pantalla inicial de la aplicación en donde se puede observar el índice de calidad del aire de la ciudad de Cuenca junto a las recomendaciones y estado, además de identificar el nombre del usuario que en ese momento está haciendo uso de la aplicación.

Figura 16 Pantalla inicial de prototipo de aplicación Android



Fuente: Autores, 2018; **Elaborado por:** Brito P, Lafebre S (2018).

Es así como se ha logrado recibir correctamente la percepción ciudadana de calidad del aire de la ciudad de Cuenca por medio de la aplicación Android como se puede observar en la figura 9, el usuario simplemente selecciona el estado en que considera que se encuentra la calidad del aire y de manera opcional se puede proceder con la toma de fotografía para adjuntar a su reporte. Mediante el uso de Google Maps se ha cargado la ubicación actual y con esto se puede comprobar que la obtención de coordenadas desde la aplicación es correcta y al momento de registrarla en la base de datos se pueda visualizar los reportes cercanos; cómo se puede observar en la figura 17 la información almacenada en la base de datos de la ubicación del usuario coincide exitosamente con las coordenadas brindadas por Google Maps.

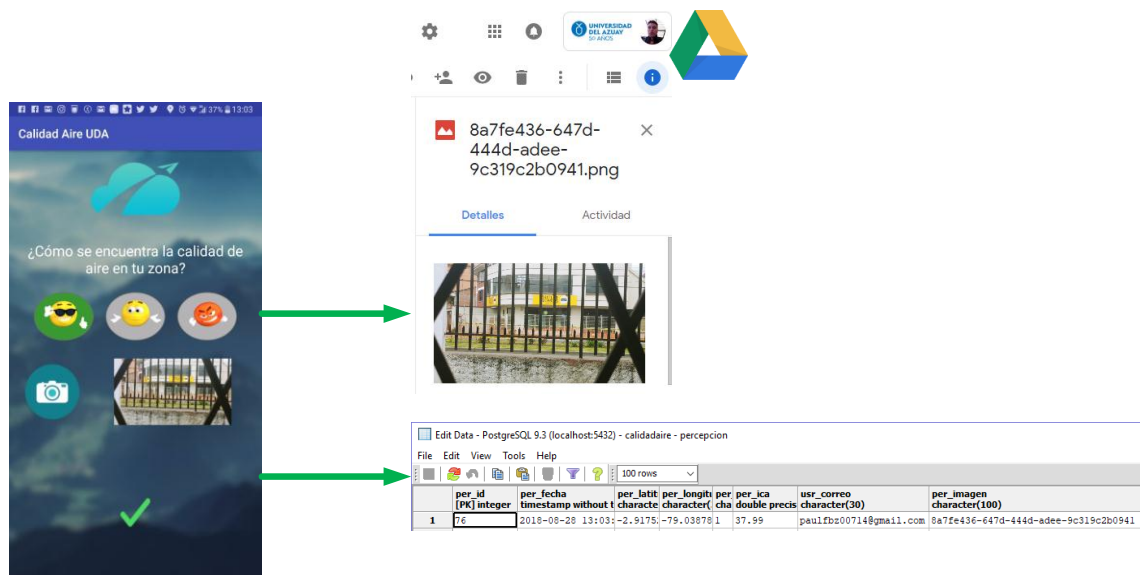
Figura 17 Reporte de percepción ciudadana verificando coordenadas obtenidas

Edit Data - PostgreSQL 9.3 (localhost:5432) - calidadaire - percepcion								
File Edit View Tools Help								
	per_id [PK] integer	per_fecha timestamp without t	per_latit character(10)	per_longiti character(10)	per_ica double precis	usr_correo character(30)	per_imagen character(100)	
1	76	2018-08-28 13:03	-2.9175	-79.03878	1 37.99	paulfbz00714@gmail.com	8a7fe436-647d-444d-adee-9c319c2b0941	

Fuente: Autores, 2018; **Elaborado por:** Brito P, Lafebre S (2018).

Así mismo se logró validar que se almacene correctamente los datos que el usuario envíe y de igual manera verificar que la fotografía se encuentre almacenada en Google Drive. Con el ingreso de un enlace privado al cual se ha otorgado permisos para que ciertos usuarios tengan acceso se puede visualizar las imágenes almacenadas. Como se identifica en la figura 18 se ha almacenado correctamente la fotografía y el estado de calidad del aire que fue seleccionado por el usuario y se ha comprobado que el servicio web mediante el uso del método “udapercepcion” está funcionando correctamente y de igual manera la aplicación móvil Android.

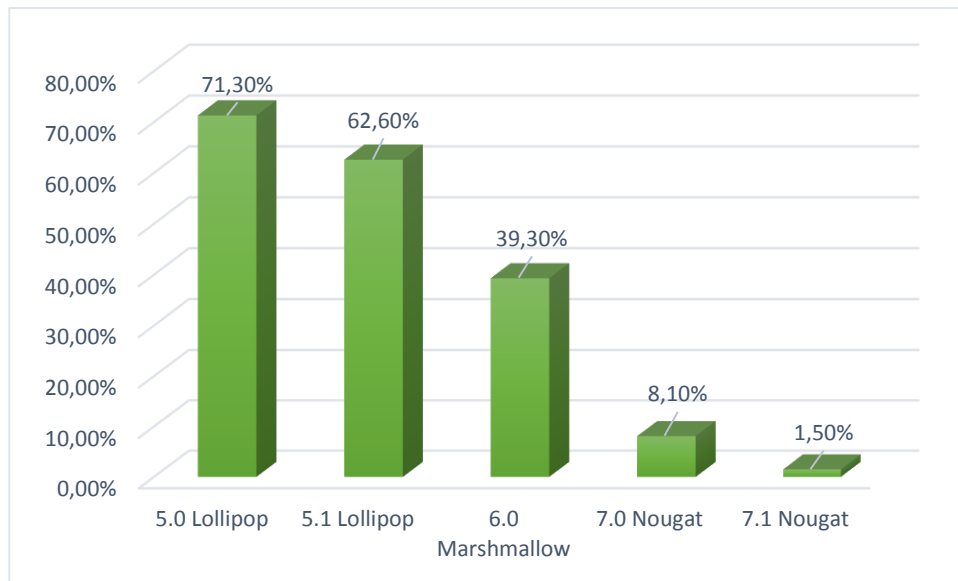
Figura 18 Almacenamiento de fotografía de percepción ciudadana en Google Drive



Fuente: Autores, 2018; **Elaborado por:** Brito P, Lafebre S (2018).

Como resultado del desarrollo de la aplicación se logró verificar el correcto funcionamiento del prototipo de la aplicación Android en las diferentes versiones que se muestran en la figura 19, certificando así que se logró una penetración del 71.3% de dispositivos.

Figura 19 Penetración de versiones Android en el mercado global.



Fuente: Android Studio, 2018; **Elaborado por:** Brito P, Lafebre S (2018).

Finalmente, como resultado de la encuesta realizada a 41 personas, se obtuvieron resultados los cuales confirmaron que la factibilidad de uso, así como de aceptación de la aplicación es la esperada considerando que 1 es lo más bajo y 5 es lo más alto, se obtuvo entre los niveles superiores un 68.3% y las personas que consideraron que la aplicación puede llegar a tener una aceptación media fue del 31.7%. Además, se identificó que la ciudadanía encuestada certificó que la aplicación es intuitiva y fácil de usar con un 80.5% validando así que se dispone de un diseño sencillo y que cumple con las expectativas de los usuarios. Los resultados detallados de cada pregunta se pueden apreciar en el Anexo 2.

4. DISCUSIÓN

En el presente documento se realizó la investigación de cómo se diseña una aplicación móvil para comunicar apropiadamente la información de calidad del aire a los ciudadanos de la ciudad de Cuenca, es así que tras los análisis realizados se identificó que la información a mostrarse en la aplicación móvil se reduce a la calidad del aire de la ciudad, así como brindar a la ciudadanía una herramienta que permita a los usuarios notificar su percepción de calidad del aire, para esto se procedió a crear un sistema distribuido que permita la comunicación entre base de datos, servicio web y aplicación móvil. Con base en estos objetivos se planteó la metodología mostrada en esta investigación.

En la actualidad existen una variedad de sistemas que permiten monitorear la calidad del aire, normalmente estos sistemas solamente tienen la capacidad de realizar el almacenamiento en base de datos de los datos obtenidos por medio de sensores de contaminantes, es así que no se permite que el usuario brinde información de su percepción de calidad del aire (Gruicin & Popa, 2017). De acuerdo con los resultados obtenidos durante el análisis, diseño e implementación de extensión de base de datos se logró ampliar la base de datos actual permitiendo así, que no solamente se realice el almacenamiento de las variables meteorológicas si no también la información brindada por parte de los usuarios.

Usualmente la visualización de la calidad del aire se realiza en plataformas web las cuales comúnmente están orientadas para usuarios con perfil experto, es así que la recolección de los datos se muestran en mapas, gráficas, e informes estadísticos con la información de la contaminación obtenida de los diferentes sensores (Firculescu & Tudose, 2015). Es por este motivo que, como se muestran en los resultados mediante el uso de nuevas herramientas para el diseño de aplicaciones móviles como es Adobe XD, desde el inicio del desarrollo de la aplicación se realizó un seguimiento del diseño para lograr así disponer de un diseño que sea fácil de usar para los usuarios, así como su funcionamiento.

En la ciudad de Cuenca actualmente se dispone únicamente de una página web donde se visualiza la calidad del aire de la ciudad incluyendo una variedad de información la cual puede ser interpretada por usuarios con un perfil experto (Cabrera Lituma, 2016), es así como se muestran en los resultados obtenidos al finalizar con el desarrollo de la aplicación Android se dispone de un diseño amigable y sencillo para el usuario, en la cual tiene a su disposición la información de la calidad del aire de la ciudad de Cuenca, además de añadir funcionalidad al permitir al usuario enviar su percepción de calidad del aire de la ciudad así como recibir notificaciones personalizadas si existe cambios en el estado de calidad del aire.

Una de las dificultades encontradas en el desarrollo de este proyecto fue disponer de una aplicación móvil con la cual se pueda tener un gran alcance en el entorno local, es así que considerando que los dispositivos Android por su variedad, así como sus precios más exequibles para la población es el más utilizado disponiendo de una penetración en américa latina del 89% (Ruiz, 2017), como se puede apreciar en los resultados se dispone de una aplicación que está desarrollado para la compatibilidad desde usuario que

dispongan de dispositivos Android con sistema operativo 5.0 Lollipop que representan el 71.3% de dispositivos Android del mercado global (Google LLC., 2018).

Para futuros trabajos se recomienda el análisis para el desarrollo de la aplicación móvil para dispositivos IOS, para así disponer de una mayor compatibilidad de dispositivos, además de comprobar si nuestro objetivo de mantener a la ciudadanía informada y de mejorar la calidad de su salud se haya cumplido. En un futuro el departamento de investigación de la Universidad del Azuay tiene planificado realizar la unión de varias centrales de monitoreo, de los cuales se obtendrá información en tiempo real y se recomienda crear un algoritmo de ubicación de la central más cercana para así mostrar la información que el usuario le interesa de su zona, finalmente la implementación de nuevos servicios que permitan que la aplicación móvil sea una herramienta diaria para las personas.

5. CONCLUSIONES

En este trabajo gracias al uso de la herramienta Erwin Data Modeler se consiguió crear de una manera eficaz la base de datos relacional permitiendo así obtener resultados exitosos al momento de vincular estas nuevas tablas con la base de datos existente, gracias a estos se logró disponer de una base de datos que permite una comunicación fluida con el servicio web, así como ofrecer un tiempo de respuesta eficaz al momento de realizar consultas. En los resultados se puede observar que el almacenamiento de la información es correcto y que no existe pérdida de información considerando así que se logró disponer de una base de datos que permite soportar la carga de datos de percepción ciudadana de la ciudad de Cuenca.

Además, se utilizó un modelo de sistemas distribuidos para realizar la comunicación entre una aplicación Android, un servidor web en donde se implementó Servicios Web REST, y que estos se conecten directamente con la base de datos que posee la información sobre los contaminantes del aire, permitiendo así evitar la alta carga de procesamiento a un dispositivo móvil, además de lograr comunicar al usuario en tiempo real el índice de calidad del aire. Los resultados muestran que las conexiones entre base de datos, servidor web y aplicación móvil se realizó correctamente. Cada uno de los estados muestra correctamente las alertas necesarias para los usuarios, con esto el cliente puede sentirse en la posibilidad de consultar la calidad del aire en el día a día.

Al disponer de un sistema consolidado tanto en base de datos como en servicio web, se realizó el diseño de interfaz de la aplicación Android haciendo uso de la herramienta Adobe XD, es así que se consiguió optimizar el tiempo y el desarrollo del diseño de la aplicación Android, ya que con el mismo se pudo compartir el diseño para su aprobación a las partes interesadas, además esta herramienta proporcionó una interfaz interactiva para el desarrollo de pantallas y al final del proceso se logró tener claro el interfaz de la aplicación y la secuencia de funcionamiento.

Finalmente, para el desarrollo de la aplicación se utilizó Android Studio la cual al ser una herramienta intuitiva y fácil de usar, se logró duplicar los diseños y la funcionalidad establecidas, al realizar una integración de una variedad de servicios de Google se logró optimizar el desarrollo y los beneficios de la aplicación incluyendo el mapa de percepción ciudadana así como la conectividad con Firebase, consolidando así el objetivo de este trabajo de disponer de una aplicación funcional que permite la correcta comunicación de la calidad del aire de la ciudad de Cuenca a todos los ciudadanos.

BIBLIOGRAFÍA

Brynda, P., Kosova, Z., & Kopriva, J. (2016). Mobile sensor unit for online air quality monitoring (pp. 1-4). IEEE. <https://doi.org/10.1109/SCSP.2016.7501028>

Cabrera Lituma, M. A. (2016). Plataforma de Visualización Estadística de Variables Atmosféricas Múltiples. Cuenca-Ecuador: Universidad del Azuay -Facultad de Ciencias de la Administración -Escuela de Ingeniería de Sistemas y Telemática. Recuperado de <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/6554>

Contreras-Ochando, L., & Ferri, C. (2016). airVLC: An Application for Visualizing Wind-Sensitive Interpolation of Urban Air Pollution Forecasts (pp. 1296-1299). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICDMW.2016.0188>

Crockford, D. (2006). The application/json Media Type for JavaScript Object Notation (JSON) (No. RFC4627). RFC Editor. <https://doi.org/10.17487/rfc4627>

Davila, L., Robalino, F., Gordon, C., & Cumbajin, M. (2018). Health and Educational Impacts Reduction Using a Supervisory Control and Data Acquisition Web System (pp. 334-338). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICEDEG.2018.8372322>

De Vito, S., Formisano, F., Agresto, A., Esposito, E., Massera, E., Salvato, M., ... Fiore, S. (2017). A crowdfunded personal air quality monitor infrastructure for active life applications (pp. 1-5). IEEE. <https://doi.org/10.1109/IWMN.2017.8078372>

Desai, N. S., & Alex, J. S. R. (2017). IoT based air pollution monitoring and predictor system on Beagle bone black (pp. 367-370). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICNETS2.2017.8067962>

Firculescu, A.-C., & Tudose, D. S. (2015). Low-Cost Air Quality System for Urban Area Monitoring (pp. 240-247). IEEE. <https://doi.org/10.1109/CSCS.2015.57>

Gokul, V., & Tadepalli, S. (2016). Implementation of a WiFi based plug and sense device for dedicated air pollution monitoring using IoT (pp. 1-7). IEEE. <https://doi.org/10.1109/GET.2016.7916611>

Google LLC. (2018, agosto 16). Penetración global por versión Android. Recuperado de <https://developer.android.com/>

Gruicin, I., & Popa, M. (2017). Airify — A mobile solution for monitoring air quality in urban areas (pp. 1-4). IEEE. <https://doi.org/10.1109/TELFOR.2017.8249443>

Kaur, A., Bansal, D., & Singla, S. (2017). A review on estimating the effects of inhaling airborne pollutants and air quality monitoring (pp. 1-7). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICCCNT.2017.8203980>

Mintz, D. (2016). Technical Assistance Document for the Reporting of Daily Air Quality – the Air Quality Index (AQI). USA. Recuperado de <https://www3.epa.gov/airnow/aqi-technical-assistance-document-may2016.pdf>

Romo-Melo, L., Aristizabal, B., & Orozco-Alzate, M. (2018). Air-Quality Monitoring in an Urban Area in the Tropical Andes. IEEE Potentials, 37(1), 34-39. <https://doi.org/10.1109/MPOT.2017.2714458>

Ruiz. (2017, abril 12). Android VS iOS ¿Quién domina el mundo de los Smartphones? Recuperado de <http://blog.linio.com.mx/android-vs-ios-quien-domina-el-mundo-de-los-smartphones/>

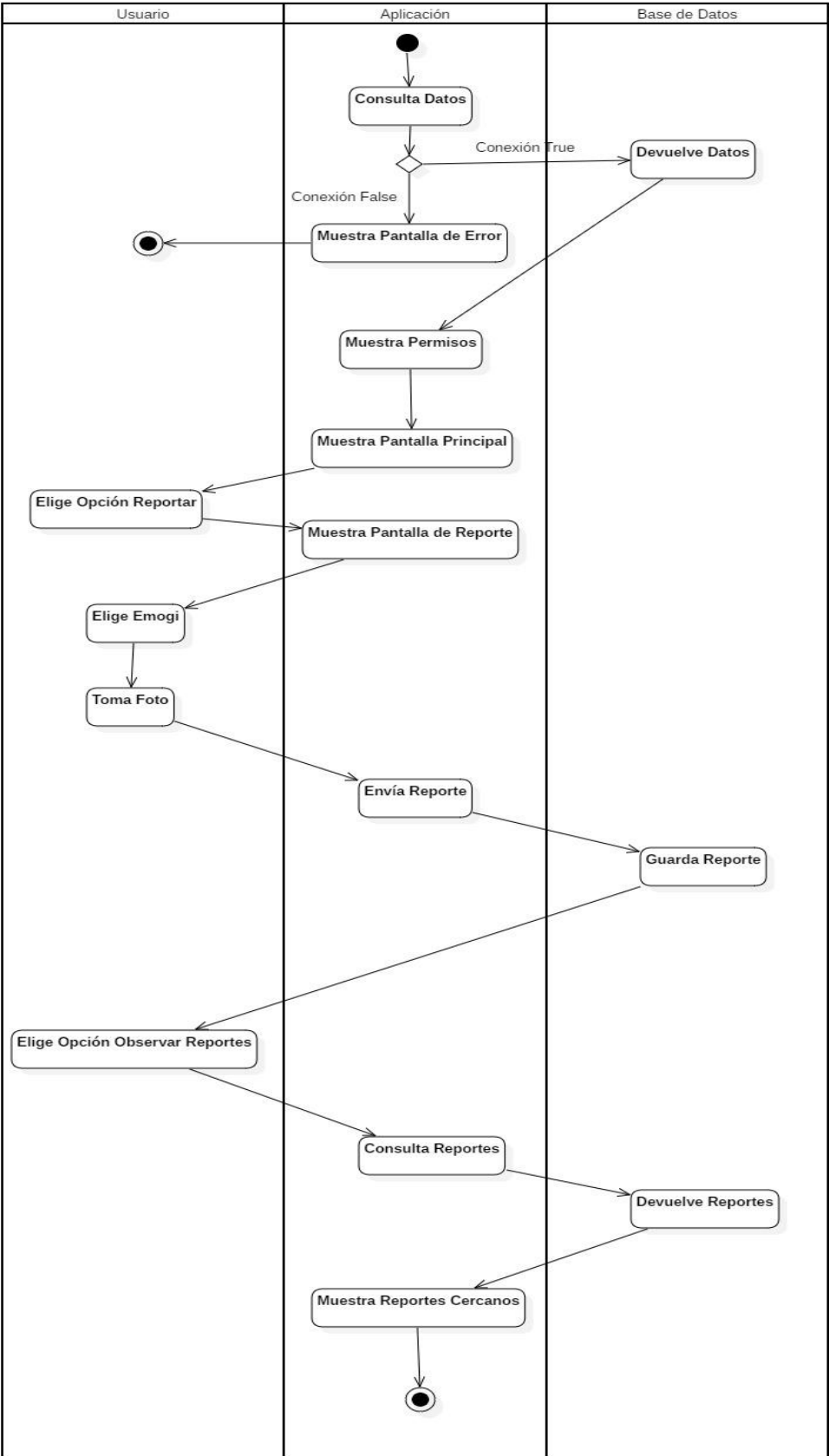
ANEXOS

Anexo 1: Diagrama de Caso de Uso y Actividad de prototipo de aplicación

Diagrama Casos de Uso



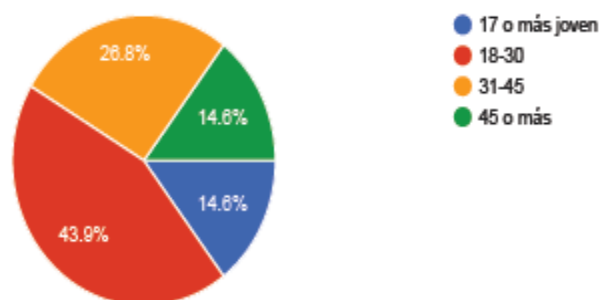
Diagrama de Actividad General de la Aplicación.



Anexo 2: Detalle de resultado de encuesta

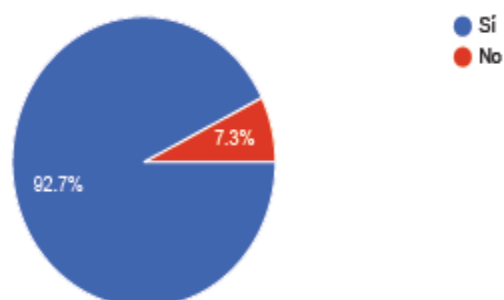
¿En qué rango de edad usted entra?

41 respuestas



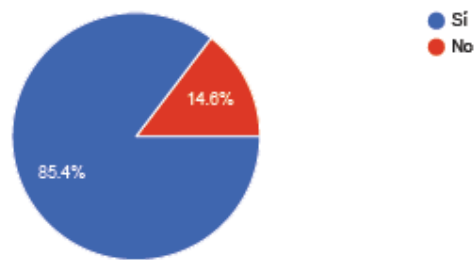
¿Es fácil encontrar la información sobre la Calidad del Aire?

41 respuestas



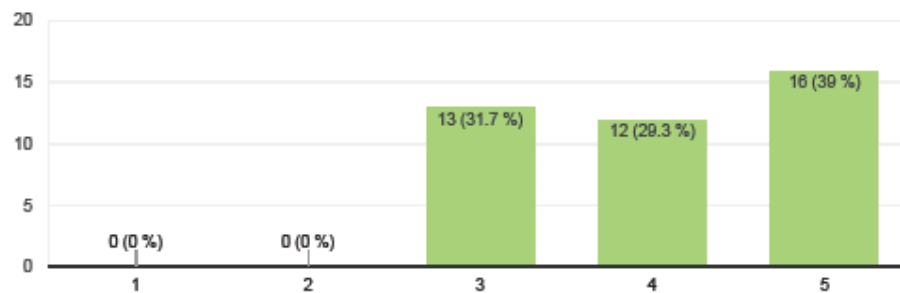
¿Es fácil realizar un reporte en la aplicación?

41 respuestas



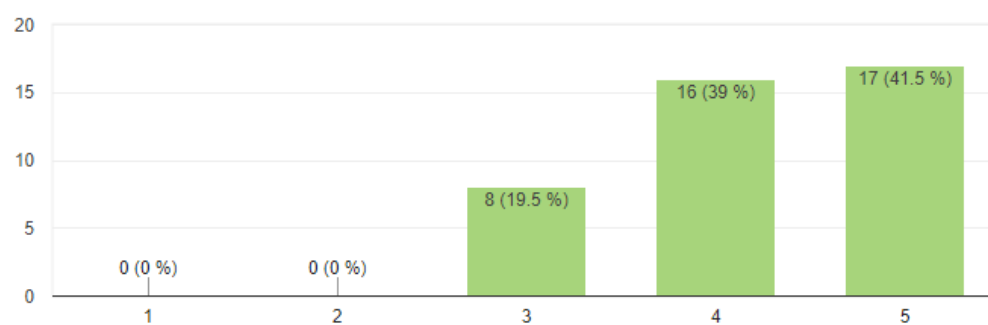
En la escala del 1 a 5, cual cree que sea aceptación de la aplicación en la ciudad de Cuenca (Siendo 1 el más bajo y 5 el más el alto)

41 respuestas



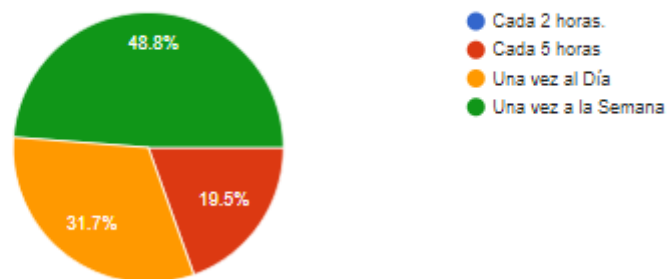
En la escala del 1 a 5, usted cree que el diseño de la aplicación sea intuitiva para su uso (Siendo 1 el más bajo y 5 el más el alto)

41 respuestas



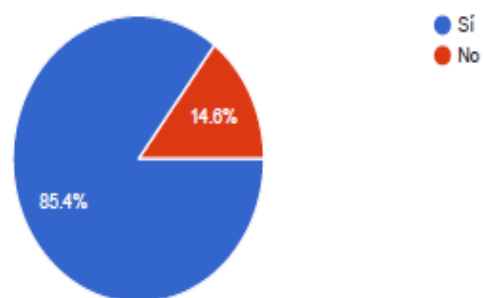
¿Que tan periódicamente usaría la aplicación?

41 respuestas



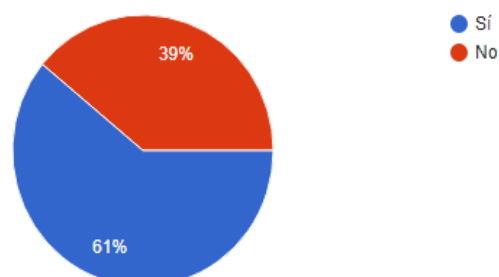
¿Usted utilizaría la aplicación al realizar o antes de realizar actividades?

41 respuestas



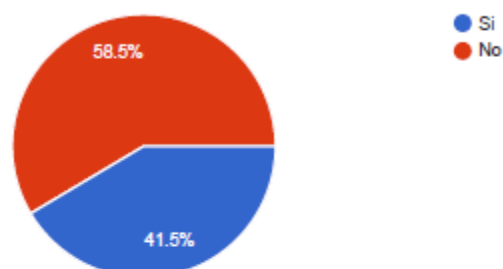
¿En su familia se encuentra alguna persona con afección respiratoria?

41 respuestas



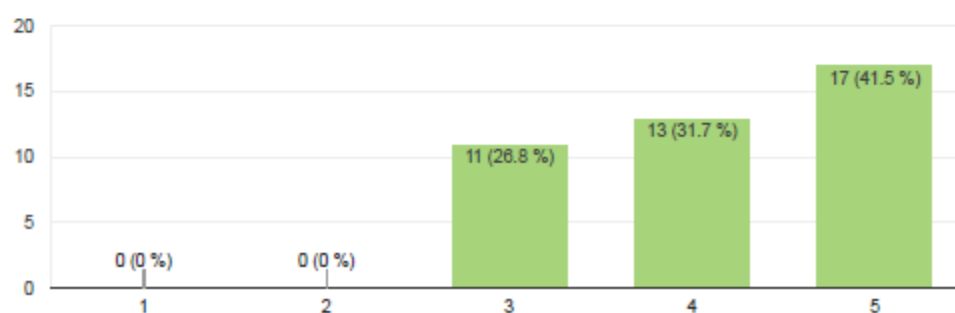
¿Usted ha escuchado o conoce otras aplicaciones en el medio con la misma información brindada?

41 respuestas



En la escala del 1 a 5, usted considera que el uso de esta aplicación, mejoraría la calidad de vida en la ciudad de Cuenca? (Siendo 1 el más bajo y 5 el más el alto)

41 respuestas



Doctora María Elena Ramírez Aguilar, Secretaria de la Facultad de Ciencias de la Administración de la Universidad del Azuay

CERTIFICA:

Que, el Consejo de Facultad en sesión del 11 de mayo de 2018, conoció y aprobó la solicitud para realización del trabajo de titulación, presentada por :

Estudiantes: Paúl Fernando Brito Zambrano (cód. 70357) y Santiago Ernesto Lafebre Sánchez (cód. 74492)

Tema: “Diseño e implementación de un prototipo móvil de visualización y notificación personalizada de calidad del aire de la ciudad de Cuenca”
Previo a la obtención del título de Ingeniero de Sistemas y Telemática

Director: Ing. Diego Pacheco

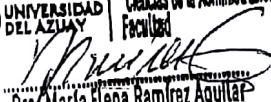
Tribunal: Agrim. Daniela Ballari
Ing. Catalina Astudillo

Plazo de presentación del trabajo de titulación, con la calificación del Director: seis meses a partir de la fecha de aprobación, esto es hasta el 11 de noviembre de 2018.

E INFORMA:

Que en aplicación de la Disposición General Cuarta del Reglamento de Régimen Académico vigente, en caso de que los estudiantes no culminen y aprueben el trabajo de titulación luego de dos períodos académicos contados a partir de la fecha de culminación de estudios, deberán realizar la actualización de conocimientos previa a su titulación.

Cuenca, 14 de mayo de 2018

 UNIVERSIDAD DEL AZUAY | Ciencias de la Administración
Facultad

Dra. María Elena Ramírez Aguilar
Secretaría - Abogada



Oficio Nro. 016-2018-DIST-UDA

Cuenca, 2 de mayo de 2018

Señor Ingeniero
Oswaldo Merchán Manzano
DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ADMINISTRACIÓN
Presente.-

De nuestras consideraciones:

La Junta Académica de la Escuela de Ingeniería de Sistemas y Telemática, reunida el día 2 de mayo del 2018, recibió el proyecto de tesis titulado "Diseño e implementación de un prototipo móvil de visualización y notificación personalizada de calidad del aire en la ciudad de Cuenca", presentado por Paúl Fernando Brito Zambrano y Santiago Ernesto Lafebre Sánchez estudiantes de la Escuela de Ingeniería de Sistemas y Telemática, y revisado por el Ing. Diego Pacheco, previo a la obtención del título de Ingeniero de Sistemas y Telemática.

Por lo expuesto, y de conformidad con el Reglamento de Graduación de la Facultad, recomendamos como director y responsable de aplicar cualquier modificación al diseño del trabajo de graduación posterior al Ing. Diego Pacheco, como co-directora y miembro de tribunal a Daniela Ballari PhD, y como miembro de tribunal a la Ing. Catalina Astudillo.

Atentamente,

Ing. Marcos Orellana Cordero
Coordinador Escuela de Ingeniería de Sistemas y Telemática
Universidad del Azuay

ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELEMÁTICA

FECHA: 07 de MAYO DE 2018.

Estudiante: Paúl Fernando Brito Zambrano y Santiago Ernesto Lafebre Sánchez



ACTA
SUSTENTACIÓN DE PROTOCOLO/DENUNCIA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Fecha de sustentación: **Miércoles, 09 de mayo de 2018 a las 12:20**

- 1.1. Nombre del estudiante: **Paúl Fernando Brito Zambrano y Santiago Ernesto Lafebre Sánchez**
1.2. Código: **70357 y 74492**
Director sugerido: **Ing. Diego Pacheco**
1.3. Codirector (opcional): _____
1.3.1. Tribunal: **Agrim. Daniela Ballari e Ing. Catalina Astudillo**
1.3.2. Título propuesto: : **“Diseño e implementación de un prototipo móvil de visualización y notificación personalizada de calidad del aire de la ciudad de Cuenca”**
1.3.3. Aceptado sin modificaciones : ☒

1.3.4. Aceptado con las siguientes modificaciones:

1.3.5. No aceptado

1.3.6. Justificación:

Tribunal

.....
Ing. Diego Pacheco

.....
Sr. Paúl F. Brito Zambrano

.....
Agrim. Daniela Ballari

.....
Sr. Santiago E. Lafebre Sánchez

.....
Ing. Catalina Astudillo

.....
Dra. María Elena Ramírez Aguilar
Secretaria de la Facultad



RÚBRICA PARA LA EVALUACIÓN DEL PROTOCOLO DE TRABAJO DE TITULACIÓN
(Tribunal)

- 1.1. Nombre del estudiante: Paúl Fernando Brito Zambrano y Santiago Ernesto Lafebre Sánchez
1.2. Código : 70357 y 74492
1.3. Director sugerido:
1.3.1. Codirector (opcional): Ing. Diego Pacheco
1.3.2. Título propuesto: **“Diseño e implementación de un prototipo móvil de visualización y notificación personalizada de calidad del aire de la ciudad de Cuenca”**
1.4. Revisores tribunal: Agrim. Daniela Ballari e Ing. Catalina Astudillo
1.5. Recomendaciones generales de la revisión:

	Cumple	No cumple
Problemática y/o pregunta de investigación	✓	
1. ¿Presenta una descripción precisa y clara?	✓	
2. ¿Tiene relevancia profesional y social?	✓	
Objetivo general		
3. ¿Concuerda con el problema formulado?	✓	
4. ¿Se encuentra redactado en tiempo verbal infinitivo?	✓	
Objetivos específicos		
5. ¿Permiten cumplir con el objetivo general?	✓	
6. ¿Son comprobables cualitativa o cuantitativamente?	✓	
Metodología		
7. ¿Se encuentran disponibles los datos y materiales mencionados?	✓	
8. ¿Las actividades se presentan siguiendo una secuencia lógica?	✓	
9. ¿Las actividades permitirán la consecución de los objetivos específicos planteados?	✓	
10. ¿Las técnicas planteadas están de acuerdo con el tipo de investigación?	✓	
Resultados esperados		
11. ¿Son relevantes para resolver o contribuir con el problema formulado?	✓	
12. ¿Concuerdan con los objetivos específicos?	✓	
13. ¿Se detalla la forma de presentación de los resultados?	✓	
14. ¿Los resultados esperados son consecuencia, en todos los casos, de las actividades mencionadas?	✓	

Ing. Diego Pacheco

Agrim. Daniela Ballari

Ing. Catalina Astudillo



Cuenca 04 de Mayo del 2018

Ingeniero,

Oswaldo Merchán Manzano

DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ADMINISTRACION

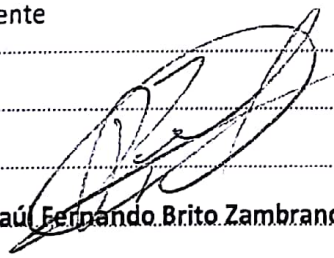
UNIVERSIDAD DEL AZUAY

De mi consideración,

Estimado Señor Decano, yo **Paúl Fernando Brito Zambrano** con C.I. **0104634456**, código estudiantil **70357** y **Santiago Ernesto Lafebre Sánchez** con C.I. **0105502744**, código estudiantil **74492** estudiantes de la carrera de Sistemas y Telemática, solicitamos muy comedidamente a usted y por su intermedio al Consejo de Facultad, la aprobación del protocolo de trabajo de titulación con el tema **"Diseño e implementación de un prototipo móvil de visualización y notificación personalizada de calidad del aire de la ciudad de Cuenca."** previo a la obtención del título de Ingeniero en Sistemas y Telemática para lo cual adjuntamos la documentación respectiva.

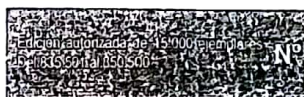
Por la favorable acogida que brinde a la presente, anticipamos nuestros agradecimientos.

Atentamente


Paúl Fernando Brito Zambrano


Santiago Ernesto Lafebre Sánchez

Estudiantes de la Carrera de Sistemas y Telemática



Nº 0845822

Cuenca, 4 de mayo del 2018

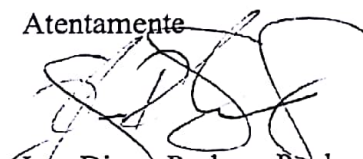
Sr. Ing
Marcos Orellana Cordero
DIRECTOR DE ESCUELA
CARRERA INGENIERÍA DE SISTEMAS
Su despacho

De mi consideración:

Por medio de la presente me permito dirigirme a Ud. con el propósito de comunicarle que, una vez revisado el diseño de tesis previa a la obtención del título de Ingeniero de Sistemas y Telemática de los estudiantes: Paúl Fernando Brito Zambrano y Santiago Ernesto Lafebre Sánchez, cuyo tema es: "Diseño e implementación de un prototipo móvil de visualización y notificación personalizada de calidad del aire de la ciudad de Cuenca", recomendar la aprobación del mismo.

Por la favorable acogida que se sirva dar a la presente, anticipo mis agradecimientos,

Atentamente



Ing. Diego Pacheco Prado
Director sugerido



DOCTORA MARÍA ELENA RAMÍREZ AGUILAR, SECRETARIA DE LA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ADMINISTRACIÓN DE LA UNIVERSIDAD DEL
AZUAY

CERTIFICA:

Que, el señor **BRITO ZAMBRANO PAUL FERNANDO** con código **70357**, alumno de
la carrera de **INGENIERIA DE SISTEMAS Y TELEMATICA**, tiene aprobado el
91,11% de créditos de su malla curricular.

Cuenca, 26 de abril de 2018

Dra. María Elena Ramírez Aguilar
**SECRETARIA DE LA FACULTAD
DE CIENCIAS DE LA ADMINISTRACIÓN**



Derecho No. **001-010-000135560**
mjmr.-





DOCTORA MARÍA ELENA RAMÍREZ AGUILAR, SECRETARIA DE LA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ADMINISTRACIÓN DE LA UNIVERSIDAD DEL
AZUAY

CERTIFICA:

Que, el señor **LAFEBRE SANCHEZ SANTIAGO ERNESTO** con código **74492**,
alumno de la carrera de **INGENIERIA DE SISTEMAS Y TELEMATICA**, tiene
aprobado el **96,11%** de créditos de su malla curricular.

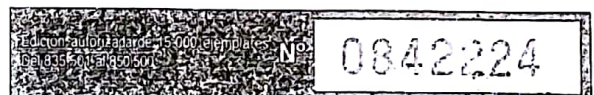
Cuenca, 26 de abril de 2018

Dra. María Elena Ramírez Aguilar
**SECRETARIA DE LA FACULTAD
DE CIENCIAS DE LA ADMINISTRACIÓN**



UNIVERSIDAD DEL
AZUAY
FACULTAD DE
ADMINISTRACIÓN
SECRETARÍA

Derecho No. 001-001-000171848
mjmr.-



UNIVERSIDAD DEL AZUAY
INGENIERIA EN SISTEMAS Y TELEMATICA
DISEÑO DE TESIS

1. DATOS GENERALES

1.1 Nombres de los estudiantes:

Paúl Fernando Brito Zambrano

1.1.1 Código: 70357

1.1.2 Contacto:

Correo electrónico: pbrito@es.uazuay.edu.ec

Teléfono convencional: 072386902

Teléfono celular: 0996001405

Santiago Ernesto Lafebre Sánchez

1.1.3 Código: 74492

1.1.4 Contacto:

Correo electrónico: 74492@es.uazuay.edu.ec

Teléfono convencional: 072856438

Teléfono celular: 0987829020

1.2 Director sugerido: Diego Francisco Pacheco Prado

1.2.1 Contacto:

Correo electrónico: dpacheco@uazuay.edu.ec

Teléfono celular: 0987861052

1.3 Co-director sugerido: Daniela Elisabet Ballari

1.3.1 Contacto:

Correo electrónico: dballari@uazuay.edu.ec

1.4 Asesor metodológico:

1.5 Tribunal designado:



1.6 Aprobación:

1.7 Línea de Investigación de la carrera:

1.7.1 Código UNESCO: 1203

1.7.2 Tipo de trabajo: Investigación formativa.

1.8 Área de estudio: Diseño de Base de datos, Diseño de interfaz, Programación.

1.9 Título propuesto: Diseño e implementación de un prototipo móvil de visualización y notificación personalizada de calidad del aire de la ciudad de Cuenca.

1.10 Estado del proyecto: Nuevo Proyecto.

2. CONTENIDO

2.1 Motivación de la investigación:

La calidad de aire es considerada en muchos países como un grave problema de salud que ocasiona enfermedades, así como efectos negativos en la salud por exposiciones de corto y largo plazo (De Vito et al., 2017). Por esta razón es importante disponer de sistemas que permitan visualizar la calidad de aire en dispositivos móviles y que permitan la notificación personalizada para los usuarios.

2.2 Problemática:

En la ciudad de Cuenca (Ecuador) existe una estación de monitoreo perteneciente la Empresa Pública de Movilidad, Tránsito y Transporte (EMOV EP), dicha información se procesa y publica como un índice de calidad del aire. Sin embargo, la publicación y visualización está orientada para un perfil de usuario experto (Cabrera Lituma, 2016). Por ello, al no existir una aplicación móvil para la visualización, así como la notificación personalizada sobre la calidad de aire de la ciudad de Cuenca, los usuarios no tienen conocimiento si se produce un cambio de estado del índice de calidad de aire por este motivo su salud puede verse afectada por el estado de la calidad del aire.



UNIVERSIDAD DEL
AZUAY

2.3 Pregunta de investigación:

¿Cómo se diseña una aplicación móvil para que comunique apropiadamente la información de calidad del aire a los ciudadanos de la ciudad de Cuenca?

2.4 Resumen:

Aplicación móvil de alerta personalizada para usuarios cuando exista un cambio en la calidad de aire de Cuenca a partir de los datos de monitoreo de contaminantes de aire de la EMOV EP. El aplicativo móvil notificará las actividades que propone el sistema web generado por el IERSE a partir del cálculo del índice de calidad del aire (ICA). Dentro del aplicativo se prevé recolectar datos sobre percepción ciudadana del nivel de contaminación de aire en la zona en la que se localiza, por medio de imágenes y calificando a su criterio los niveles de contaminación de aire.

2.5 Indagación Exploratoria:

La calidad de aire es considerada en muchos países como un grave problema de salud. Ocasiona enfermedades, así como efectos negativos en la salud por exposiciones de corto y largo plazo (De Vito et al., 2017). Las enfermedades respiratorias más frecuentes son inflamación pulmonar, alergias nasales, además de enfermedades graves como muertes prematuras, diabetes, problemas cardiovasculares, estrés y crecimiento anormal en niños (Kaur, Bansal, & Singla, 2017).

Para actuar sobre los problemas de contaminación del aire se realiza monitoreo permanente. Los contaminantes monitoreados periódicamente son: dióxido de azufre, monóxido de carbono, ozono, dióxido de nitrógeno y material particulado PM10 y PM2.5, ya que la intensidad, alta concentración y su duración son factores críticos que afectan la calidad de vida de las personas. En el monitoreo se utilizan equipos activos, los cuales utilizan bombas de succión de aire y toman muestras que se analizan automáticamente, utilizando

métodos de fluorescencia ultravioleta para obtener las concentraciones de contaminantes (Romo-Melo, Aristizabal, & Orozco-Alzate, 2018).

Los proyectos sobre monitoreo de calidad de aire, generalmente, se dividen en dos partes fundamentales: 1) en desarrollar hardware necesario para capturar los datos de los contaminantes antes mencionados, y 2) en crear un sistema de visualización de datos obtenidos.

Como ejemplo, Gruicin y Popa (2017) crean un sistema para monitorear la calidad de aire en zonas urbanas, utilizando sensores para medir variables meteorológicas como temperatura, presión y humedad, así como sensores para contaminantes, todo esto dentro de un dispositivo portátil. La visualización se realiza en una aplicación Android, la cual cumple únicamente la función de recopilar los datos del hardware, comunicarse con el servidor y mostrar los valores tratados de calidad de aire.

Así mismo se ha desarrollado un dispositivo que contiene varios sensores de detección, los cuales son encargados de recopilar la información de un área y así lograr una medición confiable.

Con los datos obtenidos se crean informes por hora y el servidor es quien se encarga de verificar que se cumpla esta periodicidad, para visualizarlo utilizan una aplicación creada en C ++, la cual genera una gráfica con el informe de contaminación, así como un mapa donde se identifica la ubicación en donde se obtuvo la información (Firculescu & Tudose, 2015).

En la ciudad de Valencia (España) a partir de la identificación de altos niveles de contaminación en diferentes estaciones de monitoreo, se desarrolló una aplicación que permite predecir niveles de contaminación de aire en zonas urbanas en tiempo real. Al utilizar estas predicciones se generan mapas en donde se aprecia la contaminación y se publican en un sitio web público (Contreras-Ochando & Ferri, 2016).



UNIVERSIDAD DEL
AZUAY

En la ciudad de Cuenca (Ecuador), se implementó un sistema de visualización del índice de calidad de aire (a partir de las mediciones obtenidas de la central de monitoreo perteneciente a la EMOV EP), otorgando así a la ciudadanía la capacidad de observar información sobre la calidad de aire. (Cabrera Lituma, 2016). Sin embargo, dicho sistema carece de un sistema móvil de visualización y notificación personalizada para los ciudadanos de la calidad de aire de la ciudad de Cuenca.

2.6 Objetivo general:

Diseñar e implementar un prototipo de sistema móvil de visualización y notificación personalizada de calidad de aire de la ciudad de Cuenca.

2.7 Objetivos específicos:

1. Analizar y desarrollar un modelo de base de datos relacional, para extender la base de datos de calidad de aire existente en la actualidad para soportar la carga de datos de la percepción ciudadana.
2. Diseñar y desarrollar Servicio Web Rest Java en plataforma NetBeans, y realizar la conexión entre base de datos y servicio web.
3. Diseñar y desarrollar prototipo de aplicación móvil en Android Studio.
4. Realizar una prueba piloto de funcionamiento del aplicativo y servicio web.

2.8 Metodología:

1. Análisis de la estructura de la base de datos actual, con la finalidad de determinar cómo se realiza el almacenamiento de los contaminantes atmosféricos y las definiciones de cada una de las tablas necesarias en este proyecto.
2. Diseño conceptual y lógico de la extensión de base de datos relacional. Se utilizará Erwin Data Modeler, con el objetivo de identificar la estructura del almacenamiento de los datos obtenidos de la percepción ciudadana, las

actividades seleccionadas por cada usuario, así como el índice de calidad de aire calculado gracias a los datos de contaminantes obtenidos por parte del IERSE.

3. Analizar los requerimientos necesarios para el funcionamiento del Servicio Web RestFul. Se realizará la elaboración del diseño lógico mediante la creación de casos de uso, secuencia y diagrama de clases en la herramienta StarUML, ya que con esta identificación nos permitirá definir las características necesarias para el envío de los datos de calidad de aire obtenidos de la base de datos para ser procesados y visualizados en la aplicación Android, así también el almacenar en la base de datos la percepción ciudadana.
4. Analizar los requerimientos para el desarrollo. Se elaborará para el diseño lógico casos de uso y secuencia en la herramienta StarUML.
5. Implementación de Base de Datos relacional, se utilizará PostgreSQL 9.3.17 como sistema de gestión de base datos y para su administración se utilizará la herramienta pgAdmin III.
6. Implementación de Servicio Web Restful, se utilizará el lenguaje de programación Java, y como herramienta se utilizará el entorno de desarrollo NetBeans IDE 8.0.2 para la programación.
7. Pruebas de funcionamiento de Servicio Web RestFul; se realizarán en la herramienta SoapUI que permitirá enviar y recibir valores definidos en el análisis lógico del Servicio Web.
8. Diseñar pantallas de aplicación Android. Se realizarán las ilustraciones y gráficos en Adobe Illustrator CC, con el cual se realizará diseños de calidad,



UNIVERSIDAD DEL
AZUAY

2.15 Referencias:

Cabrera Lituma, M. A. (2016). Plataforma de Visualización Estadística de Variables Atmosféricas Múltiples. Cuenca-Ecuador: Universidad del Azuay -Facultad de Ciencias de la Administración -Escuela de Ingeniería de Sistemas y Telemática. Recuperado a partir de <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/6554>

Contreras-Ochando, L., & Ferri, C. (2016). airVLC: An Application for Visualizing Wind-Sensitive Interpolation of Urban Air Pollution Forecasts (pp. 1296-1299). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICDMW.2016.0188>

De Vito, S., Formisano, F., Agresto, A., Esposito, E., Massera, E., Salvato, M., Fiore, S. (2017). A crowdfunded personal air quality monitor infrastructure for active life applications (pp. 1-5). IEEE. <https://doi.org/10.1109/IWMN.2017.8078372>

Firculescu, A.-C., & Tudose, D. S. (2015). Low-Cost Air Quality System for Urban Area Monitoring (pp. 240-247). IEEE. <https://doi.org/10.1109/CSCS.2015.57>

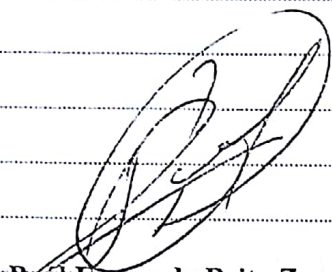
Gruicin, I., & Popa, M. (2017). Airify — A mobile solution for monitoring air quality in urban areas (pp. 1-4). IEEE. <https://doi.org/10.1109/TELFOR.2017.8249443>

Kaur, A., Bansal, D., & Singla, S. (2017). A review on estimating the effects of inhaling airborne pollutants and air quality monitoring (pp. 1-7). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICCCNT.2017.8203980>

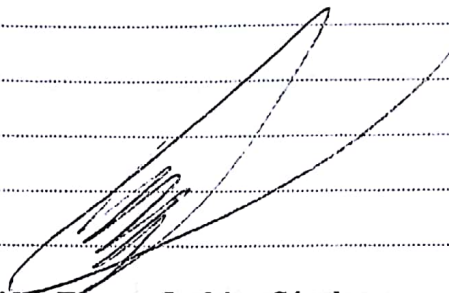
Romo-Melo, L., Aristizabal, B., & Orozco-Alzate, M. (2018). Air-Quality Monitoring in an Urban Area in the Tropical Andes. IEEE Potentials, 37(1), 34-39. <https://doi.org/10.1109/MPOT.2017.2714458>

2.14 Anexos: para casos en los que se requiera respaldar el proyecto.

2.15 Firma de responsabilidad (estudiantes)



Paul Fernando Brito Zambrano

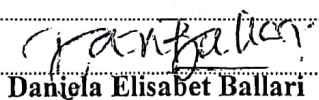


Santiago Ernesto Lafebre Sánchez

2.16 Firma de responsabilidad (director sugerido)

Diego Francisco Pacheco Prado

2.17 Firma de responsabilidad (Asesor Metodológico)



Daniela Elisabet Ballari

2.18 Fecha de entrega: