



*Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos,
Canales y Puertos.*
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Desarrollo de APP para la realización de encuestas de movilidad

Trabajo realizado por:

Andrés Rodríguez Gutiérrez

Dirigido:

Ángel Ibeas Portilla

Luigi dell'Olio

Titulación:

Grado en Ingeniería Civil

Santander, septiembre de 2016

TRABAJO FINAL DE GRADO

Resumen

Es por todos sabida la importancia que cobran a día de hoy las nuevas tecnologías en cualquier campo de estudio. Como no podía ser de otra manera la ingeniería civil no se puede quedar fuera de la incorporación de las últimas tecnologías para proseguir su desarrollo e innovación.

Uno de los campos con más desarrollo en la actualidad dentro de la ingeniería de transportes, es el conocimiento del comportamiento de los usuarios. Para ello se desarrollan nuevas metodologías que faciliten a los planificadores conocer como es la calidad que perciben los usuarios del transporte público.

Por otra parte, cada vez son necesarios de analizar en el menor tiempo posible una gran cantidad de datos, que por otra parte necesitan ser recolectados, validados y elaborados en la menor cantidad de tiempo posible.

Es por ello que en el presente trabajo se expone el desarrollo de un sistema para facilitar el trabajo del encuestador, del encuestado, y del analista de la información obtenida, en la realización de encuestas de calidad del transporte público. Como parte de éste, se ha desarrollado una aplicación móvil nativa para el sistema operativo Android, que ayuda a la recolección de los datos de forma digital a los encuestadores.

Como novedad, se ofrece la integración con plataformas en la nube, lo que permite un posterior tratamiento en tiempo real de los datos, frente a los anteriores métodos de recolección basados en el papel, permitiendo ofrecer resultados en mucho menos tiempo.



Como caso práctico se ha integrado una encuesta, realizada en el transporte público de la ciudad de Santander y que permitió testear el servicio para su posterior aplicabilidad a otros estudios.



Abstract

It is widely known how important new technologies are in any field of study nowadays. It goes without saying that development and innovation in Civil Engineering cannot progress if the latest technical advances are not utilised.

The study of user behaviour is one of the fields under the purview of Transportation Engineering that is currently experiencing a greater progress. To this end, new methodologies are being developed, to help planners ascertain how users perceive the quality of a public transport system.

On the other hand, while the amount of data to be quickly analysed keeps growing, the time spent gathering, validating, and producing it needs to be kept as short as possible.

This is why this paper shows the development of a system to ease surveyor, respondent, and data analyst tasks during a public transport quality survey campaign. As part of this system, a native Android mobile application has been developed to help surveyors to digitally collect information.

This application presents the additional functionality of integration with cloud storage platforms; allowing real-time data processing, as opposed to previous, paper-based methodologies; which in turn makes possible to offer results much sooner.



As case study, this paper includes a public transportation survey in the city of Santander, that was used to test the service, ensuing its applicability in future scenarios.

Palabras clave

La siguiente lista contiene palabras descriptivas que podrán utilizarse para catalogar el proyecto.

- Android
- Aplicación
- Móvil
- Cliente
- Servidor
- Encuesta
- Modelización de transporte
- Calidad percibida

Keywords

The following list contains descriptive words which may be used to catalog the project.

- Android
- Application
- Mobile
- Client
- Server
- Surveys
- Transport modelling
- Perceived quality

Agradecimientos

Me gustaría dedicar estas primeras palabras de agradecimiento a mis directores de proyecto, los profesores Ángel Ibeas Portilla y Luigi dell'Olio, por el apoyo que han mostrado en todo momento durante la realización del presente trabajo.

De la misma manera quiero mostrar mi gratitud a José Luis Moura y a Borja Alonso quienes me permitieron la colaboración con el Grupo de Investigación al que también pertenecen para el desarrollo del trabajo.

Agradecer a todos mis compañeros del Grupo de Investigación de Sistemas de Transporte su predisposición a la hora de probar la aplicación que he desarrollado y sugerirme mejoras. Y entre ellos a Juan, que me dedicó una parte importante de su tiempo para ayudarme con las correcciones y la traducción

Finalmente quiero agradecer a mis padres y a mi tía su apoyo. Porque siempre han estado ahí, en los buenos momentos, y sobretodo en los malos.

A mis abuelos, por todo lo que me enseñaron y el tiempo que me dedicaron. Me hubiese gustado que me vieran acabar esta etapa de mi vida.

A Laura, Claudia y Diego porque poco a poco se ha ido haciendo realidad todo lo que parecía tan lejano cuando éramos pequeños.

A Gema, Eloy y Lucía por el apoyo mostrado durante estos años.



Por último, quiero agradecer a Ana que me eligiera para empezar a recorrer juntos no solo la carrera de ingeniería civil sino también la vida. Por eso sus triunfos son míos y los míos suyos.

Sin toda esta gente nada podría haber sido posible.

Contenido

Resumen y Abstract	I
Palabras clave	V
Agradecimientos	VI
Introducción	1
CAPITULO 1: Fundamento	3
Objetivos generales	4
Objetivos específicos	5
Del sistema	5
De la aplicación Android	5
CAPÍTULO 2: Estado del arte	8
Telefonía móvil	9
Tipos de aplicaciones	10
La calidad en el transporte	15
Los modelos	17
El modelo clásico del transporte	19
Las encuestas	21

Tipos de encuestas	23
Encuestas de calidad	25
Metodología de las encuestas de calidad	27
Preferencias declaradas y preferencias reveladas	27
CAPÍTULO 3: Metodología.....	30
Forma de trabajo	31
Elección de la tecnología.....	33
Software empleado en el proyecto	34
Android Studio	34
SQLite	38
Microsoft Project	39
Dropbox	40
NodeJS.....	42
SQLite Admin	43
PhpMyAdmin	44
PHP	45
Java.....	47
Esquema de funcionamiento	48
Diseño del sistema.....	49



Diseño arquitectónico	50
Diseño detallado	54
Diseño de la aplicación Android	56
Pantalla de entrada (<i>splash screen</i>)	58
Pantalla principal	58
Pantallas de encuestas	59
CAPITULO 4: Aplicación práctica.....	64
Encuesta empleada.....	65
Variables de la encuesta	68
Diagrama de Gantt	69
Conclusiones.....	72
Bibliografía	73

Ilustraciones

Ilustración 1 Características apps nativas	11
Ilustración 2 Uso de los elementos del teléfono por apps nativas	12
Ilustración 3 Uso de los elementos del teléfono en apps web.....	13
Ilustración 4 Uso de los elementos del teléfono por apps híbridas ...	15
Ilustración 5 Modelo clásico del transporte en 4 etapas (Ortuzar y Wilmusen)	19
Ilustración 6 proceso de realización de una encuesta	22
Ilustración 7 Tipos de encuestas.....	24
Ilustración 8 Ejemplo encuesta PD (Márquez Díaz et al, 2012)	29
Ilustración 10 Ejemplo de código inteligente de Android Studio	36
Ilustración 11 Ejemplo de visualización en diferentes tamaños	37
Ilustración 12 Apariencia de MsProject	40
Ilustración 13 vista de la consola de desarrollador de Dropbox	41
Ilustración 17 Ejemplo código js empleado	42
Ilustración 15 Vista de SQLite Admin	44
Ilustración 16 Vista de Administrador de PhpMyAdmin, con la Bd de la app.....	45



Ilustración 20 Ejemplo de código PHP empleado en el servidor	46
Ilustración 21 Ejemplo de código Java para usar el GPS.	48
Ilustración 19 Esquema funcionamiento aplicación	49
Ilustración 20 esquema modelo vista controlador	51
Ilustración 21 Esquema arquitectura MVC.....	53
Ilustración 22 Arquitectura del sistema	55
Ilustración 23 Pantalla de arranque de la app.....	60
Ilustración 24 Pantalla de inicio	61
Ilustración 25 pantalla de caracterización del usuario	62
Ilustración 26 Pantalla de variables específicas.....	63
Ilustración 27 Encuesta elegida para la codificación en la app. (Echaniz, 2015)	67
Ilustración 28 Tareas MS Project	70
Ilustración 29 Diagrama de Gantt	71

Introducción

En la situación actual en la que vivimos, las nuevas tecnologías marcan el día a día de nuestras vidas. Desde hace prácticamente una década, resulta extraño encontrar un sector en el cual no estén plenamente integradas y se hayan desarrollado herramientas tecnológicas con el fin de facilitar las tareas correspondientes a un sector.

En el sector de la ingeniería civil como no podía ser de otra forma resulta imprescindible la introducción de nuevas herramientas que nos permitan seguir avanzando en la investigación de más formas de ofrecer un servicio a la sociedad. Más concretamente en el sector del transporte, en el que se desarrolla el presente trabajo, se necesita facilitar los estudios que cada día es necesario realizar para evaluar las condiciones actuales, con el objetivo de mejorar los servicios existentes y proponer nuevos sistemas que faciliten a los ciudadanos la movilidad.

Cada día los ciudadanos, como usuarios de los medios de transporte públicos, exigen más poder participar en la planificación de nuevas líneas y servicios para facilitarles los desplazamientos. Nosotros debemos ofrecerles medidas para que puedan participar de forma sencilla, útil e intuitiva mediante herramientas que a su vez nos aporten los datos que necesitamos para la correcta modelización del transporte.

Es por todo ello que aprovechando la multidisciplinariedad que ofrece el ámbito de conocimientos de un ingeniero civil, en el presente trabajo se va a desarrollar una aplicación que permita realizar encuestas de calidad del transporte mediante una app para



Smartphone. Dicha aplicación puede ser reciclada para su uso en diversos campos, pudiendo servir tanto para encuestas de calidad como otro tipo de encuestas relacionadas con el transporte público, además de ofrecer una interfaz diferenciada tanto si somos usuarios como encuestadores.

El presente trabajo, se distribuirá en 4 capítulos, dedicando cada uno de los cuales a un apartado específico dentro del desarrollo de la aplicación, como comienzo se fundamentarán las bases del estudio, procediendo posteriormente a analizar el estado del arte, tanto en las encuestas de calidad del transporte público como en el desarrollo de aplicaciones móviles para android. En el tercer capítulo se desarrollará la metodología empleada para la programación del código fuente de la app y finalmente en el último capítulo se explica la encuesta que se desarrolló para el uso de la app.



CAPITULO 1: Fundamento

Fundamento y objetivos generales

Las administraciones públicas siempre tratan de potenciar el uso del transporte público frente al uso del vehículo privado, mucho más contaminante y molesto. Sin embargo, tanto administradores públicos, que suelen ser quienes asumen el déficit del servicio, como los operadores del transporte público, no suelen estar dispuestos a hacer grandes inversiones para mejorar la prestación del servicio. Por tanto, les resultara muy útil disponer de una manera rápida fácil y sencilla datos de los usuarios del servicio para:

- Aplicar una metodología correcta en la modelización, pudiendo captar la mayor demanda posible.
- Conocer cuáles son los criterios verdaderamente importantes para los usuarios
- Poder fijar a través de los contratos con los concesionarios del servicio cláusulas que faciliten a los usuarios el uso de transportes públicos.

Por otro lado, mediante la realización de encuestas se pretende como fin último mejorar los sistemas de transporte público en los cuales se suele presentar siempre el binomio entre calidad insuficiente y servicio deficitario, por ello el conocimiento de las opiniones del usuario nos puede permitir detectar las variables a corregir más percibidas por los usuarios.

Para todo ello y como una encuesta es una técnica de observación de la realidad, mediante una aplicación lo que haremos será facilitar a usuarios y encuestadores la transmisión de esos datos, que reflejan la realidad observada.

Además, mediante el uso de las nuevas tecnologías se puede simplificar el proceso tratando de corregir los errores más comunes en este tipo de encuestas; y permitiendo un ahorro de costes en su elaboración.

Objetivos específicos

Del sistema

- Crear una base de datos que permita el almacenamiento de datos de forma persistente.
- Diseñar una interfaz amigable e intuitiva que facilite la interacción con la aplicación, y que muestre al usuario las preguntas de manera accesible para facilitar su respuesta además de permitir al encuestador realizar las encuestas de una manera más rápida.
- Diseñar los algoritmos para la exportación de variables permitiendo la integración con los programas más comunes de gestión de bases de datos.

De la aplicación Android

Se deberán cumplir una serie de requisitos tanto funcionales (asociados a las tareas que nuestro software debe desempeñar), como otros (facilidad de uso, etc.).

Tabla 1 Requisitos funcionales y no funcionales

TIPO DE REQUISITO	DESCRIPCIÓN
<i>Funcionales</i>	Realización de encuestas por parte de un usuario o encuestador
	Valoración de ítems en listas ordenables
	Elección de líneas o de motivos de viaje mediante listas desplegables donde solo sea elegible uno de los ítems de la lista
	Combinaciones de preguntas de diversos tipos en misma layout
	Logueo de encuestadores o usuarios en la pantalla principal
	Guardado en la memoria del teléfono de las encuestas realizadas por parte del usuario
<i>Funcionales</i>	Descarga al ordenador de las encuestas realizadas para su utilización mediante software de PC
	Aviso al usuario cuando la encuesta no este correctamente completada mediante notificación toast
	Sincronización de las encuestas realizadas en un servidor web, utilizando las APIs de la aplicación dropbox
	Sincronización cloud de las preguntas de las encuestas, para la reutilización de la

	aplicación en diversos casos (no implementado en versión 1 y 2) Aviso al usuario mediante notificación cuando la encuesta este correctamente realizada Aviso de logueo y de guardado en memoria de la base de datos mediante notificación toast Bloqueo de encuestas múltiples aleatorias
<i>No funcionales</i>	Desarrollo de una interfaz fácil e intuitiva Compresión de imágenes y layouts de la app para evitar el uso excesivo de memoria del teléfono Desarrollo compatible desde la API 17 equivalente a dispositivos con Android 4.3 "Jelly Bean"



CAPÍTULO 2: Estado del arte

Telefonía móvil

Apple en el año 2007 presentó una de las mayores revoluciones actuales en el campo de la tecnología. Ya a principios de los años noventa surgieron los primeros teléfonos inteligentes -denominados Smartphones- y ya contaban con aplicaciones precargadas en su sistema, éstas eran de diseño simple y realizaban funciones básicas muy alejadas de las capacidades que alcanzan hoy en día. Los primeros teléfonos inteligentes, fueron diseñados para proporcionar acciones propias de una PDA (agenda electrónica de bolsillo) muy extendida en esa década, pero permitiendo además las llamadas de voz y el envío de mensajes SMS los cuales eran mayoritarios en el surgimiento de las comunicaciones móviles, por lo que las aplicaciones que llevaban preinstaladas se limitaban a gestionar contactos, llevar una agenda y algunos juegos, los cuales contaban con visualizaciones limitadas. Por otra parte, estos teléfonos estaban restringidos a desarrolladores externos limitados por sus sistemas operativos, realizados por los propios fabricantes, cabe destacar además que cada fabricante tenía su propio sistema operativo, el cual era diferente a los de los demás fabricantes, complicando así la tarea de desarrolladores de software.

En los años 2000, y con la mejora de las capacidades para la conexión a internet de los teléfonos móviles a principios de la década, tras la presentación del primer Iphone en 2007 la importancia de las aplicaciones móviles y su despegue como negocio ha tenido un auge exponencial.

En 2008 la compañía Apple presentaba la primera tienda virtual dedicada a las aplicaciones móviles, llamada App Store, unos meses más tarde Google hizo lo mismo con lo que hoy en día conocemos como Play Store. Con la creación de estas tiendas de aplicaciones, las empresas de tecnología abrieron a terceros la posibilidad de crear

software para dispositivos móviles por su cuenta que pueden subir a la tienda.

Tipos de aplicaciones

Nativas

Este tipo de aplicaciones están hechas para ejecutarse en un dispositivo y sistema operativo específico. Este tipo de aplicaciones se crean con distintos tipos de lenguajes. Las desarrolladas para iOS (el sistema operativo de iPhone e iPad) lo hacen con los lenguajes: Objective C, C, or C++ . Las aplicaciones desarrolladas para el sistema operativo Android lo hacen con lenguaje Java, con herramientas características para ello como pueden ser Swift en el caso de iOS o Android Studio en el caso de Android. Este tipo de aplicaciones funcionan de una forma mucho más eficiente sobre los dispositivos para los que son diseñadas, ya que sus componentes están diseñados de forma específica para este sistema operativo. Además, este tipo de aplicaciones pueden emplear todos los sensores y elementos del teléfono: cámara, GPS, acelerómetro, agenda, etc... siento esta es una diferencia fundamental con respecto a las aplicaciones web.

				
Languages	Obj-C, C, C++	Java (Some C, C++)	Java	C#, VB.NET, etc
Tools	Xcode	Android SDK	BB Java Eclipse Plug-in	Visual Studio, Windows Phone Dev Tools
Executable Files	.app	.apk	.cod	.xap
Application Stores	Apple iTunes	Android Market	BlackBerry App World	Windows Phone Market

Ilustración 1 Características apps nativas

El código fuente de estas aplicaciones se escribe en función del dispositivo para el que trabajemos. Este código fuente se compila a un ejecutable. Es un proceso similar al de las tradicionales aplicaciones de escritorio. Todos aquellos recursos (imágenes, iconos, etc) que la aplicación necesita para ejecutarse quedan en el archivo compilado. Este archivo está ya listo para ser distribuido y subido a las tiendas de aplicaciones específicas del dispositivo para el que trabajamos. Una vez subido el ejecutable, las tiendas de aplicaciones suelen realizar un proceso de auditoría para evaluar si la aplicación se adecúa a los requerimientos del sistema.

El principal inconveniente de estas aplicaciones es que al estar desarrolladas para un dispositivo específico quedan fuera de su potencial mercado numerosas aplicaciones.

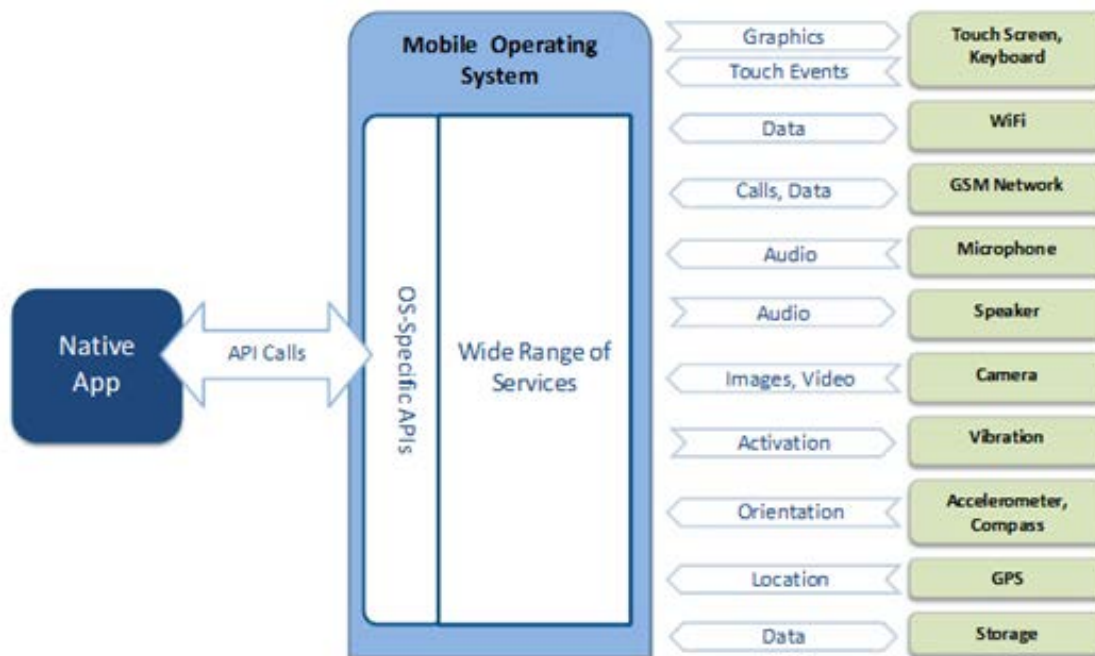


Ilustración 2 Uso de los elementos del teléfono por apps nativas

Aplicaciones web

Las aplicaciones web móviles, a diferencia de las aplicaciones nativas, se ejecutan dentro del navegador del teléfono. Estas aplicaciones están desarrolladas con HTML, CSS y Javascript.

Las ventajas de estas aplicaciones frente a las nativas son las siguientes:

- Se pueden ejecutar en múltiples dispositivos evitando así las complejidades de tener que crear varias aplicaciones.
- El proceso de desarrollo es más sencillo ya que emplean tecnologías ya conocidas como HTML, CSS y Javascript.
- Se pueden encontrar con los tradicionales buscadores.

- No necesitan de la aprobación de ningún fabricante para ser publicadas.

Por el contrario, el acceso a los elementos del teléfono es limitado, lo cual nos dificulta de una forma muy grande emplear todos los sensores y recursos del teléfono. En el siguiente cuadro se puede ver en qué sentido pueden las aplicaciones web hacer uso de la sensórica y elementos del móvil.

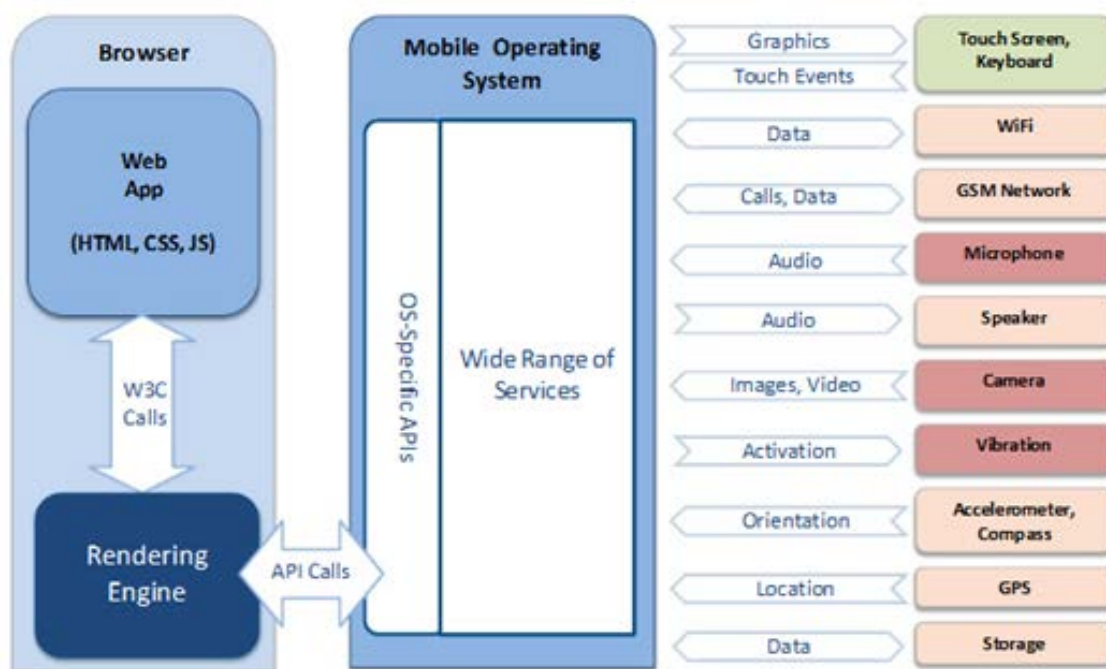


Ilustración 3 Uso de los elementos del teléfono en apps web

Aplicaciones Híbridas

Las aplicaciones híbridas aúnan lo mejor de los dos anteriores modelos. Este tipo de aplicaciones permite el uso de tecnologías multiplataforma como HTML, Javascript y CSS y permiten acceder a buena parte de los dispositivos y sensores del teléfono. Buena parte de

la infraestructura es tipo web y la comunicación con los elementos del teléfono se hace mediante comunicadores tales como phonegap¹. Un buen ejemplo de aplicaciones híbridas es Facebook. Se descarga de la tienda de aplicaciones y cuenta con todas las características de una aplicación nativa pero se puede observar como su interface es la misma en todos los sistemas operativos y como su funcionamiento es similar a una página web.

El proceso de desarrollo para este tipo de aplicaciones es algo más complicado. Al igual que para las aplicaciones nativas, el código una vez creado se compila a un ejecutable. Además, también como en las aplicaciones Web se genera código HTML, CSS y Javascript a ejecutar en un navegador, para ello se emplea el propio Web Kit² del sistema. Ambos códigos se compilan para ser subidos mediante un paquete distribuible a la tienda de aplicaciones pertinente.

En la próxima ilustración se puede ver como el software *phonegap*, *cordova* hace de intermediario entre la app y los elementos del teléfono y como con este tipo de aplicaciones se pueden emplear prácticamente el mismo tipo de recursos que en las apps nativas.

¹ Phonegap es una herramienta de Adobe Systems que permite a los desarrolladores programar fácilmente el código HTML 5 o CSS para el desarrollo de apps híbridas.

² Web Kit es un navegador integrado en el sistema del que las aplicaciones pueden hacer uso sin necesidad de lanzar una aplicación externa.

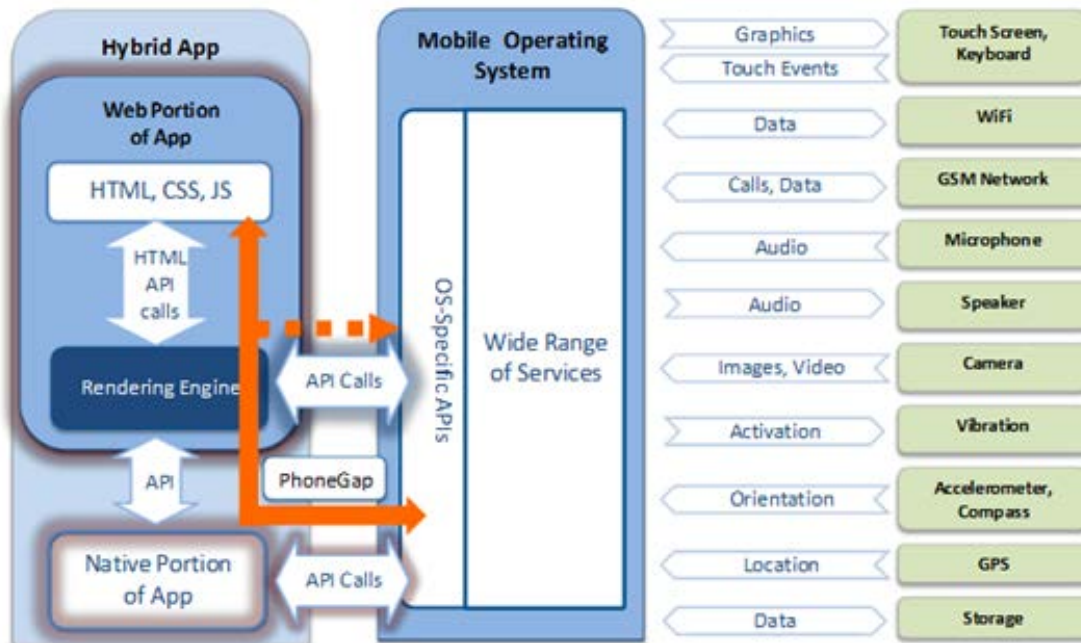


Ilustración 4 Uso de los elementos del teléfono por apps híbridas

La calidad en el transporte

En cuanto al ámbito del transporte, es común que todos los prestadores de servicios realicen sus estudios de calidad para conocer la satisfacción de los usuarios. Son numerosas las empresas que realizan encuestas a sus clientes bien de manera aleatoria mediante estudios, o bien ofreciendo cuestionarios voluntarios en sus páginas web o en los autobuses. Generalmente este tipo de encuestas responden a un mismo modelo no estudiado y suelen introducir grandes sesgos, pues suelen ser los usuarios más descontentos los que las realizan.

Dentro del transporte público periódicamente, sobre todo en grandes ciudades con sistemas muy desarrollados de transporte, se suelen realizar estudios específicos de la calidad. En éstos se suelen preparar unas encuestas específicas donde se interroga sobre las

variables realmente importantes a partir de las cuales se quiere conocer la opinión real de los usuarios. Dichos estudios suelen ser llevados a cabo por encuestadores profesionales a muestras elegidas aleatoriamente en los propios sistemas de transporte público, bien en las paradas mientras los usuarios esperan, o durante los trayectos. Usando estos sistemas es común que muchos usuarios no respondan más que de la línea en la que son encuestados, o incluso que muchas encuestas resulten incompletas, suponiendo un coste adicional en el estudio.

El tema de la calidad, por tanto, está recibiendo una atención considerable tanto por parte de administradores del sector privado, así como del público e investigadores, quienes desarrollan nuevas metodologías para su medición. Esta especial atención es debida a su impacto sobre el desempeño organizacional, reducción de costos, satisfacción y lealtad del cliente según se expresa en (Vilchis et al, 2013). Debido a esto, la satisfacción de los requerimientos de los clientes se muestra como una de las más importantes áreas para desarrollar nuevas metodologías para la mejora de la calidad, pues los usuarios son en último término quienes deciden subirse o no al transporte público. Por esto, diversas organizaciones internacionales como la Organización Internacional de Normalización (ISO) así como el Comité Europeo de Normalización (CEN) han creado estándares de calidad para el transporte público de pasajeros. Estos estándares están recogidos en la norma ISO 9004.2, la cual fundamenta la norma europea EN-13816, como se ha dicho única aplicable al transporte público de pasajeros. Estas normas están basadas en el análisis de calidad del servicio: calidad esperada y percibida desde la perspectiva de los clientes, cuya brecha entre ellas indica el grado de satisfacción.

En consecuencia, en algunos países como es el caso de España, los estudios de percepción de la calidad en el servicio se dirigen, desde

hace un tiempo, al sector público de transportes, esto induce a cuestionar la percepción de los propios usuarios como jueces objetivos de la calidad del transporte. Sin embargo, diversos estudios han concluido que, las evaluaciones ciudadanas demuestran ser útiles y fiables para evaluar la calidad y rendimiento de los servicios públicos de transporte, además que la estandarización antes citada que permite la comparación entre distintas áreas. Aunque el área del transporte público no ha sido tradicionalmente evaluada bajo esta perspectiva, es una industria en la que la mayoría de estas organizaciones empiezan a concentrarse (Ancarani & Capaldo, 2001; Comisión Europea, 1995, 1998), del mismo modo que las investigaciones sobre este tema son cada vez más prominentes. Conscientes de ello, es necesario disponer de nuevas herramientas que permitan evaluar la calidad de una manera sencilla y rápida por parte de los usuarios, para que posteriormente los investigadores apliquen las metodologías desarrolladas, y así transmitir a los prestadores del servicio las variables que más preocupan a los usuarios para conseguir una mejora del servicio percibido por los ciudadanos.

Los modelos

Un modelo constituye una representación simplificada de la realidad. Generalmente, los modelos expresan de una forma sencilla las características más relevantes de un fenómeno o situación real, como es el caso de la generación de viajes o el reparto en modos de transporte.

Podemos distinguir fundamentalmente 3 tipos de modelos:

- Los **modelos físicos**: están limitados por las características del diseño como podría ser una maqueta.

- Los **modelos mentales** o abstractos, que son los que utilizamos en la vida diaria, consisten en realizar representaciones formales y abstractas (comúnmente de forma matemática) de una cierta teoría de un sistema de interés que se esté tratando para tratar de explicar su funcionamiento. Éstos nos ayudan a comprender e interpretar el mundo real. Su implementación está basada en la aplicación del método científico, para ello hay que hacer numerosas hipótesis del modelo hasta llegar a la validación final de los mismos.
- Lo **modelos matemáticos**, consisten en tratar de describir con notación y formulaciones matemáticas demostrables el comportamiento de un fenómeno en la realidad. Los modelos que se usan en la planificación del transporte son de tipo abstracto consisten en una serie de ecuaciones matemáticas que se apoyan en unas hipótesis teóricas concretas. Los modelos son representaciones simplificadas, pero eso no impide que puedan ser complejos y que necesiten la generalmente necesitan de grandes cantidades de datos para su calibración e implementación.

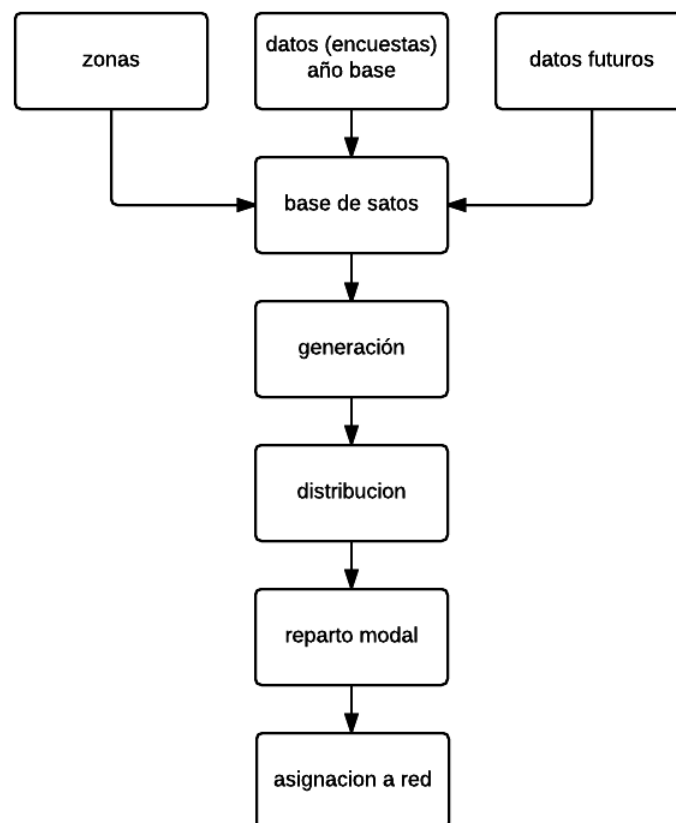
Para cualquier modelo que se quiera aplicar necesita una serie de datos de entrada bastante importante, por tres motivos fundamentales

- Calibración de modelos: se eligen los parámetros que presenten un mejor ajuste a los datos reales de que se dispone.
- Validación de modelos: se comprueba, con datos reales NO utilizados para la calibración, que el modelo predice con suficiente exactitud el comportamiento del sistema.
- Aplicación de modelos: para utilizar el modelo hace falta una cantidad significativa de datos que pueda representar de manera correcta la población objetivo que se quiera modelizar.

El modelo clásico del transporte

A la hora de instaurar o modificar un sistema de transporte público, el modelo clásico idealiza la asignación entre la oferta y demanda de transporte como un proceso de 4 etapas:

Ilustración 5 Modelo clásico del transporte en 4 etapas (Ortuzar y Wilmusen)



- En una primera etapa se trata de conocer los principales orígenes y destinos de los viajes, para lo cual hay que dividir el área de trabajo en zonas y localizar el centro de gravedad de las actividades. Se debe generar un modelo que prediga, para cada zona, cuántos viajes de cada tipo van a ser **atraídos**, y cuántos

generados a partir de la extrapolación de datos de encuestas. En esta fase, por tanto, se necesita una función que modele las variables más significativas para la realización de viajes.

- En la segunda etapa a partir de los datos de los viajes se debe hacer una **distribución** por zonas de transporte de los viajes que se han modelado en la primera fase. Para ello se realiza una matriz con todos los orígenes destinos donde cada columna o fila representa una de las zonas que se van a modelar y se coloca en cada casilla el número de viajes que se realizan entre esas zonas. Se ha de tener en cuenta la impedancia entre cada par origen destino a la hora de asignar los viajes de la casilla.
- En la tercera etapa se hace un **reparto modal** de los viajes inter-zonales, asignándolos al medio de transporte correspondiente basándose en criterios tanto de comodidad, como económicos y sociales. Para repartir los viajes entre los diferentes medios de transporte, se parte de la matriz origen-destino obtenida en la segunda etapa, y se asignan a cada modo de transporte los viajes que se realizan en éste, obteniendo tantas matrices como modos de transporte se quieran contemplar.
- En una cuarta y última etapa se hace una distribución, en la cual se determinan las **rutras** de viaje posibles y se cargan a ellas los flujos de vehículos entre cada una de las zonas, atendiendo a diversos criterios, como por ejemplo el menor tiempo de viaje. Para este proceso es necesario crear una red de nodos y arcos para poder aplicar el algoritmo de asignación.

Las encuestas

Como se ha dicho, resulta fundamental disponer de grandes bases de datos para poder formular correctamente los modelos usados en cada etapa de la planificación. Para ello es necesario realizar encuestas que nos devuelvan esos datos.

Una encuesta es un procedimiento dentro de los diseños de investigación descriptivos en el que se busca recopilar datos por medio de un cuestionario previamente diseñado o una entrevista a alguien, sin modificar el entorno ni el fenómeno donde se recoge la información. Los datos se obtienen realizando un conjunto de preguntas normalizadas dirigidas a una muestra representativa o al conjunto total de la población estadística en estudio, integrada a menudo por personas, empresas o entes institucionales, con el fin de conocer estados de opinión, ideas, características o hechos específicos. Por tanto a la hora de hacer una encuesta hay que tener en cuenta 3 fases fundamentales

- **Planificación:** etapa en la que se diseña el cuestionario así como la muestra necesaria para obtener datos representativos que posteriormente se puedan extrapolar. A la hora de preparar las preguntas que van a realizarse en una encuesta resulta fundamental
- Trabajo de **recolección de datos**, consiste en el trabajo de campo dentro del cual hay que recoger los datos.
- **Explotación de los datos**, etapa en la cual se realiza una extracción de los datos necesarios en nuestro modelo para su uso.

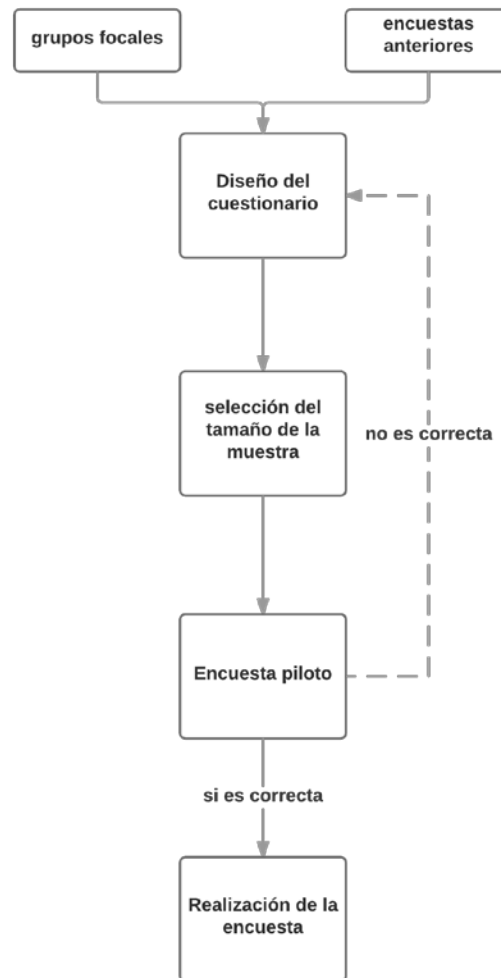


Ilustración 6 proceso de realización de una encuesta

Además resulta fundamental tener en cuenta a la hora de recolección de datos las siguientes consideraciones.

- **Duración del estudio**, tiene gran importancia ya que determina el tiempo y el esfuerzo que es posible dedicar a la toma de datos, mediante un método de toma de datos más eficiente como puede ser la aplicación que se presenta en este trabajo, se posibilita la obtención de un mayor número de datos en un menor tiempo.

- **Horizonte del estudio:** generalmente se tiene en cuenta un horizonte cercano al año base del trabajo, pues se realizan trabajos para el presente. En trabajos estratégicos del transporte sí que se proyectan hacia el futuro los horizontes del estudio lo cual implica un mayor número de errores.
- **Límites del área de estudio:** conviene distinguir entre área de interés y área de estudio, la primera tiene unos límites mucho más amplios que la segunda pero mediante la utilización de nuevos recursos se pueden ampliar estos límites puesto que son los propios usuarios poseedores de la aplicación los que fijan los límites.
- **Recursos dedicados al estudio:** esta es una de las variables más polémicas de cada estudio, pues un buen estudio es aquel que llega a un gran nivel de detalle, el que profundiza en el estudio de los datos, pero un estudio muy exhaustivo implica también un aumento de los costes del mismo. En ocasiones los límites de recursos no son meramente económicos sino también geográficos (como una topografía complicada), o de tipo social (los viajeros se suelen mostrar reacios a responder a preguntas de carácter económico). Este tipo de restricciones pueden provocar un aumento del número de encuestas, y por tanto del coste.

Tipos de encuestas

Una vez definida la metodología que hay que seguir para realizar una encuesta para la obtención de datos, es importante fijarnos en qué tipo de datos que necesitamos, lo que nos hará elegir entre los diferentes tipos de encuestas disponibles, que proporcionarán datos con mayor o menor sesgo en según qué variables. Mientras en una domiciliaria obtenemos datos más concretos y extensos, el gasto es mucho mayor frente a una encuesta cordón, donde solo obtendremos

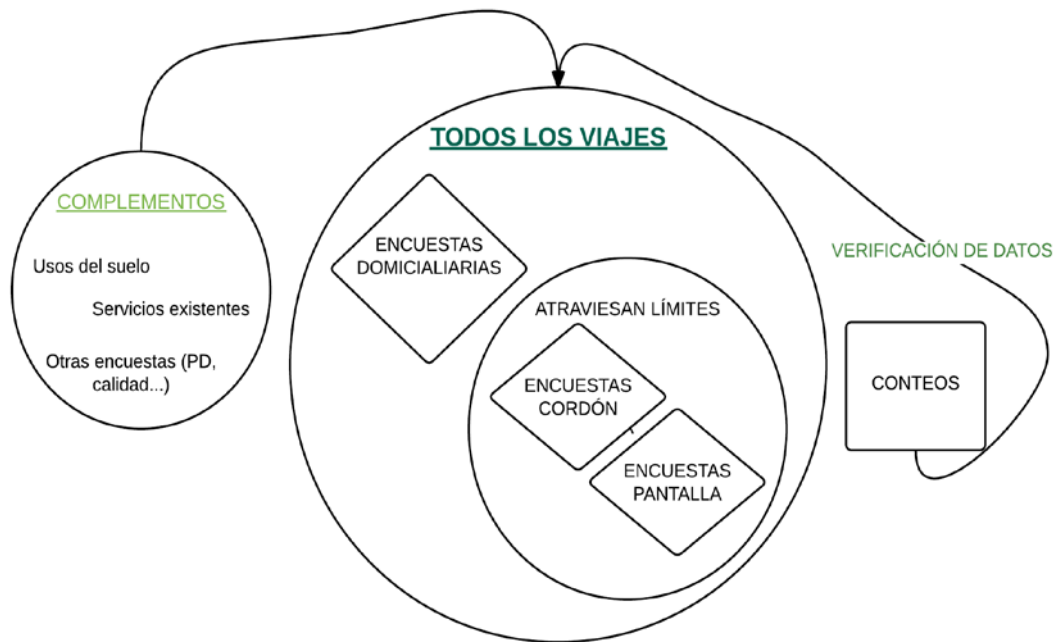
los datos de vehículos a los que paremos, quedando fuera los viandantes o ciclistas (a no ser que se les incluya en otro tipo de encuesta).

Históricamente se han realizado encuestas O-D de forma domiciliaria usando técnicas de muestreo aleatorio, generando unos grandes costes tanto temporales como económicos, lo cual ha favorecido la aparición de diversos tipos de encuestas que complementan a las primeras.

Es muy importante a la hora de seleccionar el tipo de encuesta elegir qué tipo de viajes necesitamos modelizar. Si queremos captar todos los viajes que llegan a un área es necesario combinar todos los tipos de encuestas que se van a presentar.

En el siguiente esquema se presentan todos los tipos de encuestas que posteriormente se desglosaran para su conocimiento.

Ilustración 7 Tipos de encuestas



Como vemos, el fin último siempre es la modelización de viajes, y para ello la calidad es una de las variables a tener en cuenta. Es por ello que en el presente trabajo se desarrolla una aplicación destinada a la mejora de este tipo de encuestas.

Encuestas de calidad

La calidad en el transporte público, según la mayoría de estudios, está relacionada con la importancia que otorga a cada variable cada individuo.

La calidad es un concepto que abarca múltiples aspectos. Algunos son fácilmente cuantificables como tarifas, tiempo de espera o de servicio etc; sin embargo, existen otros más complejos de cuantificar y por tanto de programar de cara a la realización de una herramienta de medición como pudiera ser la comodidad o la amabilidad de los empleados.

La bibliografía consultada suele dividir la calidad en dos perspectivas diferentes:

- **Calidad percibida**, la cual es fruto de la experiencia de los usuarios, se suele basar en sus propias vivencias.
- **Calidad deseada**, por otro lado esta calidad se refiere a aquella que los usuarios les gustaría tener en sus medios usados habitualmente.

Los estudios que han sido consultados para la realización del presente trabajo (Cecín Collantes et al. 2011) revelan principalmente que los consumidores tienden a valorar positivamente las mejoras de los elementos que se perciben de la calidad del servicio, por lo que es muy recomendable saber en todo momento cuáles son, para así poder actuar sobre ellos y mejorar el nivel de servicio prestado.

La calidad percibida del servicio, por parte del consumidor, está en función de la magnitud y la dirección de la diferencia entre el servicio esperado y servicio percibido, por tanto se refuerza lo expuesto en el párrafo anterior sobre la necesidad de controlar en todo momento las percepciones por parte de los usuarios del servicio.

(Dell'Olio et. Al, 2011) y (Bordagaray et. al., 2014) realizaron varias investigaciones destinadas a evaluar la heterogeneidad de los usuarios en sus opiniones respecto a la calidad percibida en los sistemas de transporte urbano.

Observando los resultados de esos estudios se observa que la heterogeneidad que hay entre los usuarios de un sistema de transporte urbano afecta, de forma importante, a la hora de percibir la calidad de éste de una forma u otra.

Además, se puede demostrar según el estudio realizado por (Dell'Olio et. al., 2010), que incluso en un mismo individuo varía la calidad percibida. En esta investigación los usuarios fueron preguntados por la valoración general del servicio al inicio y al final de la encuesta, y se observó que los usuarios cambiaban su forma de percibir la calidad después de analizar de forma más detallada cada uno de los atributos. Por ello y siguiendo las directrices de estos autores, es recomendable establecer una muestra muy bien caracterizada de los usuarios.

Metodología de las encuestas de calidad

Como ya se ha dicho existen varias maneras de plantearse el estudio de calidad. Puede ser un estudio de la calidad deseada o de la percibida, es por tanto fundamental elegir la metodología correcta en función de los resultados que deseemos obtener. En resumen, los tipos de metodologías son:

- El uso de encuestas de preferencias reveladas
- El uso de encuestas de preferencias declaradas

Generalmente los estudios son de preferencias reveladas, pero resulta también interesante la realización de estudios de preferencias declaradas para conocer los deseos de mejora por parte de los usuarios.

Preferencias declaradas y preferencias reveladas

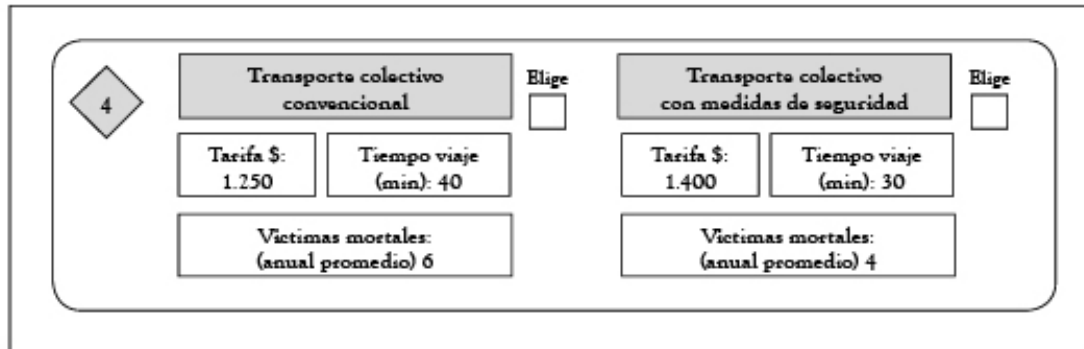
Cuando se pretende predecir el comportamiento de los usuarios tradicionalmente se han usado aquellas técnicas basadas en la observación de su comportamiento real. En general, la obtención de estos datos se hace mediante las encuestas de **preferencias**

reveladas (PR). En (Gonzalez y Ortuzar, 2002) se pueden encontrar numerosos ejemplos de este tipo de encuestas.

Por otro lado, cuando se quiere prever el comportamiento de los usuarios frente a alternativas no existentes, no es posible el empleo de las encuestas de preferencias reveladas, como, por ejemplo, cuando se está estudiando la conveniencia o el efecto de un nuevo modo de transporte o la implantación de un nuevo sistema de tarificación. En estos casos se hace necesario recurrir a otros procedimientos, como el ejemplo expuesto en (Bianchi et al, 1998) para la obtención de la información que permitan determinar como son las preferencias de los individuos.

Las **preferencias declaradas** (PD), se basan hacen referencia a un conjunto de técnicas que se basan en las declaraciones de los usuarios frente a posibles escenarios hipotéticos descritos por el encuestador como alternativas dentro del estudio que se está realizando mediante la encuesta. Por tanto, se puede decir que las PD hacen referencia a hipótesis frente a las PR que hacen referencia a realidades, y situaciones actuales.

Ilustración 8 Ejemplo encuesta PD (Márquez Díaz et al, 2012)



El diagrama muestra una encuesta de elección discreta (PD) con dos alternativas de transporte. A la izquierda, un rombo con el número 4 indica la pregunta. Las alternativas son:

Alternativa	Transporte colectivo convencional	Transporte colectivo con medidas de seguridad
Tarifa \$:	1.250	1.400
Tiempo viaje (min):	40	30
Victimas mortales: (anual promedio)	6	4

Debajo de cada alternativa hay un recuadro con el texto "Elige" y un cuadro de selección.

Fueron (Louviere et al, 1973) quienes por primera vez en los años 70 decidieran hacer uso de las preferencias declaradas en el ámbito del transporte, esta técnica ya había sido usada con anterioridad por expertos en marketing para el lanzamiento de nuevos artículos. En la actualidad, las PD son ampliamente utilizadas. Evidentemente, un estudio de PD requiere de encuestas específicas para obtener los datos.



CAPÍTULO 3: Metodología

Forma de trabajo

En el caso del presente trabajo se parte como base de un modelo de encuesta de PR para la realización de la aplicación móvil.

La metodología que se ha seguido para desarrollar la aplicación se basa en un desarrollo iterativo e incremental, así como la aplicación del sistema de desarrollo Modelo-Vista-Controlador, que será explicado más adelante.

En lo que al desarrollo se refiere, tal y como se ha expuesto se sigue un modelo incremental, es decir, se ha dividido el proyecto en fases y se ha desarrollado cada una de las fases de forma independiente y se han añadido al trabajo realizado anteriormente. Los pasos seguidos para ir añadiendo funciones a la aplicación han sido las siguientes:

- **Desarrollo de la interfaz de inicio y primeras pruebas gráficas:** en esta fase se empezaron a desarrollar a partir de esquemas la que posteriormente iba a ser la visualización de la página principal de la aplicación móvil, además se comenzó a implementar en esta pantalla inicial el logotipo que se iba a utilizar.
- **Desarrollo de la pantalla para la caracterización del usuario:** en colaboración con los encuestadores que iban a emplear la aplicación, en esta fase se realizó un diseño e implementación de los botones para las variables del usuario, además se realizaron varias pruebas para determinar el inicio y fin del viaje y se implementó un desplegable para elegir el número de línea.
- **Elaboración de las listas para la ordenación de variables:** de nuevo buscando la máxima manejabilidad se hizo un diseño

previo de las listas de variables que el usuario iba a tener que ordenar a la hora de realizar la encuesta. Para esta fase decidí emplear recursos extraídos de librerías externas que ya estaban testeados y facilitarían la labor de desarrollo e implementación.

- **Diseño de la Base de Datos:** se estructuró la base de datos para facilitar su posterior volcado mediante un software de ordenador que facilitaría al encuestador, o al destinatario de los datos, su exportación a programas clásicos para el tratamiento de datos como Excel. En esta fase se requiere la petición de acceso a la memoria del teléfono para poder guardar en la raíz del sistema³ una copia de la base de datos que sea accesible al conectar el teléfono al ordenador sin necesidad de realizar un rooteo⁴ al sistema de archivos.
- **Implementación de un registro para usuarios:** a petición de los destinatarios de la aplicación, se desarrolló un sistema de identificación de usuarios que hace fácilmente identificable por destinatario de los datos a la persona que ha realizado la encuesta, además de facilitarle datos de la fecha y hora de realización de la encuesta. Así, se impide la realización de encuestas múltiples por un mismo usuario que no sea el encuestador.
- **Desarrollo de un sistema de corrección en encuestas no concluidas:** se realiza para que una vez que el encuestador ha empezado la encuesta pueda volver atrás y corregir los errores cometidos.

³ La raíz del sistema es aquella parte del sistema de archivos a la cual se puede acceder sin restricción, como si de una memoria usb se tratase.

⁴ Se denomina rooteo a la acción de cambiar el sistema para poder acceder al mismo con permisos de administrador. Un usuario Root tiene todos los permisos disponibles en un dispositivo.

- **Integración de las encuestas en una plataforma de almacenamiento en la nube:** se ha desarrollado un sistema para volcar tanto en la plataforma Dropbox, así como en una base de datos relacional MySQL, característica que se encuentra desactivada por razones operativas.

Elección de la tecnología

Se ha elegido la tecnología nativa para poder acceder a los elementos del sistema sin ninguna restricción, y sin tener que depender de software de terceros como sería el uso de PhoneGap. Además el uso de la tecnología nativa permite una mejor adaptabilidad a los diferentes tipos de dispositivos existentes dentro de la gama de Android pudiendo desarrollar diferentes interfaces para tabletas o móviles. Por otro lado con el uso de tecnología nativa se ahorra el estar conectado permanentemente a internet con el gasto de datos, y por tanto económico que ello conlleva. Por último destacar que se ha elegido Android debido a que es el sistema operativo empleado por más del 90% de los dispositivos móviles en España y cerca del 82% en el mundo según la IDC⁵.

⁵ IDC es la *International Data Corporation*, es una empresa dedicada a la realización de estudios de mercado a nivel internacional.

Worldwide Smartphone Shipment Market Share by OS, 2010 - 2014

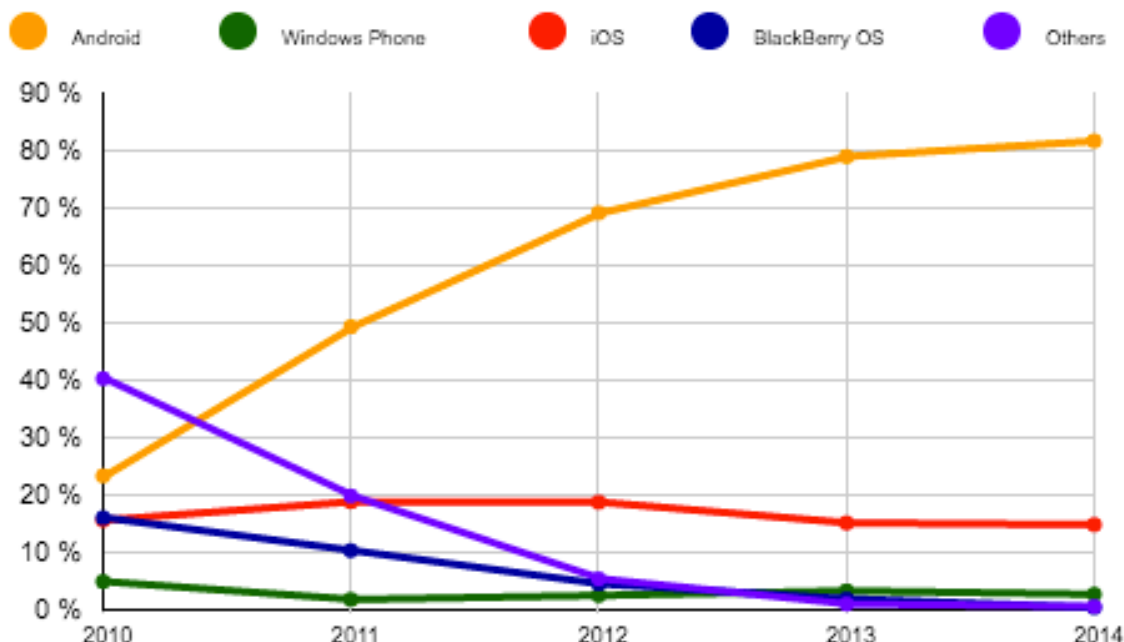


Ilustración 9 Cuota de mercado Android 2014

Software empleado en el proyecto

En presente trabajo de fin de grado, ha sido necesario el uso de diversas herramientas para el desarrollo y puesta en marcha de la aplicación. A continuación se va a hacer una breve reseña del software empleado con el objetivo de una mejor comprensión del posterior desarrollo y funcionamiento de la misma.

Android Studio

Android Studio es un IDE⁶ específico para el sistema operativo Android, que está basado en el IDE para Java IntelliJ IDEA de

⁶ IDE es la abreviatura de ambiente de desarrollo integrado o entorno de desarrollo interactivo, en inglés Integrated Development Environment (IDE), es una



JetBrains⁷. Fue anunciado por Ellie Powers que era el jefe de producto de Google en mayo de 2013, durante Google I/O de ese año, tras su puesta en marcha otras herramientas usadas hasta la época como Eclipse quedaron obsoletas pasando a emplearse este software por toda la comunidad de desarrollo de Android. Android Studio es un software que la propia Google distribuye de manera gratuita. Android Studio estuvo en fase de acceso anticipado comenzando con la versión 0.1 en mayo de 2013, cuando pasó a fase beta comenzando con la versión 0.8 que fue lanzada en Junio de 2014. Android Studio ofrece algunas características y mejoras respecto a Eclipse ADT que permiten un desarrollo más rápido y productivo, como la visualización en tiempo real de lo que se está codificando.

aplicación informática que proporciona servicios integrales para facilitarle al desarrollador o programador el desarrollo de software.

⁷ JetBrains es una compañía de desarrollo de software que desarrolla herramientas para desarrollo de aplicaciones basadas en JAVA.

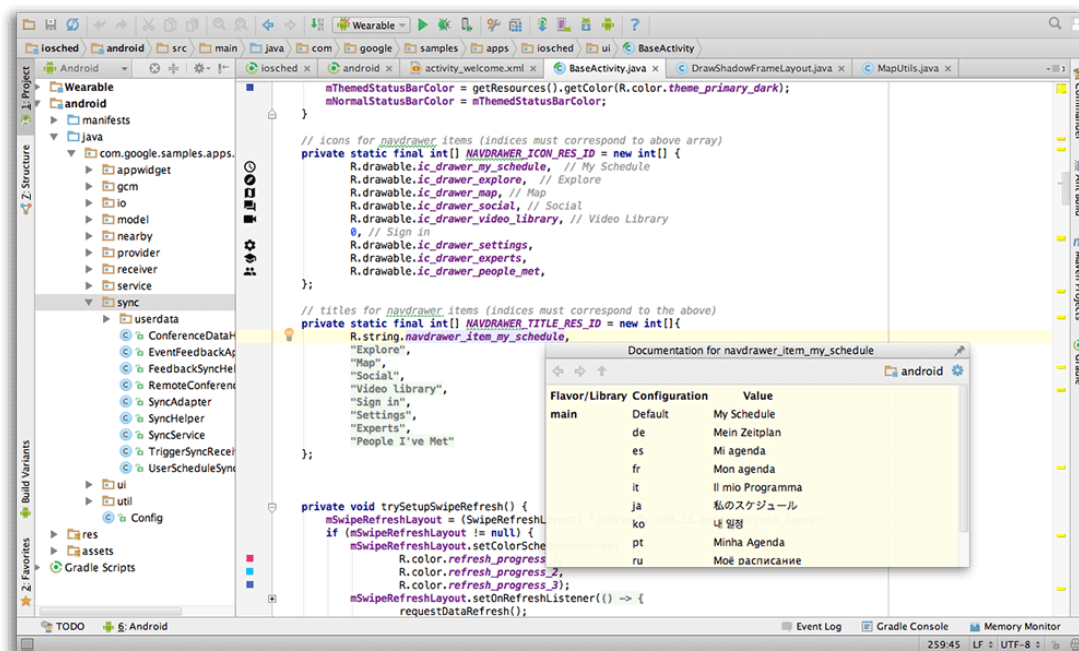


Ilustración 10 Ejemplo de código inteligente de Android Studio

Dentro de las principales características de Android Studio se encuentra la posibilidad de realizar actualizaciones de código y renderizado de la aplicación en tiempo real. Esto permite observar cómo se verá la aplicación al mismo tiempo que se realizan cambios en el código, aunque esta función solo se encuentra disponible para algunas de las características del software. El IDE también permite observar el aspecto que tendrá la aplicación en diferentes tamaños y orientaciones de pantalla, disponiendo además de una enorme biblioteca de dispositivos entre los que elegir. Cuenta asimismo con una gran variedad de emuladores para realizar una vista previa de la aplicación, y es posible observar el diseño en varios tamaños de pantalla mientras que realizamos cambios en el mismo. Esta característica es muy útil cuando estamos desarrollando para un sistema operativo que tiene un mercado tan diversificado como es el

de Android. Por otro lado, permite adaptar nuestra app a versiones anteriores de la API⁸ actual del OS permitiéndonos que la aplicación se pueda instalar en dispositivos que no reciben las últimas versiones de sistema por parte de los fabricantes. Para el desarrollo de aplicaciones destinadas a una audiencia internacional, Android Studio también incluye diferentes herramientas de idioma. Se puede obtener una vista en tiempo real sobre como la aplicación funciona en diferentes idiomas, pudiendo comprobar como los cambios en el texto afectan a otros elementos de la aplicación cuando el idioma cambia.

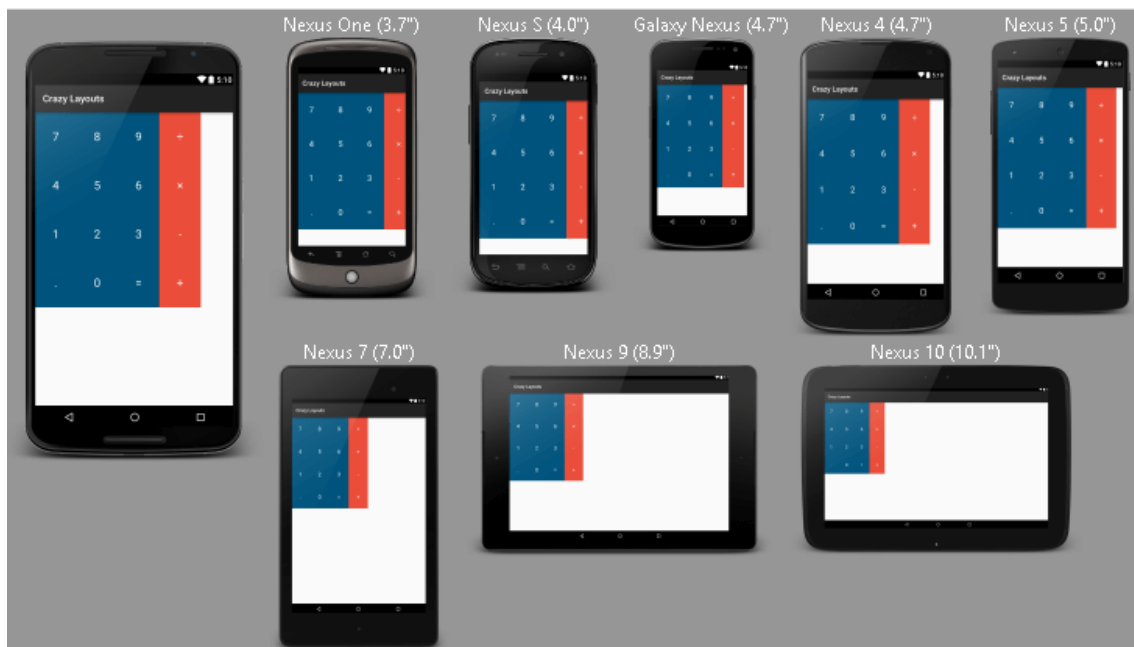


Ilustración 11 Ejemplo de visualización en diferentes tamaños

⁸ API se refiere a la versión del sistema operativo maestro, en este caso Android.

También cuenta con un conjunto de herramientas de análisis muy completo que es de gran utilidad para completar y analizar el código antes de lanzarlo.

Por contra Android Studio requiere de conexión a Internet durante la mayor parte del tiempo, en el que se usa el programa, puesto que la descarga de nuevos paquetes para el Gradle⁹, o la integración de nuevas APIs no vienen de forma nativa y necesitan ser descargadas. Por ejemplo, cuando un nuevo proyecto es creado se descargan algunos paquetes Gradle a través de Internet (ya que Android Studio está fuertemente integrado con Gradle). Esto puede suponer un problema para los desarrolladores que tienen una conexión lenta o cuando se experimentan problemas de conexión.

SQLite

Este software ha sido empleado para el desarrollo de la base de datos por su sencillez y facilidad de implementación sin requerir un servidor externo.

Consiste en un sistema de gestión de bases de datos relacional creado por D. Richard Hipp y cuyo lanzamiento inicial se produjo a mitad del año 2000.

Se caracteriza como se ha indicado por no necesitar el soporte de un servidor externo al que haya que acceder para recuperar la base de datos, implementando un conjunto de librerías dentro de la propia aplicación que se encargan de la gestión. No precisa configuración, es

⁹ Gradle es una herramienta de automatización de la construcción de nuestro código, es decir integra otros códigos y nos ayuda en nuestro desarrollo



transaccional y está disponible al dominio público de los desarrolladores para su implementación en las aplicaciones.

En sus últimas versiones permite crear bases de datos con un tamaño máximo de hasta 2 terabytes y ha ampliado los tipos de datos, añadiendo el tipo BLOB. En el presente proyecto actúa de sistema gestor de la base de datos.

Microsoft Project

Ha sido empleado para el diseño de los diagramas de Gantt que describen el proceso de desarrollo de la aplicación.

Software de administración de proyectos diseñado, desarrollado y comercializado por Microsoft cuya última versión estable se publicó en 2013. Tiene como finalidad asistir a administradores de proyectos en el desarrollo de planes, asignación de recursos a tareas, dar seguimiento al progreso, administrar presupuesto y analizar cargas de trabajo.

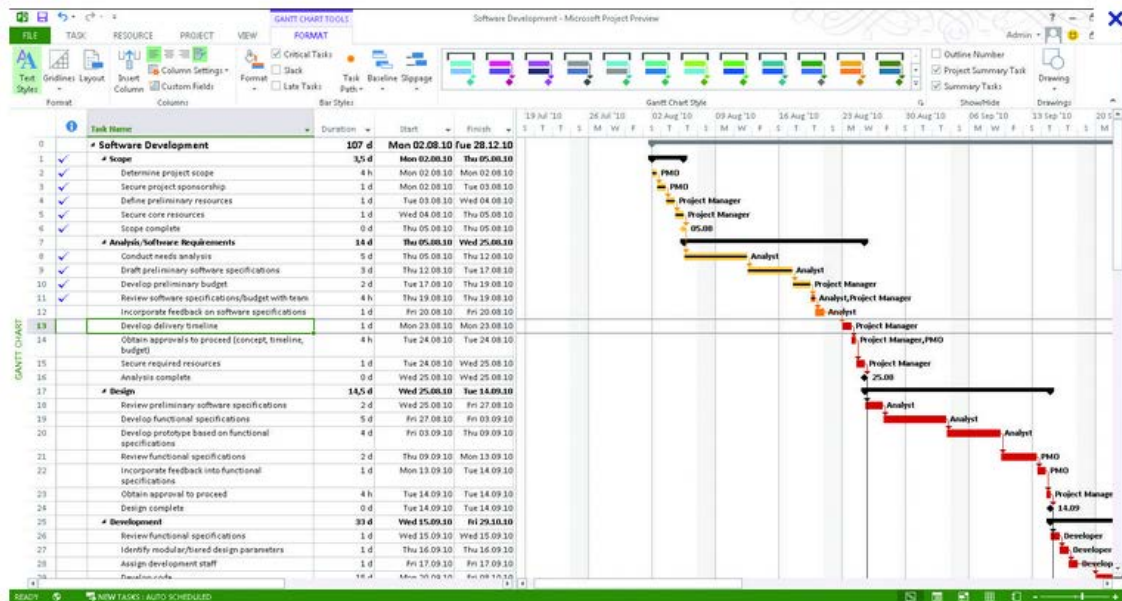


Ilustración 12 Apariencia de MsProject

Dropbox

Dropbox es un servicio de alojamiento de archivos multiplataforma en la nube, operado por la compañía del mismo nombre. El servicio permite a los usuarios almacenar y sincronizar archivos en línea y entre ordenadores y compartir archivos y carpetas con otros usuarios y con tabletas y móviles.

Existen versiones gratuitas y de pago, cada una de las cuales tiene opciones variadas. La versión móvil está disponible para Android, Windows Phone, Blackberry e iOS (Apple).



DESARROLLO DE APP PARA LA REALIZACIÓN DE ENCUESTAS DE MOVILIDAD



Objective-C
Community SDKs

References

- Branding guide
- Developer guide
- OAuth guide
- v2 migration guide
- Webhooks

Chooser
Saver

API v1
Blog
Support

Settings

Branding

Analytics

Status

Development

Apply for production

Development users

5 / 100

Increase limit to 500 users

Unlink all users

Permission type

Full Dropbox ⓘ

App key

rv1sfcjj3tu81cw

App secret

Show

OAuth 2

Redirect URIs

https:// (http allowed for localhost)

Add

Allow implicit grant ⓘ

Allow

Generated access token ⓘ

Generate

Chooser/Saver domains

example.com

Add

If using the [Chooser](#) or the [Saver](#) on a website, the domain of that site.

Ilustración 13 vista de la consola de desarrollador de Dropbox

NodeJS

NodeJS es una librería y entorno de ejecución de entrada/salida, dirigido por eventos, muy ligero y eficiente, que ejecuta JavaScript en el lado del servidor. Al estar construido sobre el motor V8 de Google, que compila JavaScript en lenguaje máquina, alcanza grandes velocidades de ejecución. Una de las principales características, que hace de NodeJS un entorno rápido y eficaz, es que sus operaciones de entrada/salida se realizan de forma asíncrona, gestionadas por un event loop, al que se envían con un callback. Así cuando se produce una operación de este tipo, el programa puede continuar ejecutándose sin esperar a que termine. El principal motivo por el que se ha usado NodeJS para la implementación del servidor, ha sido el de implementar toda la aplicación con JavaScript, consiguiendo una aplicación sencilla y eficiente. Además, NodeJS ofrece una gran cantidad de frameworks y librerías para hacer más ligero el proceso de desarrollo.

```
var request = require("request")
var qs      = require("querystring")
var path    = require("path")

exports.app = function(config){
  var root  = config.root || "sandbox"
  var helpers = require("./helpers")(config)

  return {
    root: root,

    requesttoken: function(cb){
      var signature = helpers.sign({})
      var body = qs.stringify(signature)
      var args = {
        "method": "POST",
        "headers": {
          "content-type": "application/x-www-form-urlencoded",
          "content-length": body.length
        },
        "url": "https://api.dropbox.com/1/oauth/request_token",
        "body": body
      }
    }
  }
}
```

Ilustración 14 Ejemplo código js empleado



SQLite Admin

Para consultar los datos extraídos de las bases de datos he empleado este software que permite de una manera muy sencilla manejar bases de datos.

SQLite Admin es una aplicación que puede usarse para examinar la estructura de una base de datos, puede crear una nueva base de datos, ejecutar cualquier tipo de instrucción SQL o abrir una base de datos existente, como es nuestro caso con las BD almacenadas en el dispositivo de forma nativa. SQLite Admin utiliza una base de datos (sqladmincache.db) que sirve para realizar un seguimiento de las bases de datos que se han abierto y las acciones que se han ejecutado. Ésto es útil por si se desea volver a abrir de manera rápida una base de datos que ya fue utilizada, o volver a ejecutar una instrucción que fue usada de forma reciente.

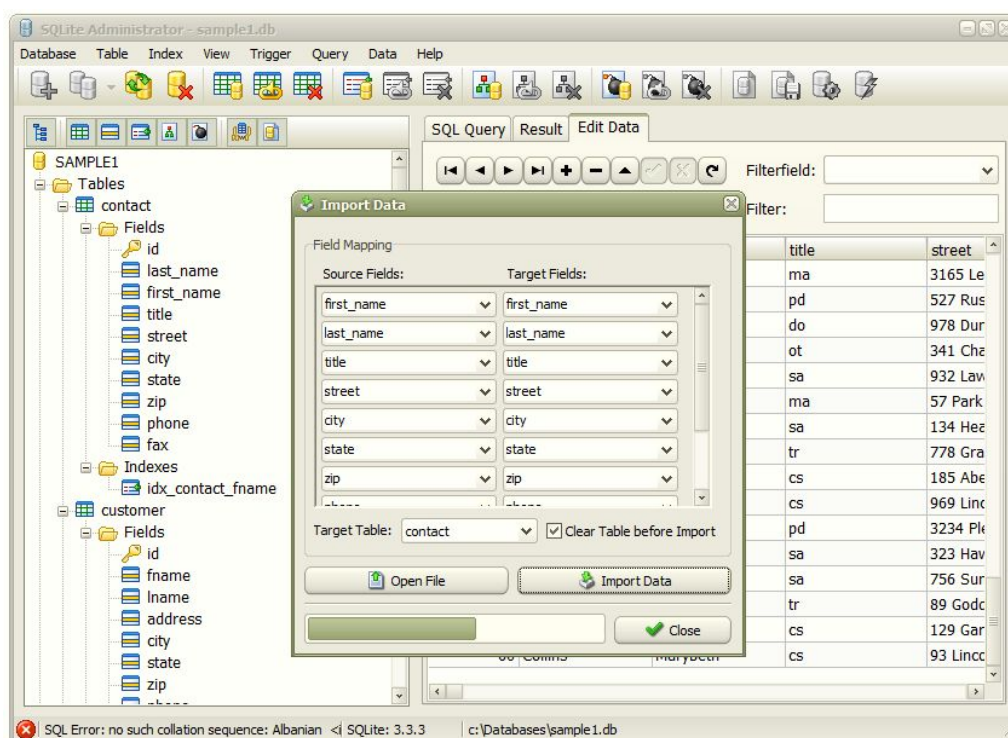


Ilustración 15 Vista de SQLite Admin

PhpMyAdmin

PhpMyAdmin es una herramienta visual unificada, para arquitectos de bases de datos y desarrolladores, que permite el modelado de datos y el desarrollo en SQL. Ofrece herramientas de administración para la configuración de servidores y la gestión de usuarios y de backups entre muchas otras cosas. Está disponible para los principales sistemas operativos: Windows, Linux y Mac OS X. En el desarrollo de este proyecto se ha utilizado PhpMyAdmin para la implementación de la base de datos.

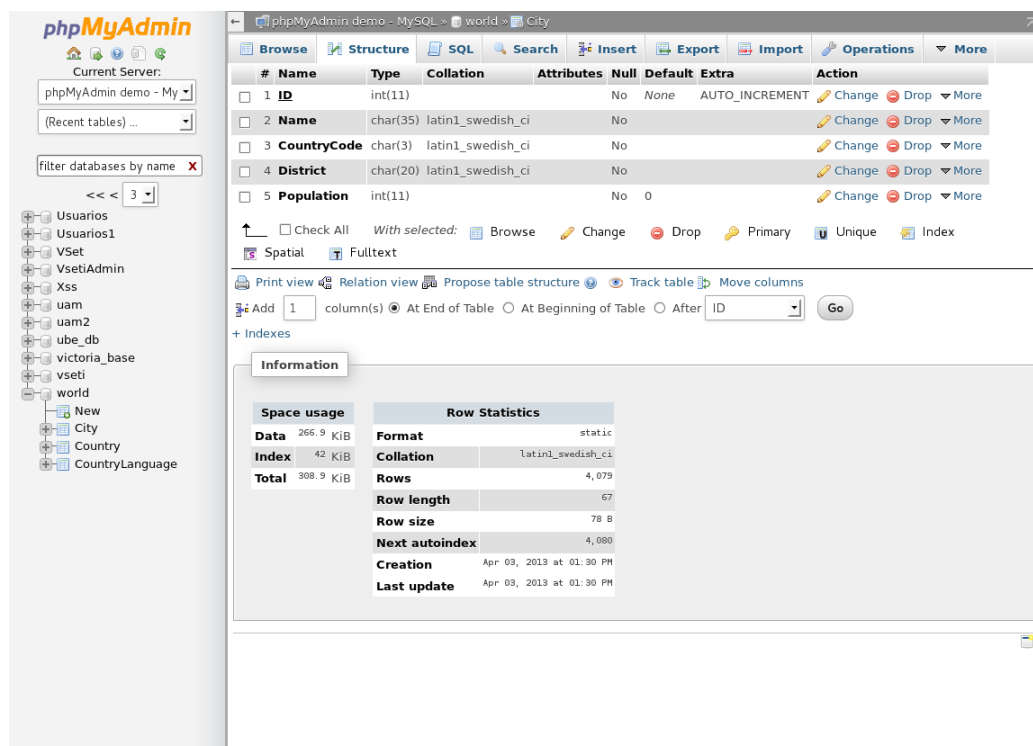


Ilustración 16 Vista de Administrador de PhpMyAdmin, con la Bd de la app

PHP

PHP es un lenguaje de programación de uso general de código del lado del servidor, originalmente diseñado para el desarrollo web de contenido dinámico. Fue uno de los primeros lenguajes de estas características que se podía incorporar directamente en el documento HTML, en lugar de llamar a un archivo externo para que procesara los datos. El código es interpretado por un servidor web con un módulo de procesador de PHP que genera la página web resultante. Además, permite la programación con orientación a objetos, lo cual es de gran utilidad por su similitud con otros lenguajes más potentes como C, Python o Java.

PHP puede ser usado en la mayoría de los servidores web, al igual que en casi todos los sistemas operativos y plataformas sin ningún coste para el usuario o desarrollador, lo cual lo hace uno de los lenguajes más populares empleados hoy en día.

PHP se considera uno de los lenguajes más flexibles, potentes y de alto rendimiento disponibles hasta el día de hoy, lo que ha atraído el interés de múltiples sitios con gran demanda de tráfico, como Facebook, que ha optado por el mismo como tecnología de servidor. Queda por ello demostrado su potencial para ser empleado en nuestro

```
<?PHP
$hostname_localhost = "localhost"; //nuestro servidor
$database_localhost = "aplicacion"; //Nombre de nuestra base de datos
$username_localhost = "root"; //Nombre de usuario de nuestra base de datos (yo
utilizo el valor por defecto)
$password_localhost = "root"; //Contraseña de nuestra base de datos (yo utilizo
por defecto)
$localhost =
mysql_connect($hostname_localhost,$username_localhost,$password_localhost) //Conexi
ón a nuestro servidor mysql
or
trigger_error(mysql_error(),E_USER_ERROR); //mensaje de error si no se
puede conectar
mysql_select_db($database_localhost, $localhost); //seleccion de la base de datos
con la que se desea trabajar
//variables que almacenan los valores que enviamos por nuestra app, (observar
que se llaman igual en nuestra app y aqui)
$nombre=$_POST['nombre'];
$dni=$_POST['dni'];
$telefono=$_POST['telefono'];
$email=$_POST['email'];
//$query_search = "insert into usuarios(user,pass) values
('".$nombre."','".$dni."')"; //Sentencia sql a realizar
$query_exec = mysql_query($query_search) or die(mysql_error()); //Ejecuta la
sentencia sql.
?>
```

Ilustración 17 Ejemplo de código PHP empleado en el servidor

caso para comunicarnos con el servidor y poder transmitir las encuestas realizadas.

Java

Java es el lenguaje de programación en el que está basado el cuerpo fundamental de la aplicación, tanto los controladores diseñados en el propio código, como la llamada a elementos de la vista, y de otros controladores y APIs externas como Dropbox, o las APIs propias desarrolladas en PHP. El lenguaje de programación está basado en la orientación a objetos, fue diseñado específicamente para tener tan pocas dependencias de implementación como fuera posible, lo cual le hace idóneo para todo tipo de dispositivos. La motivación del lenguaje, es permitir que los desarrolladores de aplicaciones escriban el programa una vez y lo ejecuten en cualquier dispositivo, técnica conocida en inglés como WORA ("write once, run anywhere"), lo que quiere decir que el código que es ejecutado en una plataforma no tiene que ser recompilado para correr en otra. Java se ha convertido además desde hace unos años en, uno de los lenguajes de programación más populares en uso, particularmente para aplicaciones de cliente-servidor de web, con unos 10 millones de usuarios medidos.

El lenguaje de programación Java fue originalmente desarrollado por James Gosling de Sun Microsystems (la cual fue adquirida por la compañía Oracle) y publicado en 1995 como un componente fundamental de la plataforma Java de Sun Microsystems. Su sintaxis deriva en gran medida de C y C++, pero tiene menos utilidades de bajo nivel que cualquiera de ellos. Las aplicaciones de Java son generalmente compiladas a bytecode (clase Java) que puede ejecutarse en cualquier máquina virtual Java (JVM) sin importar la arquitectura de la computadora subyacente.

La compañía Sun desarrolló la implementación de referencia original para los compiladores de Java, máquinas virtuales, y librerías de clases en 1991 y las publicó por primera vez en 1995. A partir de mayo de 2007, en cumplimiento con las especificaciones del Proceso

de la Comunidad Java, Sun volvió a licenciar la mayoría de sus tecnologías de Java bajo la Licencia Pública General de GNU. Otros también han desarrollado implementaciones alternas a estas tecnologías de Sun, tales como el Compilador de Java de GNU y el GNU Classpath.

```
Criteria criteria = new Criteria();
criteria.setCostAllowed(false);
criteria.setHorizontalAccuracy(NO_REQUIREMENT);
criteria.setVerticalAccuracy(NO_REQUIREMENT);
criteria.setPreferredPowerConsumption(NO_REQUIREMENT);

LocationProvider lp = LocationProvider.getInstance(criteria);
Location location = lp.getLocation(-1);
Coordinates coordinates = location.getQualifiedCoordinates();
System.out.println("Latitud: " + coordinates.getLatitude());
System.out.println("Longitud: " + coordinates.getLongitude());
```

Ilustración 18 Ejemplo de código Java para usar el GPS.

Esquema de funcionamiento

Para simplificar la explicación de cómo es el funcionamiento de la aplicación se ha realizado el siguiente gráfico que plasma cómo es la experiencia del usuario dentro de la aplicación. En éste se pueden observar las diferentes etapas que más adelante serán desarrolladas y explicadas.

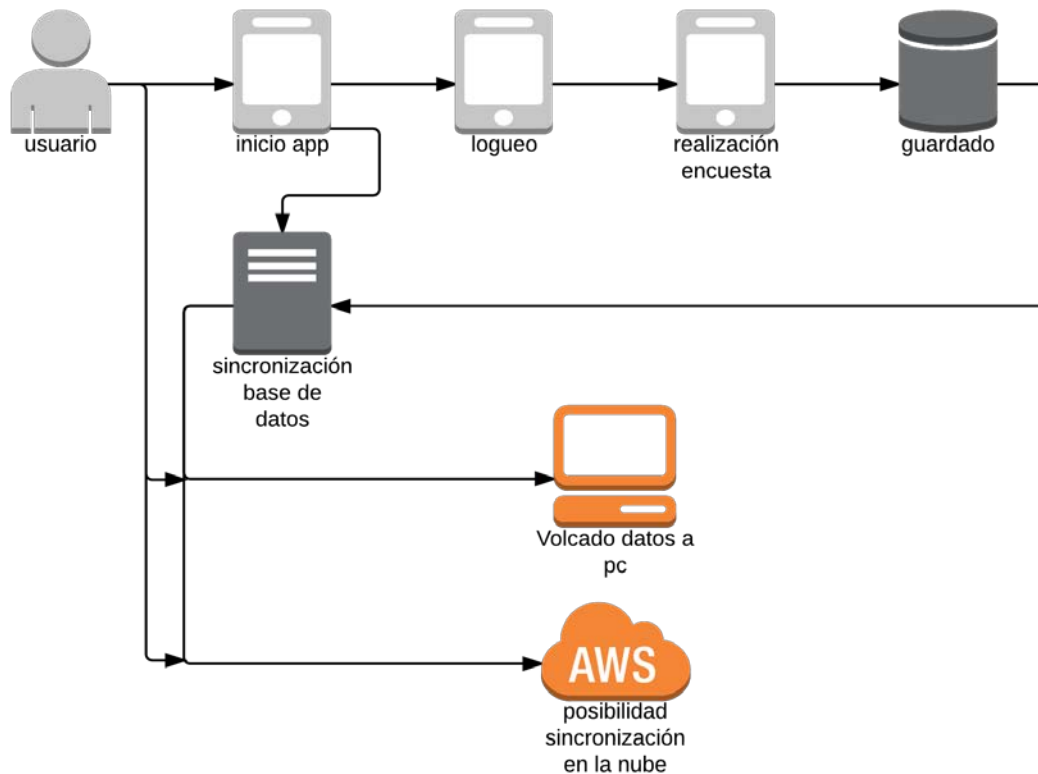


Ilustración 19 Esquema funcionamiento aplicación

Diseño del sistema

En nuestro caso, se aborda el diseño de la aplicación web. En este documento se tratarán dos clases de diseño que son seguidos a día de hoy en el desarrollo de aplicaciones web:

- El **diseño arquitectónico**, que expondrá el modelo de arquitectura software que se ha adoptado para llevar a cabo la aplicación.
- El **diseño detallado**, a través del cual se explicarán los elementos base para su posterior codificación.

Diseño arquitectónico

El diseño arquitectónico es el primer paso en la etapa de diseño de un sistema. Su función es la de establecer la estructura de la aplicación, identificando los diferentes módulos, de los cuales estará compuesta y la forma en que se comunicarán.

A la hora de diseñar la arquitectura de cualquier software, el desarrollador no parte de cero, existen unos modelos o patrones de diseño en los que se basan la mayoría de sistemas. Para la realización de este proyecto se han combinado dos de los principales patrones arquitectónicos: la arquitectura en tres capas y el Modelo-Vista-Controlador.

La arquitectura en tres capas divide un sistema software en tres secciones independientes y con unas funciones específicas:

- La **capa de presentación**, encargada de la interacción con el usuario, estaría formada por las dos aplicaciones, móvil y web.
- La **capa de negocio**, que gestiona la actividad del sistema, dotándolo de las funcionalidades necesarias y controlando el acceso a los datos, estaría recogida en un servidor de negociación implementado en la plataforma de Synology para tal efecto.
- Por último, la **capa de persistencia o de datos**, encargada del almacenamiento y manipulación de los datos, queda recogida en la base de datos MySQL local, así como un sistema basado en la nube que implementa las APIS de Dropbox.



Ilustración 20 esquema modelo vista controlador

Por su parte, para comunicar entre las distintas capas de la aplicación, se ha implementado siguiendo un patrón, muy usado en la actualidad como es el, **Modelo-Vista-Controlador**.

La arquitectura MVC tiene como objetivo principal conseguir la separación de responsabilidades en la aplicación, con los consiguientes beneficios que esto puede proporcionar en un desarrollo: mejorar la arquitectura y la robustez, forzar a utilizar una arquitectura modular, fomentar la separación entre capas, favorecer la reutilización. En general esta arquitectura favorece el mantenimiento y la extensión de la aplicación en comparación con arquitecturas basadas en otros patrones.

Esta arquitectura se divide en tres módulos claramente diferenciados: el modelo, la vista y el controlador.

- **Modelos:** definen los mecanismos pertinentes para gestionar los datos de la aplicación. A través de los modelos se accede al sistema de persistencia y se crean, modifican o recuperan los datos. En la implementación de los modelos encontraremos código que se ejecuta en el servidor, y que accede y manipula directamente los repositorios de datos de la aplicación.
- **Vistas:** definen el aspecto de interfaz de usuario de la aplicación, es decir, la parte que será enviada a los navegadores web de los clientes y por lo tanto la información que los usuarios van a percibir. En la mayor parte de aplicaciones las vistas estarán compuestas por código HTML, CSS y JavaScript, pudiendo incluir también pequeños scripts de lenguaje ejecutado en el servidor, que acostumbra a utilizarse como vínculo de unión entre las vistas y los controladores. Además de mostrar los datos, las vistas también suelen incluir enlaces a otras acciones del controlador, para que el cliente pueda invocar otras acciones propias de la aplicación web.
- **Controladores:** son los encargados de ofertar el catálogo de acciones que la aplicación web es capaz de realizar (y que se corresponderá con la lógica de negocio implementada), cuando el usuario selecciona una de estas acciones el controlador debe ejecutar la lógica de negocio asociada y generar una respuesta, en muchos casos estas respuestas generarán un cambio en la vista actual de la aplicación.

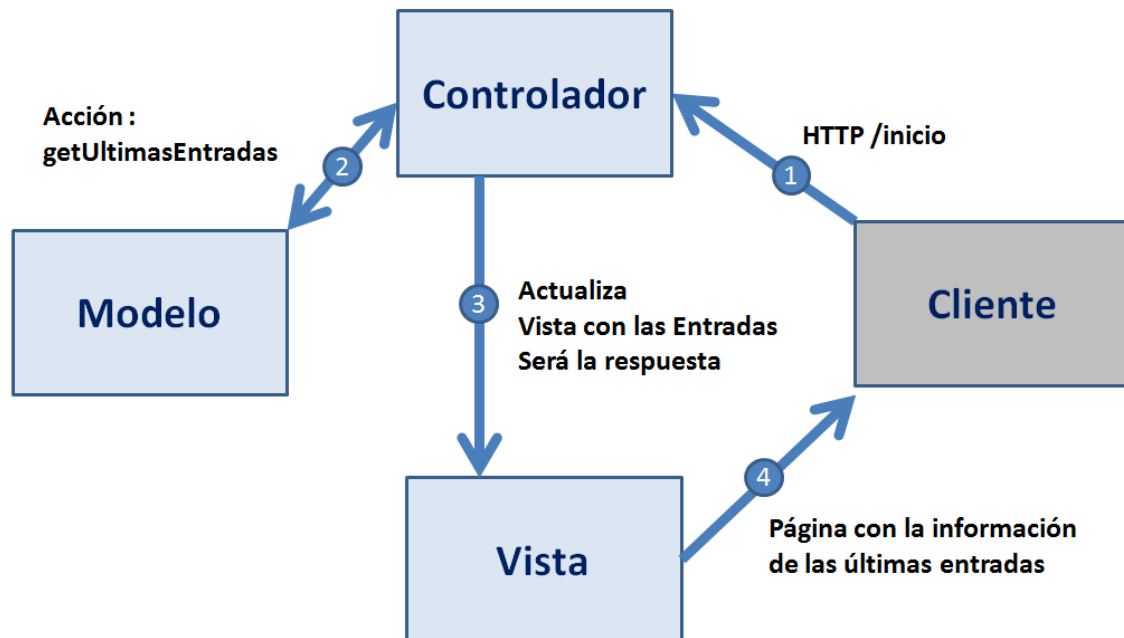


Ilustración 21 Esquema arquitectura MVC

Para la implementación de la capa de negocio, gestionada por un servidor, se ha utilizado el propio *framework* de Android Studio un *framework* que ofrece un patrón Modelo-Vista-Controlador. El modelo y el controlador implementados con el propio código Java, así como partes escritas en PHP y alojadas en un servidor externo.

Este patrón es mucho más flexible si se desean realizar cambios en los datos o en su forma de representarlos, pues se puede modificar un factor, sin que esto influya en el otro. Esta faceta es una gran ventaja a la hora de dotar de nuevas funcionalidades de la aplicación o añadir nuevas entidades en los datos. Para la capa de presentación, ambas aplicaciones implementarán sus vistas y controladores, encargados de la gestión de eventos producidos por el usuario y de la comunicación con el controlador del servidor, completando así el patrón Modelo-Vista-Controlador. Por último, para la vista se han

empleado recursos XML que ofrece el propio *framework* de diseño para crear elementos dinámicos con este lenguaje de marcado.

Diseño detallado

Cuando se ha diseñado la arquitectura de la app, es necesario proceder al diseño detallado de la misma. En este paso se han de tomar las decisiones necesarias para que la aplicación implemente todas las funciones que se han descrito con anterioridad, además de adoptar el mencionado patrón.

Dicho patrón tal y como se ha expuesto en el apartado anterior, el sistema de funcionamiento de este software para teléfonos inteligentes que se ha diseñado para este proyecto presentará una arquitectura de una sola capa dividida en las tres subcapas del modelo MVC, desarrollando dos de ellas bajo el patrón Modelo-Vista-Controlador, en el siguiente diagrama se puede ver cómo está diseñada la arquitectura de funcionamiento del sistema.

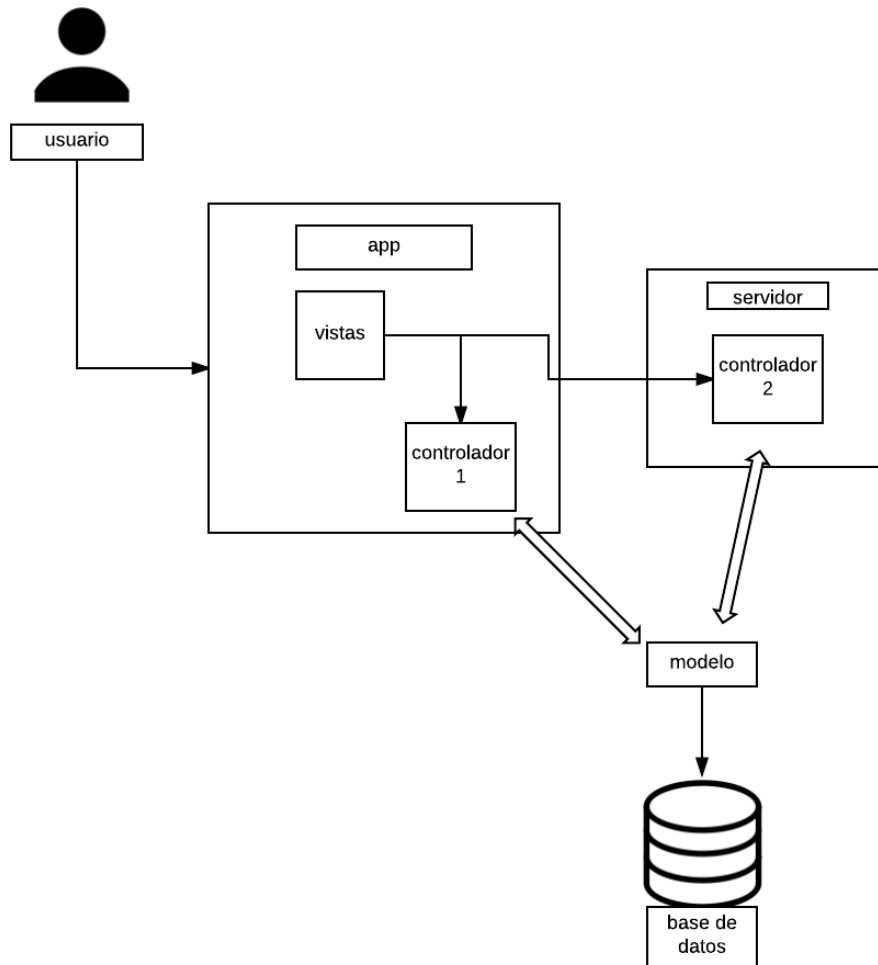


Ilustración 22 Arquitectura del sistema

En el diagrama de despliegue de la arquitectura de la app, se aprecian los dos módulos pertenecientes a la parte desplegada en la app y la que está desplegada en el servidor, una desarrollada en Java y la otra mediante PHP. La capa de persistencia, está formada por la base de datos, construida sobre el sistema gestor de MySQL, y SQL en el caso local. Cada apartado de la aplicación implementa sus propias vistas y controladores, que se comunican con el controlador del servidor, así como con el controlador instalado en la propia app, para usar en lugares donde el servidor no es accesible. Por otra parte, el

controlador de la aplicación móvil puede acceder también a la API web que proporciona los datos, de otras encuestas tomados por los medidores en tiempo real, aunque de momento, no se emplean para nada en la aplicación, pero que podrán ser desarrollados en un futuro para poder actualizar las encuestas en tiempo real.

Las llamadas al servidor se realizarán mediante el protocolo HTTP que facilita PHP, ya que será la tecnología utilizada para la implementación de ambos controladores, tanto el de la propia app, como el del servidor, y los parámetros de la llamada irán en el cuerpo de la petición (método POST).

Diseño de la aplicación Android

A la hora de plantearse el diseño de la app para cumplir los requisitos que se han expuesto, resulta muy necesario elaborar una interfaz que tanto encuestadores como usuarios comprendan de manera sencilla e intuitiva, para así poder captar a la mayor masa de usuarios posibles.

Para ello se han seguido los patrones de diseño que desde el 2015 han de seguir todas las aplicaciones desarrolladas nativamente para la plataforma Android. El nombre que recibe es Material Design, el cual recibe su nombre por estar basado en objetos materiales. Piezas colocadas en un espacio (lugar) y con un tiempo (movimiento) determinado.

Es un diseño donde la profundidad, las superficies, los bordes, las sombras y los colores juegan un papel principal.

Precisamente este diseño basado en objetos es una manera de intentar aproximarse a la realidad, algo que en un mundo donde todo es táctil y virtual es difícil. Material Design quiere guiarse por las leyes

de la física, donde las animaciones sean lógicas, los objetos se superpongan, pero no puedan atravesarse el uno al otro.

Cuando se ha querido transportar esta filosofía de diseño a la plataforma Android, Google ha marcado unas pautas sencillas para que desarrolladores y usuarios comprendan los principios de esta tendencia para ello proponen un diseño con una tipografía clara, casillas bien ordenadas, colores e imágenes llamativos para no perder el foco y un sentido del orden y la jerarquía muy marcado, por tanto, podemos resumir los principios en las siguientes premisas:

- Diseño claro e intuitivo.
- Fondos planos, y de colores claros para evitar el anterior skeumorfismo¹⁰ del diseño holo¹¹.
- Animaciones simples, que permiten ahorrar recursos de los terminales.
- Transversalidad, un diseño que se adapta a todas las pantallas, tanto de tablets, como de teléfonos móviles.
- Sencillez, elementos simples, comprensibles y fáciles de usar para los usuarios.

En los siguientes apartados se van a describir los elementos de diseño empleados en la aplicación:

¹⁰ Patrón de diseño basado en objetos de la vida real, en esta tendencia se utilizaban fondos que imitaban a elementos como madera, metal...

¹¹ Diseño empleado por Google hasta que empezó a adoptar el actual Material Design.

Pantalla de entrada (splash screen)

Es la pantalla que se muestra mientras la aplicación sincroniza sus datos con el servidor. Se muestran los logotipos de la propia aplicación y del Grupo de Investigación de Sistemas de Transporte, para el cual fue diseñada.

Pantalla principal

En esta vista constituida programáticamente como una actividad, esta pantalla sigue una disposición en dos escalones lo cual implementa los criterios del Material Design, además en esta pantalla y en toda la aplicación se comprueba cómo se han elegido el verde, blanco y rojo, como colores principales del diseño, los cuales se muestran como complementarios en los criterios de diseño, además de ser los colores corporativos del grupo de investigación para el cual se ha elaborado la aplicación.

Se muestran varios botones que encaminan hacia diferentes acciones:

- Registrar al encuestador, mediante la pantalla de preferencias del usuario.
- Inicio de una nueva encuesta, botón que tras ser pulsado comprobará que el encuestador ha sido ya registrado para poder proceder a dar comienzo a una nueva encuesta.
- Guardado del histórico de encuestas en la plataforma Dropbox, este botón comprueba que existan encuestas anteriores y crea una carpeta en la cuenta de usuario de la citada aplicación donde se guardarán las encuestas realizadas.
- Guardado local y remoto de las encuestas, este botón permite sincronizar las encuestas en una base de datos local, así como una característica, que actualmente está deshabilitada, pero

implementada como es el guardado en una base de datos SQL remota.

Pantallas de encuestas

Se han diseñado una nueva actividad con varios fragments¹² en los cuales se han ido insertando os diferentes grupos de preguntas de la encuesta para que pueda ser realizada de una manera rápida y cómoda. Así mismo se ha dispuesto un botón para avanzar que guarda en un objeto tipo JSON las partes ya realizadas de la encuesta para su volcado final en la base de datos. Por último, se capturan las pulsaciones en la tecla atrás del teléfono para desechar encuestas inconclusas.

En estas pantallas, ha sido necesario recurrir a una librería externa que permite crear elementos que se desplazan de manera táctil en forma de tarjetas para que puedan ser los usuarios los que ordenen según sus preferencias las variables relacionadas con la calidad.

¹² Fragments: son actividades menos pesadas en código y tiempo de ejecución que las activities que los rigen, permiten desplegar mayor número de ventanas con un menor gasto de recursos.



Ilustración 23 Pantalla de arranque de la app



Ilustración 24 Pantalla de inicio

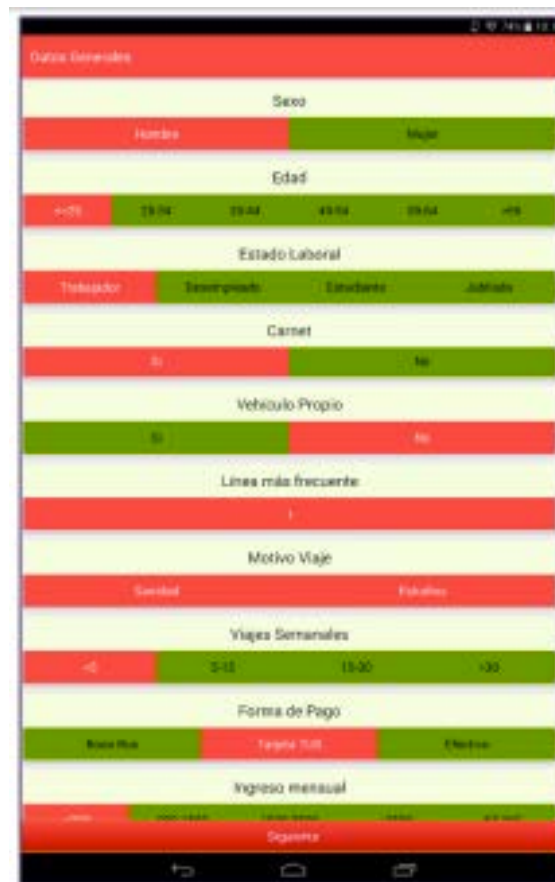


Ilustración 25 pantalla de caracterización del usuario



Ilustración 26 Pantalla de variables específicas



CAPITULO 4: Aplicación práctica

Encuesta empleada

La encuesta elegida fue planteada por (Echaniz, 2015) para determinar la calidad percibida por parte de los usuarios del Transporte Urbano en Santander. Consta de 3 partes.

- En la primera parte se caracterizan los usuarios y los tipos de viaje que realizan. La encuesta determina las siguientes características para los usuarios:
 - o Sexo
 - o Edad
 - o Estado Laboral
 - o Posesión del carnet de conducir
 - o Posesión de vehículo propio
 - o Motivo del viaje (tanto el origen como el destino)
 - o Número de viajes realizados de forma semanal
 - o Forma de pago habitual
 - o Salario mensual

- En la segunda parte se pide a los usuarios una valoración cualitativa de las variables (que se describirán más adelante) que el encuestador considera importantes. Esta valoración presenta 5 opciones distintas:
 - o Muy mal
 - o Mal
 - o Normal
 - o Bien
 - o Muy bien



Esta segunda parte termina con una valoración general del servicio en base a las 5 opciones dadas.

- En la tercera parte se pide a los usuarios que ordenen los seis grupos de las variables según su criterio en función de la importancia que ellos determinan.

Ilustración 27 Encuesta elegida para la codificación en la app. (Echaniz, 2015)

ENCUESTA DE CALIDAD									
DATOS GENERALES									
SEXO	☐ HOMBRE ☐ MUJER								
EDAD	☐ ≤ 25	☐ 25-34	☐ 35-44	☐ 45-54	☐ 55-64	☐ ≥ 65			
ESTADO LABORAL	☐ TRABAJADOR		☐ DESEMPLEADO		☐ ESTUDIANTE		☐ JUBILADO		
POSEE CARNET DE CONDUCIR	☐ SI ☐ NO		POSEE VEHICULO PROPIO		☐ SI ☐ NO				
LÍNEA			MOTIVO DEL VIAJE		☐ INICIO ☐ FIN				
Nº VIAJES POR SEMANA	☐ < 5		☐ 5-15	☐ 15-30	☐ > 30		1- CASA 4- SANIDAD 7- OTROS 2- TRABAJO 5- COMPRAS 3- ESTUDIOS 6- OCIO		
FORMA DE PAGO	☐ TARJETA TUS		☐ EFECTIVO						
INGRESO MENSUAL FAMILIAR	☐ < 900€		☐ 900€-1500€	☐ 1500€-2500€	☐ > 2500€	☐ NS/NC			
VALORACIÓN INICIAL DEL SERVICIO	☐ MUY MAL		☐ MAL	☐ NORMAL	☐ BIEN	☐ MUY BIEN			
VALORACIÓN DE LA CALIDAD									
Marcar con una X la valoración de cada parametro. Ordenar por importancia las variables de cada grupo siendo 1 la más importante.									
		MUY MAL	MAL	NORMAL	BIEN	MUY BIEN	ORDEN		
1	1	Tiempo hasta la parada							
	2	Tiempo de espera en la parada							
	3	Tiempo de viaje							
	4	Tiempo desde la parada final hasta el destino real							
	5	Precio de los billetes							
2	1	Facilidad de transbordos							
	2	Servicios ofertados (Horarios, frecuencias)							
	3	Fiabilidad del servicio							
	4	Líneas especiales para: fútbol, semana grande,...							
	5	Servicio nocturno / durante el fin de semana							
3	1	Cobertura de las líneas (itinerarios, paradas,...)							
	2	Información en las paradas y paneles informativos							
	3	Información en soporte informático							
	4	Información en los monitores del autobús.							
	5	Ocupación							
4	1	Calefacción / Aire acondicionado							
	2	Espacio para personas de movilidad reducida							
	3	Confort y comodidad de la flota de autobuses							
	4	Ulimpieza de los autobuses							
	5	Posibilidad de portar objetos/bultos, animales,...							
5	1	Forma de conducción (Arranque, frenada,...)							
	2	Amabilidad del conductor							
	3	Implantación de autobuses biodiesel							
	4	Contaminación acústica							
	5	Valoración General del Servicio							
IMPORTANCIA DE LOS PARAMETROS									
Ordenar en función de la importancia siendo 1 la más importante y 6 la menos importante.									
							ORDEN		
1	Nivel de Servicio								
2	Servicio Ofertado								
3	Información								
4	Confort								
5	Comportamiento del Conductor								
6	Sostenibilidad								

Variables de la encuesta

A continuación, se citan las variables que el propio autor de la encuesta consideró relevantes para su inclusión en la misma. Las variables similares se presentan agrupadas en 6 grandes **grupos** para facilitar al usuario la clasificación final de estos.

- **Nivel de servicio:**
 - o Tiempo hasta parada.
 - o Tiempo de espera de parada.
 - o Tiempo de viaje.
 - o Tiempo desde la parada hasta el destino final.
 - o Precios de los billetes.
- **Servicio ofertado:**
 - o Facilidad de transbordos.
 - o Servicios ofertados (horarios, frecuencias...).
 - o Fiabilidad del servicio.
 - o Líneas especiales para fútbol, semana grande, conciertos etc.
 - o Servicio nocturno/durante el fin de semana.
 - o Cobertura de las líneas (zona cubierta por las líneas: itinerarios paradas)
- **Información:**
 - o Información sobre el servicio en paradas y paneles informativos.
 - o Información sobre el servicio en soporte informático (web, app...).
 - o Información sobre el servicio en monitores del autobús.
- **Confort:**
 - o Ocupación.
 - o Calefacción/aire acondicionado.
 - o Espacio para personas de movilidad reducida.

- o Confort y comodidad de la flota de autobuses
 - o Limpieza y condiciones higiénicas de los autobuses.
 - o Posibilidad de portar objetos/bultos, tablas de surf, animales domésticos, etc.
- **Comportamiento del conductor:**
 - o Forma de conducción (comodidad y seguridad en arranque y frenada).
 - o Amabilidad del conductor.
- **Sostenibilidad:**
 - o Implantación de buses biodiesel/híbridos.
 - o Contaminación acústica.

Diagrama de Gantt

De forma paralela a la ejecución del proyecto he realizado un seguimiento estimado del tiempo destinado a cada una de las tareas, en los siguientes gráficos se puede ver un resumen del seguimiento realizado con el software MS Project.

Ilustración 28 Tareas MS Project

		Nombre	Duration	Inicio	Terminado
1		planteamiento funciones aplicación	2 days	17/03/15 8:00	18/03/15 17:00
2		diseño pantalla principal y codificación	7 days	17/03/15 8:00	25/03/15 17:00
3		diseño registro pantalla principal	2 days	19/03/15 8:00	20/03/15 17:00
4		inserción guardado base de datos	4 days	18/03/15 8:00	23/03/15 17:00
5		diseño gráfico pantalla principal	7 days	17/03/15 8:00	25/03/15 17:00
6		diseño preguntas caracterización	14 days	20/03/15 8:00	04/04/15 17:00
7		diseño presentación vertical	3 days	20/03/15 8:00	24/03/15 17:00
8		diseño presentación horizontal	3 days	22/03/15 8:00	25/03/15 17:00
9		adaptación a tablets de la interfaz gráfica	3 days	25/03/15 8:00	27/03/15 17:00
10		codificación del sistema de lectura de los b...	9 days	27/03/15 8:00	04/04/15 17:00
11		definición de variables por encuesta	2 days	27/03/15 8:00	30/03/15 17:00
12		guardado de datos por pantalla	4 days	3/04/15 7:00	04/04/15 17:00
13		desarrollo listas ordenables	32 days	24/03/15 8:00	05/04/15 17:00
14		valoración alternativas	15 days	24/03/15 8:00	13/04/15 17:00
15		prueba desarrollo propio lista ordenable	5 days	13/04/15 7:00	17/04/15 17:00
16		implementación de librería externa	8 days	20/04/15 7:00	29/04/15 17:00
17		desarrollo de sistema para lectura de variab...	5 days	30/04/15 7:00	05/05/15 17:00
18		lectura orden correcto y asignación a variables	4 days	30/04/15 7:00	05/05/15 17:00
19		guardado	2 days	05/05/15 7:00	06/05/15 17:00
20		base de datos	10 days	30/04/15 7:00	10/05/15 17:00
21		creación de variables	2 days	30/04/15 7:00	01/05/15 17:00
22		integración con datos leídos en pantalla	4 days	04/05/15 7:00	07/05/15 17:00
23		guardado en memoria de teléfono	5 days	06/05/15 7:00	12/05/15 17:00
24		diseño de sistema de recuperación de resulta...	2 days	12/05/15 7:00	13/05/15 17:00
25		compilación del código	1 day	19/05/15 7:00	19/05/15 17:00
26		pruebas en diferentes terminales	7 days	20/05/15 7:00	28/05/15 17:00
27		corrección de principales bugs	8 days	28/05/15 7:00	06/06/15 17:00
28		recompilación	3 days	08/06/15 7:00	10/06/15 17:00

project.xml - pagina1

Ilustración 29 Diagrama de Gantt





Conclusiones

Como se ha visto en el desarrollo del presente trabajo, cada vez son más amplios los campos de actuación de la ingeniería civil, lo cual nos permite desarrollar nuestra profesión en numerosas áreas de la vida profesional.

Esta aplicación es un ejemplo más de la introducción de las nuevas tecnologías al mundo del transporte y de cómo su buen uso puede ayudarnos a un mejor desarrollo de nuevas herramientas que permitan mejorar la planificación, planeamiento y gestión de los diferentes sistemas de transporte.

Además se involucra más si cabe la posibilidad de dar al ciudadano una herramienta que permita la participación pública en el desarrollo de los elementos comunes.



Bibliografía

Android Developers. Recuperado el 10 de 03 de 2016, de Developers: <https://developer.android.com/intl/es/sdk/index.html>

Arcani, A. & Capaldo, G. (2001). Management of standardised public services: a comprehensive approach to quality assessment. *Managing Service Quality*, 11(5), 331-341.

Bordagaray, M. dell'Olio, L. Ibeas, A. Cecín, P. (2014). Modelling user perception of bus transit quality considering user and service heterogeneity, *Transportmetrica A: Transport Science*, 10:8, pps.705-721.

Cecín Collantes, P., Dell'Olio, L., Ibeas Portilla, Á. Universidad de Cantabria. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos 2011, Modelización de la calidad percibida y calidad deseada del transporte público para implantar estrategias de marketing en áreas urbanas: Tesis doctoral.

Coto Millán, P. & Sarabia Alegría, J.M. 1994, Sistemas de transporte y de comunicación de Cantabria con Europa.

Dell'Olio, L. Ibeas, A. Cecín, P. (2010). Modelling user perception if bus transit quality. *Transport Policy*, 17, pps, 388-397.

Dell'Olio, L. Ibeas, A. Cecín, P. (2011). The quality of service desired by public transport users. *Transport Policy*, 18, pps, 217-227.

Echaniz Beneitez, E. 2015, Modelo de calidad percibida mediante variables ponderadas. Universidad de Cantabria, Santander.

GeoSpatial Training Services - Español -Cursos GIS y Master GIS. (2016). Tipos de aplicaciones móviles - GeoSpatial Training Services - Español -Cursos GIS y Master GIS. [online] Disponible en:



<http://geospatialtrainings.com/recursos-gratuitos/tipos-de-aplicaciones-moviles/> [Consultado 1 Apr. 2016].

Gironés, J. T. (2013). El gran libro de Android. Barcelona: Marcombo S.A.

Gonzalez Marrero, R., Martínez Budría, E. and Esquivel Ramos, A. (2012). Contraste de las preferencias declaradas con preferencias reveladas. El caso de los alumnos de la universidad de la laguna ante la implantación del tranvía. Metodología de Encuestas, 14, pp.65-80.

González, R.M y Ortúzar, J. (2002) Inter-Island Travel Demand Response with Discrete Choice Models. Journal of Transport Economics and Policy, 36(1), 115-138.

Louviere, J.J., Meyer, R., Stetzer, F., y Beavers, A.L.L. (1973). Theory, methodology and findings in mode choice behaviour. Working Paper N° 11, Institute of Urban and Regional Research, University of Iowa.

Marquez Diaz, Luis Gabriel y Avella Arevalo, Howard Waldo. Estimación del valor estadístico de la vida asociado a la seguridad vial en bogotá. Rev. ing. univ. Medellín [online]. 2012, vol.11, n.21 [cited 2016-03-10], pp. 101-112 . Available from: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-33242012000200009&lng=en&nrm=iso>. ISSN 1692-3324.

Microsoft Project. (Microsoft, Productor) Recuperado el 01 de 05 de 2015, de <https://products.office.com/es-es/project/project-and-portfolio-management-software>

Nassi, C., Facello, L. y Sanchez, W. (1998). Aplicación de la metodología del modelo de cuatro etapas para la determinación de tráfico en la red vial del área metropolitana de Montevideo. TRANSPORTES, 6(2).



Ortúzar, J., Willumsen, L., Ibeas Portilla, A. y Dell'Olio, L. (2008). Modelos de transporte. Santander: Universidad de Cantabria.

Ortúzar, J.d.D. 2000, Modelos de demanda de transporte, 2ª edn, Alfaomega, México.

Rojo Arce, M. (2011). Modelización de la interrelación entre las variables de servicio y la demanda de viajeros de autobuses de tipo interurbano. Universidad de Burgos: Tesis doctoral..

Vilchis, F.L., Luis Arturo Rivas Tovar & Mara Maricela Trujillo Flores 2013, Desarrollo de una escala de medición de la percepción en la calidad del servicio en los sistemas de autobuses de transito rapido, a partir del Metrobus de la Ciudad de Mexico, Innovar, vol. 23, no. 50, pp. 79.