



*Escuela Técnica Superior de Ingeniería Geodésica,
Cartográfica y Topográfica*

TRABAJO FINAL DE GRADO

***SISTEMA DE SEGUIMIENTO MEDIANTE MAPA ONLINE PARA LOS
NIÑOS QUE VIAJAN EN TRANSPORTE PÚBLICO***

AUTOR DEL PROYECTO: ISAAC BOTELLA LÁZARO

PROFESOR TUTOR: ISMAEL LENGUA LENGUA

PROFESOR COTUTOR: GUILLERMO PERIS FAJARNÉS

TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRAFÍA

FECHA: 10/07/2018

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría expresar mi más profundo agradecimiento a Ismael Lengua Lengua por su gran ayuda y labor y por haberme dado la oportunidad de trabajar junto a él en este trabajo de final de grado. Además, de agradecer su paciencia y dedicación para que de este modo esto saliera de manera exitosa.

Deseo agradecer a mis padres y a mi hermana el siempre apoyo incondicional, ya que sin ellos no hubiera logrado mis metas y sueños. Por ser mí ejemplo a seguir, por enseñarme a seguir aprendiendo todos los días sin importar las circunstancias y el tiempo, por preocuparse siempre que me han visto pasando un mal momento a causa de algún mal momento durante la carrera. Muchas gracias.

A mis maestros también les quiero agradecer que hayan compartido conmigo sus conocimientos para poder terminar la carrera y por su pasión por la actividad docente.

Por último y no menos importante a Cristina por soportar mis peores días durante la carrera, por siempre apoyarme en todo y sacarme una sonrisa cuando más la he necesitado, por animarme a lograr este sueño que se está haciendo realidad y por estar ahí siempre que me ha hecho falta.

COMPROMISO

El presente documento ha sido realizado completamente por el firmante, no ha sido entregado como trabajo académico previo y todo el material tomado de otras fuentes ha sido convenientemente entrecomillado y citado su origen en el texto, así como referenciado en la bibliografía.

RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo final de grado es generar un sistema de seguimiento mediante un mapa online para los niños que viajan en transporte público. Para ello utilizaremos los dispositivos “Beacon” que mediante bluetooth y una aplicación para móvil o tableta electrónica nos permiten llevar el seguimiento de los niños que viajan en transporte público.

La aplicación de este trabajo es, como dice el propio título, llevar el seguimiento de los niños cuando van a montar en el transporte público, de este modo los padres tendrán la total tranquilidad de que el niño entra y sale del transporte público y podrán ver el recorrido que el menor ha llevado a cabo.

ABSTRACT

The main aim of this final degree work is to generate a tracing system through an online map in order for those children who travel by public transport. To achieve it, we use “Beacon” devices which, throughout bluetooth and an app for mobile phones or electronic tablets, allow us to carry out the tracing of children who use public transport.

The purpose of this work, as its title says, is to keep track of children when they take any public transport, this way parents will be totally relaxed about their children when they go on or take off any means of transport and they will be able to see the route that they have carried out.



ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Ilustración 1: Comparativa de uso entre diferentes dispositivos móviles | 12 |
| Ilustración 2: Comparativa de sistemas operativos móviles | 15 |
| Ilustración 3: Porcentaje de ventas en sistemas operativos..... | 16 |
| Ilustración 4: Imagen del Google maps, principal servidor de cartografía en Smartphone..... | 17 |
| Ilustración 5: Conexión de un dispositivo beacon con un Smartphone | 18 |
| Ilustración 6: Dispositivo beacon IBKS PLUS | 19 |
| Ilustración 7: Medidas del dispositivo beacon IBKS PLUS | 19 |
| Ilustración 8: Dispositivo beacon incluido en una pulsera | 20 |
| Ilustración 9: Funcionamiento de Traceus de la empresa Nunsys..... | 22 |
| Ilustración 10: App Inventor..... | 23 |
| Ilustración 11: programación visual con bloques..... | 24 |
| Ilustración 12: entorno del diseñador de la aplicación | 25 |
| Ilustración 13: entorno del editor de bloques | 26 |
| Ilustración 14: Componentes de la primera pantalla de la aplicación | 27 |
| Ilustración 15: Componente disposición horizontal..... | 28 |
| Ilustración 16: Componente selector de lista..... | 29 |
| Ilustración 17: Componente botón | 29 |
| Ilustración 18: Componente casilla de verificación..... | 30 |
| Ilustración 19: Componente reloj..... | 30 |
| Ilustración 20: Componente cliente bluetooth | 31 |
| Ilustración 21: Componente notificador | 31 |
| Ilustración 22: Diseño de la primera pantalla de la aplicación..... | 32 |
| Ilustración 23: Programación de la primera pantalla de la aplicación 1 | 32 |
| Ilustración 24: Programación de la primera pantalla de la aplicación 2 | 33 |
| Ilustración 25: Programación de la primera pantalla de la aplicación 3 | 33 |
| Ilustración 26: Componentes de la segunda pantalla de la aplicación | 35 |
| Ilustración 27: componente etiqueta..... | 36 |
| Ilustración 28: componente sensor de ubicación | 37 |
| Ilustración 29: componente visor web..... | 37 |



| | |
|--|----|
| Ilustración 30: componente fusión de tablas..... | 38 |
| Ilustración 31: Columnas del Google drive | 39 |
| Ilustración 32: Propiedades columna Latitud | 39 |
| Ilustración 33: Mapa Google Drive..... | 40 |
| Ilustración 34: Componente disposición horizontal “Coordenadas” | 40 |
| Ilustración 35: componente botón “Grabar posición” | 41 |
| Ilustración 36: Diseño de la segunda pantalla de la aplicación..... | 42 |
| Ilustración 37: Programación de la segunda pantalla de la aplicación 1 | 43 |
| Ilustración 38: Programación de la segunda pantalla de la aplicación 2 | 43 |
| Ilustración 39: Programación de la segunda pantalla de la aplicación 3 | 44 |
| Ilustración 40: Programación de la segunda pantalla de la aplicación 4 | 44 |
| Ilustración41: Primera imagen de la fase de pruebas..... | 46 |
| Ilustración 42: segunda imagen de la fase de prueba..... | 47 |
| Ilustración 44: cuarta imagen de la fase de pruebas | 48 |
| Ilustración 45: quinta imagen de la fase de pruebas | 49 |
| Ilustración 46: sexta imagen de la fase de pruebas | 50 |



ÍNDICE

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUCCIÓN | 9 |
| 2. OBJETIVOS DEL PROYECTO | 10 |
| 3. ESTADO DEL ARTE..... | 11 |
| 3.1. DISPOSITIVOS MÓVILES | 11 |
| 3.2. SISTEMAS OPERATIVOS EN LOS SMARTPHONE..... | 13 |
| 3.3. GEOPOSICIONAMIENTO | 16 |
| 3.4. DISPOSITIVOS BEACONS | 17 |
| 3.5. PRINCIPALES UTILIDADES EN LOS DISPOSITIVOS BEACON..... | 21 |
| 4. DISEÑO DE LA APLICACIÓN | 23 |
| 4.2. REQUISITOS FUNCIONALES DE LA APLICACIÓN | 23 |
| 4.3. ENTORNO DEL DESARROLLO..... | 23 |
| 4.4. ESTRUCTURA DE LA APLICACIÓN | 27 |
| 4.4.1 ESTRUCTURA DE LA PRIMERA PANTALLA DE LA APLICACIÓN | 27 |
| 4.4.2 ESTRUCTURA DE LA SEGUNDA PANTALLA DE LA APLICACIÓN | 35 |
| 5. FASE DE PRUEBAS | 46 |
| 6. LINEAS DE MEJORA | 51 |
| 7. CONCLUSIÓN..... | 53 |
| 8. BIBLIOGRAFÍA | 54 |



1. INTRODUCCIÓN

En los últimos tiempos y cada vez con una necesidad más pronunciada, los dispositivos móviles son una parte indispensable de nuestras vidas, tal es así que en España según las estadísticas el 92% de los habitantes disponen de un dispositivo al menos y en el mundo el número de tarjetas SIM en funcionamiento es de 7.800 millones, es decir, el número de tarjetas SIM supera el número de habitantes en el planeta, estos datos los aporta el informe anual Mobile Economy de la GSMA. A causa de estas estadísticas, las compañías han incrementado el desarrollo de los dispositivos y las características técnicas de ellos han aumentado mucho en los últimos años.

Los teléfonos móviles ya no son simplemente aparatos para comunicarse con otras personas, sino que ahora son llamados Smartphone y son pequeños ordenadores que podemos llevar a cualquier parte por sus pequeñas dimensiones y podemos realizar cualquier función que nos permite hacer un ordenador.

Entre todas las funciones que pueden desarrollar los dispositivos nombrados para la realización del siguiente trabajo cabe destacar tres de ellas. La primera es la conexión a internet permanente, gracias a ello podemos estar conectados a la red en todo momento y poder comunicarnos con otras personas durante todo el día o acceder a infinidad de datos y servicios. La segunda es la conexión por vía Bluetooth, que nos permite conectarnos con otros dispositivos electrónicos mediante radiofrecuencia sin necesidad de conexión a internet. Por último, la geolocalización que ofrecen los dispositivos.

Con estas tres características utilizaremos los dispositivos como una herramienta de trabajo que utilizaremos para desarrollar el proyecto. La idea principal es utilizar los dispositivos móviles y un dispositivo beacon para generar un sistema de seguimiento mediante un mapa online para los niños que viajan en transporte público, tal y como he explicado en el resumen. Para ello, debemos crear una aplicación en la que el dispositivo beacon y el dispositivo móvil estén conectados a través de Bluetooth, en la que podremos detectar cuándo el menor accede al autobús y cuándo baja del autobús y podremos visualizar la trayectoria que ha realizado.



2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

El objetivo principal del proyecto es la realización del diseño de la aplicación obteniendo unos resultados satisfactorios, pero para ello previamente debemos cumplir unos objetivos marcados que se describen en los siguientes puntos:

- **Analizar las posibilidades en el ámbito de los dispositivos móviles que existen en el mercado.** En este primer análisis realizaremos un pequeño estudio de los Smartphone actuales y sus principales características y capacidades, un breve estudio de la utilidad que le damos las personas a estos dispositivos y una pequeña comparativa entre sistemas operativos.

- **Analizar las posibilidades en el ámbito de los beacon que existen en el mercado.** Para ello, realizaremos un estudio exhaustivo de los dispositivos beacon y de sus características para encontrar el dispositivo mas recomendado para la aplicación que vamos a desarrollar, teniendo en cuenta sus características y pensando que el dispositivo será usado por un niño.

- **Estudiar el estado del arte en las tecnologías que intervienen en la creación de la aplicación.** No simplemente deberemos estudiar los dispositivos y sus características, sino que deberemos estudiar qué aplicaciones están obteniendo de ellos y las ventajas que nos proporciona utilizar este dispositivo y no otros de similares características.

- **Creación de la aplicación.** En el siguiente apartado deberemos definir la estructura interna de la aplicación, así como la conexión entre los diferentes dispositivos necesarios para la creación de la aplicación.

- **Fase de pruebas.** Una vez tengamos desarrollada la aplicación deberemos realizar una fase de pruebas para localizar los posibles fallos cometidos, así como realizar diferentes pruebas para verificar algunas de las características que poseen los dispositivos y finalmente dar el visto bueno a la aplicación, si todo funciona como debe funcionar.



3. ESTADO DEL ARTE

3.1. DISPOSITIVOS MÓVILES

Un dispositivo móvil es un aparato que puede ser transportado, es decir, puede ser usado en movimiento, por lo tanto no tiene una localización fija. Habitualmente son aparatos pequeños. El principal problema de este tipo de dispositivos es que funcionan con batería, por lo cual la actividad del dispositivo es de un tiempo determinado.

Algunos de los dispositivos móviles más utilizados entre las personas son: los teléfonos móviles, los ordenadores portátiles, tablets o Smartphone.

Las características de todos son bastante similares en la actualidad, ya que los Smartphone y las tablets han alcanzado a tener prácticamente las mismas capacidades que un ordenador portátil.

Una vez que hemos tratado brevemente los tipos de dispositivos móviles que existen en la actualidad nos vamos a centrar en los Smartphone, ya que este es el dispositivo con el que vamos a trabajar en el proyecto.

En primer lugar vamos a hacer una pequeña investigación sobre el uso que le damos las personas a este tipo de dispositivo móvil, ya que estos aparatos son cada vez más necesarios en nuestro día a día. Según el informe “España, el país con más Smartphone por habitante del mundo”, redactado por ABC en 2016, expone que en 2012 solo el 41% de la población española contaba con un Smartphone, sin embargo cinco años más tarde, un estudio de la plataforma online ‘Back Market’ determina que este dato se ha doblado, ya que en la actualidad el 92% de los españoles utiliza un Smartphone.



Ilustración 1: Comparativa de uso entre diferentes dispositivos móviles

En el gráfico anterior se puede ver el porcentaje de conexiones a internet desde diferentes dispositivos móviles, podemos observar cómo los Smartphone han superado a los equipos de sobremesa en el año 2017, ya que en los años anteriores los dispositivos más utilizados para realizar búsquedas por internet eran los ordenadores de sobremesa o portátiles. También podemos observar que los Smartphone han realizado un incremento del 7.5% con respecto al año anterior.

Como conclusión a este pequeño estudio, podemos afirmar que el Smartphone es un dispositivo que prácticamente el total de la población posee y que, si continua con la misma tendencia, el uso de este dispositivo seguirá aumentando poco a poco hasta el punto que prácticamente toda la población tendrá en sus manos al menos uno de estos dispositivos.

Por otro orden, podemos verificar que la potencia que tiene un Smartphone es muy eficiente para realizar todo tipo de trabajos. Por ello vamos a utilizar este dispositivo para la resolución del presente proyecto, ya que son de menor tamaño y al ser la potencia similar a la de otros dispositivos, resulta mucho más práctico ya que el seguimiento de los niños durante el viaje en el transporte público se debe hacer desde algún dispositivo móvil.



3.2. SISTEMAS OPERATIVOS EN LOS SMARTPHONE

Tras el estudio realizado anteriormente, como conclusión el Smartphone es el dispositivo con el que se va a desarrollar el proyecto, pero ahora se ha de elegir el sistema operativo con el que trabajar. Para ello es necesario hacer un pequeño estudio para poder elegir el sistema operativo más conveniente para la realización de este trabajo de final de grado.

Según Wikipedia: “un sistema operativo móvil o SO móvil es un conjunto de programas de bajo nivel que permite la abstracción de las peculiaridades del hardware específico del teléfono móvil y provee servicios a las aplicaciones móviles, que se ejecutan sobre él. Al igual que los PC que utilizan Windows, Linux o Mac OS, los dispositivos móviles tienen sus sistemas operativos como Android, iOS, Windows Phone o BlackBerry OS, entre otros. Los sistemas operativos móviles son mucho más simples y están más orientados a la conectividad inalámbrica, los formatos multimedia para móviles y las diferentes maneras de introducir información en ellos.”

Tras haber definido qué es un sistema operativo móvil, es necesario profundizar un poco más para definir brevemente los diferentes sistemas operativos activos en el mercado, podemos realizar la siguiente clasificación propuesta por el TFG “Programación con dispositivos móviles. Aplicaciones a la Geolocalización” realizado por Francisco Mariño Ruiz en Julio de 2014:

- **Apple iOS.** Sistema operativo exclusivo para los dispositivos de Apple. Se trata de un sistema operativo que ofrece gran simplicidad de uso al usuario y que al tratarse de un sistema operativo cerrado (desarrollado a la par que el hardware y solo para ese hardware) ofrece una gran optimización que consigue un funcionamiento más liviano que otros sistemas operativos incluso con hardware menos potente que la competencia.

- **Android.** Sistema operativo multidispositivo diseñado por un grupo de empresas encabezado por Google. Basado en los sistemas operativos abiertos en Linux, supuso la alternativa a iOS en el momento de su salida al mercado. Se trata de un sistema abierto que utilizan múltiples fabricantes en sus dispositivos, esto hace que al querer abarcar tantos dispositivos con tantas configuraciones diferentes no esté tan optimizado para el hardware que lo corre. El sistema operativo fue lanzado en 2008 por la alianza de empresas “Open Hantset Alliance” y al igual que iOS se actualiza aproximadamente una vez al año



- **Windows Phone.** Creado por Microsoft, es la evolución del sistema operativo Windows Mobile hacia las plataformas móviles. Basado en el núcleo de Windows NT y con un diseño estético similar al de las versiones de escritorio es la apuesta de Microsoft para los dispositivos móviles. Fue lanzado en 2010 y la frecuencia de actualización es menor que la de sus competidores.

- **BlackBerry OS.** Sistema desarrollado por la empresa “Research in Motion” (RIM) propietaria de los dispositivos BlackBerry. Al igual que iOS se trata de un sistema cerrado desarrollado solo para ser usado con terminales BlackBerry, tuvo gran repercusión en sus primeros años en el mercado gracias al apoyo de las operadoras de telefonía, pero poco a poco ha ido descendiendo su cuota de mercado. Se lanzó en 2003 y la frecuencia de actualización es semejante a la del sistema Windows.

- **Symbian OS.** Fue el resultado de la alianza de varias empresas de telefonía móvil encabezada por Nokia. El objetivo de este sistema operativo era poder competir con las PDA’s en un momento en el que los Smartphone aún no existían, era un sistema muy básico y con pocas funcionalidades que con la llegada de los sistemas actuales ha ido desapareciendo poco a poco. Fue lanzado en 1997 por el consorcio “Symbian Fundación”.

- **Firefox OS.** A día de hoy sigue siendo más una apuesta de futuro que una realidad, es la apuesta de la comunidad de software libre “Mozilla Corporation” para entrar en el mundo de los dispositivos móviles. Su funcionamiento está basado en HTML5 con núcleo Linux y apuesta fundamentalmente por los dispositivos móviles de gama baja y media. Fue presentado en 2013 pero por ahora su tasa de implantación en el mercado es muy baja, aunque se espera un gran crecimiento de su cuota de mercado en los próximos años gracias al apoyo de telefónica, que forma parte del consorcio de empresas que ha apoyado a Mozilla Corporation en el desarrollo de este sistema operativo.

Las características más importantes de cada uno de estos sistemas operativos móviles las podemos resumir en esta tabla:

| | Android | BlackBerry OS 4.7 | iPhone OS 3.0 | S60 5th Edition | Palm WebOS | Windows Mobile 6.5 |
|------------------------------------|--|-------------------|---|-------------------------------------|------------|--|
| Interfaz intuitiva | Si | Si | Si | Menos | Si | Si |
| Instalación de nuevas aplicaciones | Sencilla (Android Market) | Sencilla | Sencilla (App Store) | Compleja | Sencilla | Costosa |
| Notificación | Bandeja | Pop-up, fondo | Pop-up | Pop-up | Bandeja | Bandeja, pop-up |
| Administración de contactos | Google. Posibilidad de sincronización con otros servicios. | BES, BIS | Exchange, ActiveSync, Mac OS Address Book | Exchange, Domino, BlackBerry, iSync | Synergy | Exchange, Domino, BlackBerry, ActiveSync |
| Multitaskin | Si | Si | No | Si | Si | Si |
| Copiar/Pegar | Si | Si | Si | Si | Si | Si |
| Ecosistema/Soporte multimedia | Amazon | iTunes sin DRM | iTunes | Ovi | Amazon | Windows Media Player |
| Actualización del firmware | OTA | Tethered, OTA | Tethered | Tethered, OTA | ¿? | Tethered, OTA |
| Motor navegador | WebKit | Propietario | WebKit | WebKit | WebKit | Internet Explorer |
| Thathering | Si | Si | Si | Si | Si | Si |
| Bluetooth estéreo | Si | Si | Si | Si | Si | Si |

Ilustración 2: Comparativa de sistemas operativos móviles

Una vez expuestos los diferentes sistemas operativos móviles que existen en la actualidad en el mercado, vamos a realizar un pequeño estudio del uso que hacemos las personas de cada uno de los sistemas operativos.

Según el informe “España es el país donde más triunfa Android: 9 de cada 10 Smartphone llevan el sistema de Google” redactado por OK Diario el 29/08/2017, el 91% de los teléfonos inteligentes vendidos en nuestro país es Android, estos datos son extraídos del último estudio de Kantar Worldpanel, además recoge que iOS, el sistema operativo de Apple, apenas alcanza el 8.4% y Windows Mobile, se queda con un anecdótico 0.6 %. En la siguiente imagen podemos ver el porcentaje de cada sistema operativo según los datos del estudio de Kantar Worldpanel:

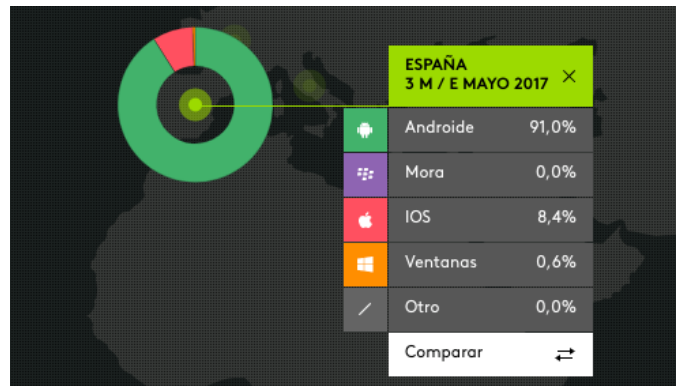


Ilustración 3: Porcentaje de ventas en sistemas operativos

Vista esta última información donde se puede apreciar un sistema operativo con una superioridad aplastante con respecto al resto en España, para este proyecto utilizaremos el sistema operativo de Android, ya que lo utiliza mucha más gente en nuestro país.

3.3. GEOPOSICIONAMIENTO

El geoposicionamiento es la posición geográfica de una cosa o persona, esta posición la podemos obtener a través de muchos dispositivos. En este caso utilizaremos los dispositivos beacon que, conectados a un Smartphone, nos permiten conocer la posición geográfica del menor que tiene el dispositivo beacon.

Existen varias opciones de servidores de cartografía cuando se realiza una aplicación para Smartphone, el principal servidor de cartografía es Google Maps:

- **Google Maps.** Es el servidor de cartografía más conocido en el mundo, fue anunciado en el año 2005. Este servidor de cartografía nos ofrece imágenes en las que nos podemos desplazar, alejar y acercar, también podemos ver imágenes ofrecidas por el satélite QuickBird. Más adelante han creado la opción de Street View donde se pueden ver imágenes a pie de calle. El uso en sistemas operativos Android es gratuito.

Con el servidor cartográfico Google Maps podremos realizar un mapa online de la trayectoria realizada por el transporte público.

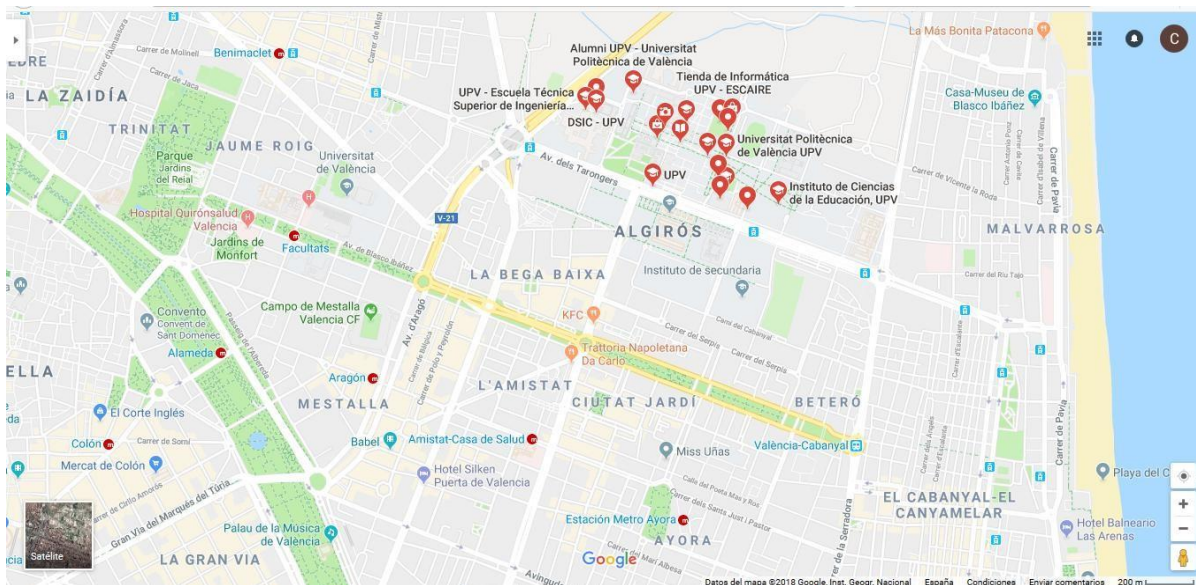


Ilustración 4: Imagen del Google maps, principal servidor de cartografía en Smartphone

3.4 DISPOSITIVOS BEACONS

Los beacons, que empezaron a llegar al mercado en el 2013, son pequeños dispositivos basados en la tecnología a través de Bluetooth con poco consumo. Estos dispositivos emiten una señal que identifica de forma única a cada dispositivo, ya que cada dispositivo tiene un numero identificativo. La señal que emite es recibida e interpretada por un Smartphone que, además de recibir la información, puede saber a qué distancia se encuentra del dispositivo beacon.

Las principales características de estos dispositivos son las siguientes:

- Son dispositivos muy pequeños, su tamaño es similar al de una moneda, esta característica hace que pueda ser ocultado en cualquier lugar o que se pueda colocar en lugares pequeños. Esta ventaja que presentan es muy importante, ya que los niños lo pueden llevar en el interior de su mochila o también en una pulsera, y así no se pierda.
- El consumo de estos dispositivos es bastante bajo, las baterías tienen una duración de unos 2 años, la fuente de energía es una pila de botón.
- Funcionan por Bluetooth, por lo cual podemos establecer conexión con otros dispositivos, en este caso con un Smartphone. La señal tiene un alcance de unos 50 metros en perfectas condiciones, una vez superados los 50 metros hasta los 100 metros también dispone de señal pero presenta más problemas.

- La señal de cada beacon se identifica de forma única, gracias a esta propiedad es posible tener localizado cada dispositivo.
- Se puede saber la distancia a la que se encuentra el dispositivo beacon del dispositivo emisor.
- La geolocalización de los usuarios de Smartphone en lugares donde la señal GPS no llega, ya que este dispositivo funciona con Bluetooth y no necesita señal GPS para obtener su geolocalización.

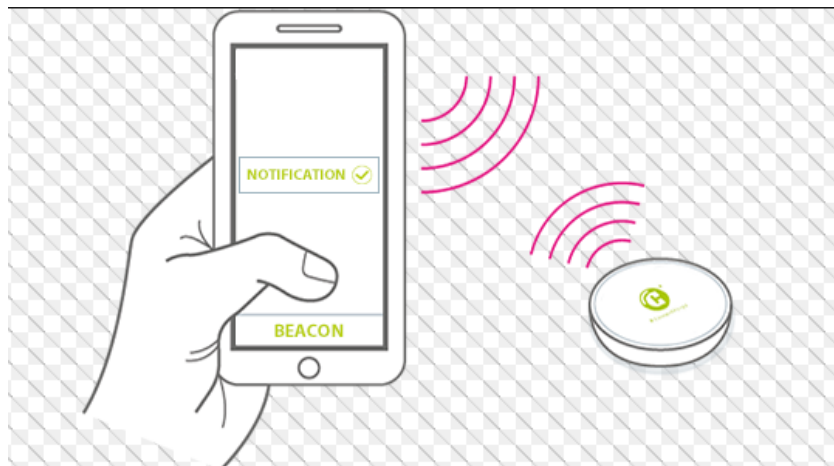


Ilustración 5: Conexión de un dispositivo beacon con un Smartphone

Los sistemas beacon están formados por las siguientes partes:

- Una batería para darle energía al dispositivo
- Un chip que emite Bluetooth.
- Un protector para introducir el chip.

Para la realización de nuestro proyecto es preferible elegir un dispositivo beacon que sea resistente al agua, ya que va a ser utilizado por niños y cabe la posibilidad de que se moje y se estropee. Por ello elegiremos el siguiente dispositivo:



Ilustración 6: Dispositivo beacon IBKS PLUS

IBKS PLUS es un dispositivo resistente al agua y con una gran duración de la batería gracias a que no funciona con una pila de botón, sino que funciona con cuatro pilas alcalinas AA. Para conseguir la resistencia al agua, el cierre del protector se realizará con cuatro tornillos, de este modo el agua no podrá entrar en el interior del protector, donde está localizado el chip y las pilas.

El tamaño de IBKS PLUS es de 24x84x84 mm

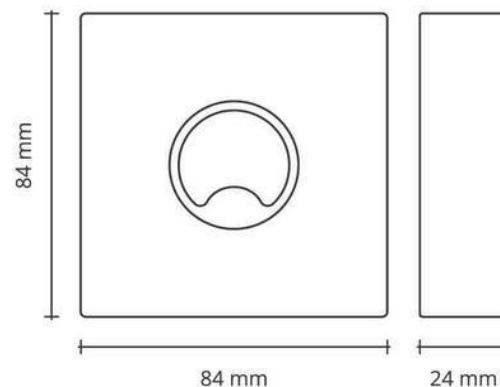


Ilustración 7: Medidas del dispositivo beacon IBKS PLUS

Después de haber realizado un estudio exhaustivo del mercado, el dispositivo beacon que se utilizará es el IBKS PLUS debido a su tamaño y su resistencia al agua, dos aspectos muy importantes en el desarrollo de este proyecto.

Las características que han permitido la elección del dispositivo beacon IBKS PLUS se han obtenido a través de la página web “accent-systems”⁽⁵⁾.

Cuando se ha elegido el dispositivo beacon IBKS PLUS por su tamaño y resistencia al agua, se debe complementar con una pulsera a modo de reloj. De este modo los menores llevan el dispositivo beacon siempre encima y de una manera muy fácil y cómoda. El formato que hemos utilizado es el siguiente:



Ilustración 8: Dispositivo beacon incluido en una pulsera

De este modo el dispositivo beacon va incluido en la parte negra de la pulsera y para los niños es mucho más cómodo de llevar.



3.5. PRINCIPALES UTILIDADES EN LOS DISPOSITIVOS BEACON

El último punto a desarrollar previo a la realización de la aplicación es el análisis de los principales usos en la actualidad de los dispositivos beacon, con el objetivo de conocer las utilidades que ya existen y de este modo ver en qué se puede mejorar lo existente, a través del desarrollo de este proyecto.

Estos dispositivos han alcanzado gran relevancia en los últimos años, ya que son muy útiles en cuanto a aspectos de marketing, información, seguridad, etc.

A continuación se exponen brevemente algunas de sus principales utilidades en la sociedad actual:

- **Marketing.** En el ámbito del marketing, cabe destacar que hoy en día muchos centros comerciales y comercios hacen uso de los dispositivos beacon para enviar información u ofertas de sus productos a las personas que pasan por delante del establecimiento, ya que estos dispositivos detectan la proximidad y lanzan un mensaje a los Smartphone de los usuarios. Otra utilidad en el campo del marketing es saber los recorridos que hacen los clientes en los supermercados, con la localización de un dispositivo en los carros y así de una manera muy simple dicho dispositivo permite ver cuáles son los pasillos más visitados y así mejorar la organización de los productos.

- **Información.** Gran cantidad de festivales o ferias hacen uso de estos dispositivos para avisar a los espectadores de cambios de horarios y cancelaciones de actuaciones o demostraciones. En museos también se utiliza, ya que, al ver la proximidad de una persona a una obra, el dispositivo beacon envía al Smartphone información sobre la obra, de este modo permite también conocer cuáles son las obras más visitadas en el museo.

- **Geoposicionamiento.** Es una muy buena idea utilizar beacons en lugares cerrados como hospitales, bibliotecas, universidades, etc. En estos lugares es difícil realizar el geoposicionamiento con GPS al ser sitios cerrados, en cambio al colocar un dispositivo a los objetos que se desee, estos se pueden localizar con mucha más rapidez.

- **Seguridad.** El ámbito de la seguridad también se encuentra en desarrollo en estos últimos años. Un ejemplo bastante curioso lo podemos encontrar en el lanzamiento de pulseras con un beacon integrado realizado por la empresa Nivea en Brasil, esta pulsera es resistente al agua y se creó para que los niños la llevaran puesta en la playa y de este modo evitar que se

puedan perder de vista. Para conseguir esto, los padres deben instalarse en los Smartphone una aplicación e introducir el código de la pulsera de sus hijos, así si los menores se alejan más del ratio previamente programado en la aplicación por los padres, el beacon envía una notificación al Smartphone.

Por último vamos a hablar de una empresa valenciana llamada Nunsys que fue creada en el año 2007. Esta empresa creó una plataforma web para gestionar las rutas escolares, donde se puede ver la ruta que está haciendo el autobús en tiempo real y enviar notificaciones a los padres cuando el niño entra o sale del autobús.

Esta empresa ha dotado los autobuses de transporte escolar de tablets, de este modo cuando se inicia el recorrido aparecen los niños que deben ser recogidos con el autobús. Una vez se recogen, el conductor debe marcar en la tablet que se han recogido y cuando cada niño baja del autobús el conductor lo marca de nuevo en la tablet. En el momento en que el conductor lo marca en la tablet, los padres reciben una notificación.

Además esta empresa anteriormente indicó una serie de paradas, por lo que es posible saber cuánto tiempo queda para llegar a cada parada.

De este modo los padres están mucho más tranquilos porque reciben un mensaje que indica que el niño ha subido al autobús, así como otro mensaje cuando este baja del mismo.

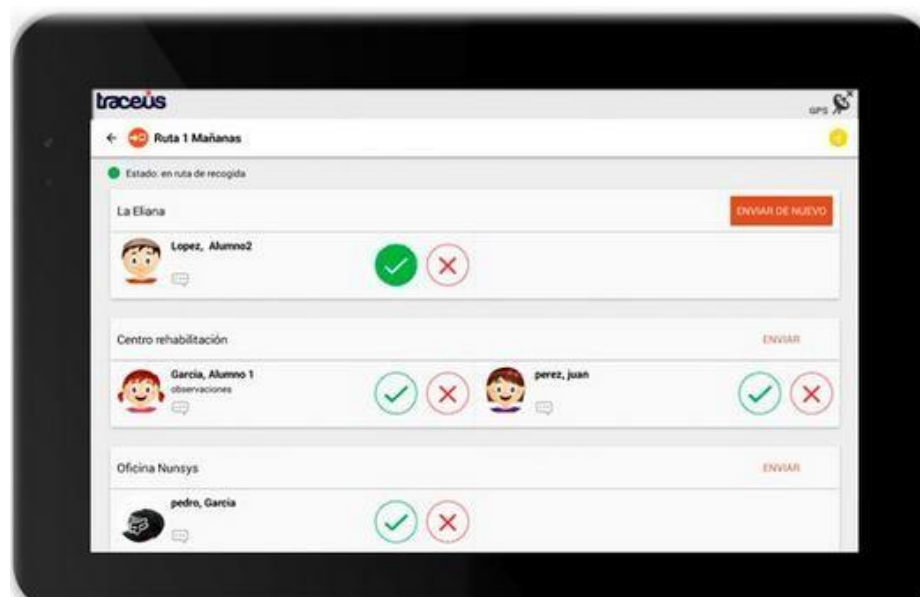


Ilustración 9: Funcionamiento de Traceus de la empresa Nunsys

4. DISEÑO DE LA APLICACIÓN

4.2. REQUISITOS FUNCIONALES DE LA APLICACIÓN

Una vez elegido el dispositivo para el que se va a hacer la programación, el sistema operativo utilizado para el uso de la programación, el sistema de geoposicionamiento a utilizar y el dispositivo beacon apropiado para la finalidad del trabajo, se lleva a cabo el diseño de la aplicación.

La finalidad es programar una aplicación, que pueda leer coordenadas del punto donde está situado el dispositivo móvil para que así nos proporcione la dirección y se pueda ver situada en un mapa. A la vez esta aplicación realiza una detección de los dispositivos bluetooth con la finalidad de poder localizar los beacon y de este modo tener localizados a los menores que acceden al autobús. Seguidamente estos datos que se obtienen a través de la aplicación se deben enviar a los padres o tutores de los menores para poder tener un control sobre ellos.

4.3. ENTORNO DEL DESARROLLO

Para el desarrollo de la aplicación se ha optado por utilizar App Inventor, ya que es el lenguaje que se ha utilizado durante el último curso en el “Grado en ingeniería en Geomática y Topografía” en la asignatura de “Programación SIG en dispositivos móviles” y consigues desarrollar aplicaciones móviles de nivel medio en la plataforma Android.

Para realizar la programación en esta plataforma no es necesaria la instalación de ningún de desarrollador ya que es una herramienta Web mantenida por el Massachusetts Institute of Technology y diseñada para personas que no poseen unos grandes conocimientos de programación para dispositivos móviles.



Ilustración 10: App Inventor

Este desarrollador Web realiza el diseño de la aplicación en 2 capas, que consiste en separar el funcionamiento de la aplicación en 2 capas diferenciadas, diseñador y editor de bloques.

Con esto conseguimos que se pueda modificar la aplicación y los datos no se alteren en ningún momento.

Con esta plataforma podemos diseñar la interfaz y programar funcionalidades de forma bastante sencilla, ya que no utiliza un sistema de programación de código escrito, sino utiliza un concepto denominado como programación visual con bloques. Cada bloque o pieza representa un objeto o función a la que se puede engarzar, como en un puzle, otro tipo de elementos, los llamados argumentos.

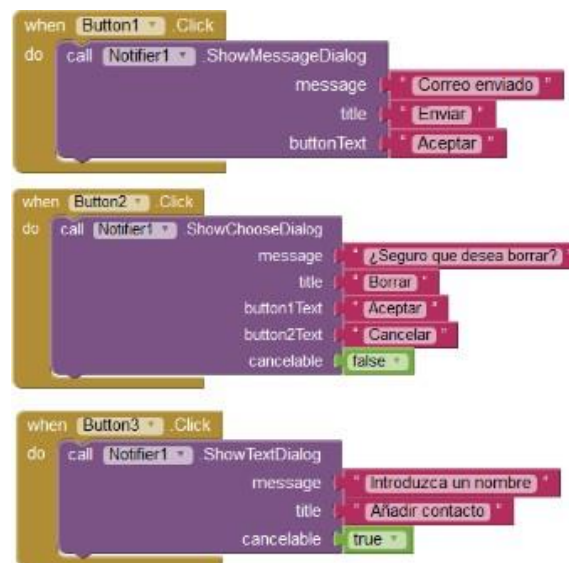


Ilustración 11: programación visual con bloques

App Inventor tiene la opción de crear tres tipos diferentes de aplicaciones, estas son las siguientes:

- Aplicaciones nativas. Son aquellas que han sido desarrolladas con el software que ofrece cada sistema operativo a los programadores, llamado genéricamente Software Development Kit o SDK. De este modo Android, iOS y Windows tienen uno diferente y las aplicaciones nativas se diseñan y programan específicamente para cada plataforma, este tipo de aplicación no requiere conexión a internet y permite utilizar todo el hardware del terminal.

- Aplicaciones web. La base de programación de la aplicaciones web es HTML conjuntamente con JavaScript y CSS herramientas ya conocidas para los programadores web, con este tipo de aplicación no necesitas instalarte nada, ya que se visualiza todo usando un navegador del teléfono, a la vez no se necesita actualizar la aplicación.

- Aplicaciones híbridas. Es una especie de combinación entre las dos anteriores. La forma de desarrollarse es parecida a la de una aplicación web y una vez realizada la aplicación se compila de forma que, el resultado final es como si se tratara de una aplicación nativa.

La página web donde se realiza la programación con este desarrollador web tiene la siguiente estructura que se muestra en las siguientes imágenes para tener una mayor claridad. Las siguientes imágenes son obtenidas del temario proporcionado por el profesor de la asignatura de “Programación SIG para dispositivos móviles”.

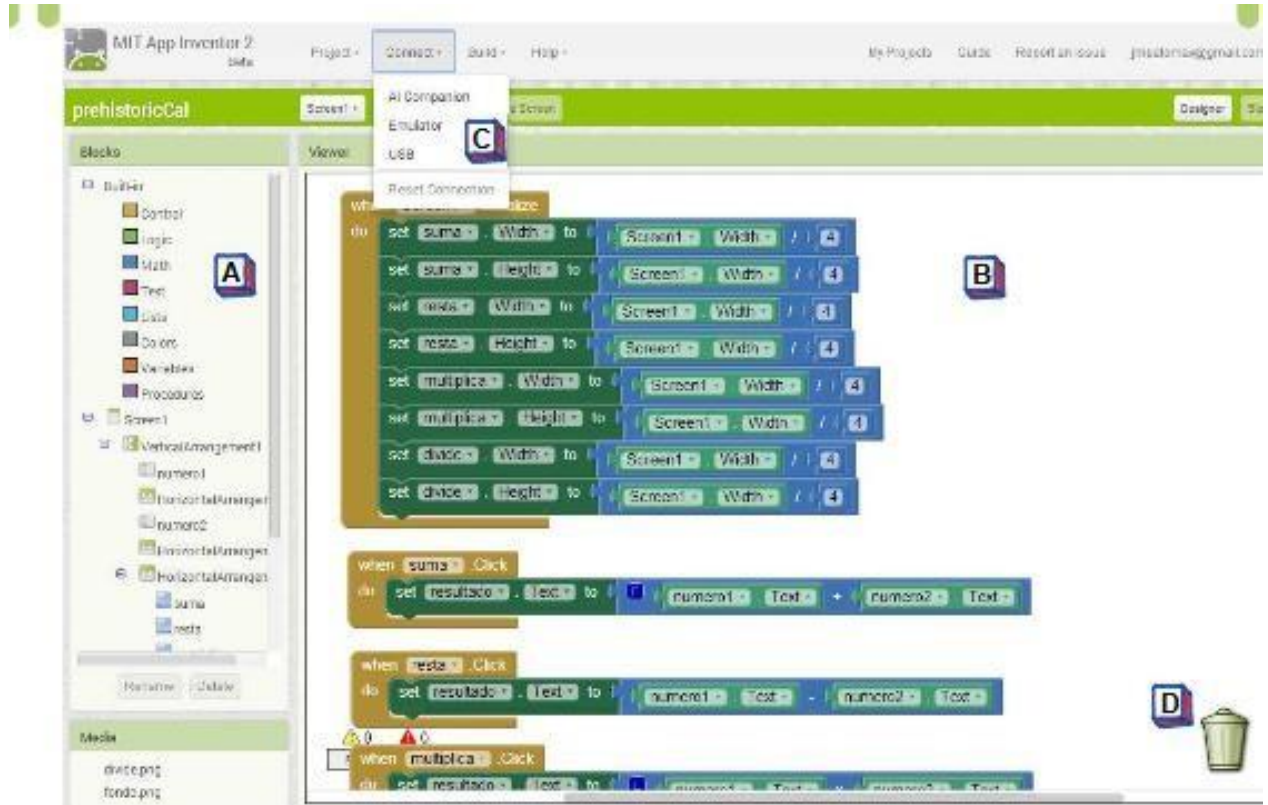
En la siguiente imagen se puede ver donde está situada cada herramienta en el entorno del diseñador.



- A** Paleta: componentes (controles) disponibles
- B** Visor: visualización de pantallas y componentes en tiempo de diseño
- C** Componentes: componentes actuales en el proyecto
- D** Propiedades: propiedades de los componentes
- E** Media: recursos (imágenes, audio, archivos de texto, etc.)

Ilustración 12: entorno del diseñador de la aplicación

En la siguiente imagen se puede ver donde está situada cada herramienta en el editor de bloques



- A** Acceso a los componentes de la App. Se elige un componente y una acción o propiedad.
- B** Área de bloques. Se arrastran y se engarzan los distintos bloques.
- C** Creación de un emulador y conexión a un dispositivo (emulador, móvil o Wi-Fi)
- D** Papelera. Para eliminar bloques.

Ilustración 13: entorno del editor de bloques

4.4 ESTRUCTURA DE LA APLICACIÓN

4.4.1 ESTRUCTURA DE LA PRIMERA PANTALLA DE LA APLICACIÓN

Para la creación de la aplicación el primer paso que se ha seguido es el diseño de la primera pantalla de la aplicación. En este primer paso se añaden los componentes necesarios para el funcionamiento de la aplicación y se organizan tal y como tiene que aparecer en la pantalla del dispositivo móvil donde va a ser utilizada la aplicación. Para ello se han añadido los siguientes componentes, se pueden ver en la siguiente imagen capturada de la interfaz del desarrollador web:

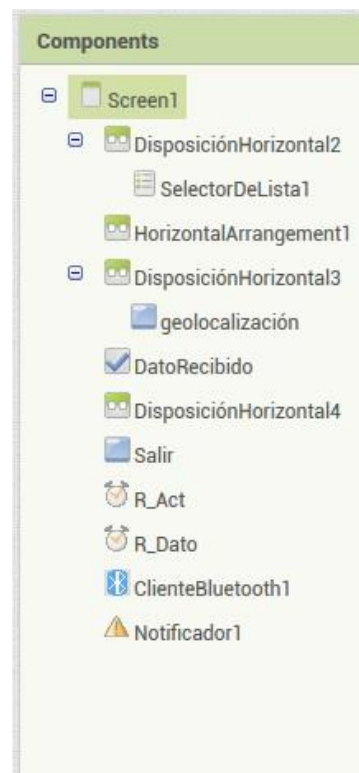


Ilustración 14: Componentes de la primera pantalla de la aplicación

El siguiente paso que se debe hacer es dotar de propiedades a cada componente añadido para el buen funcionamiento y el buen diseño de la aplicación. A continuación se explica cada componente necesario para el funcionamiento de la aplicación añadiendo una ilustración de las propiedades adjuntas al componente.

- DisposiciónHorizontal: Este componente tiene una función muy simple ya que únicamente tiene la función de organizar los controles en la pantalla. Este componente puede ser de tres clases diferentes, horizontal, vertical y en forma de tabla. Gracias a este componente consigues una mejor estética en la aplicación, por ello es una herramienta indispensable en todas las aplicaciones. En las siguientes imágenes se adjunta los dos tipos de disposición Horizontal utilizados para la programación de la aplicación.

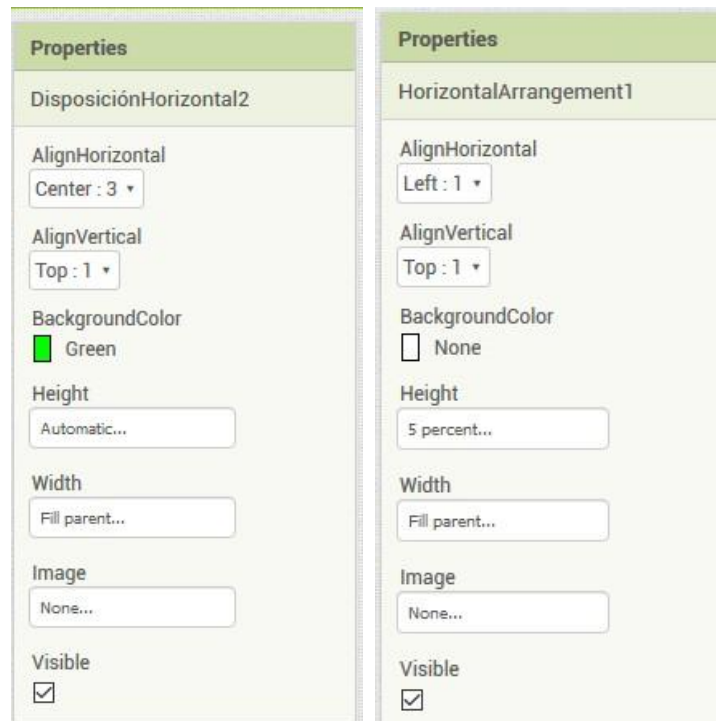


Ilustración 15: Componente disposición horizontal

- Selector de lista: Este componente permite seleccionar una opción de una lista en una pantalla nueva. La lista se debe configurar mediante una cadena de términos separados por coma. Con este componente conseguimos crear una lista con los dispositivos bluetooth detectados en una pantalla en la que solo aparecen los dispositivos detectados.

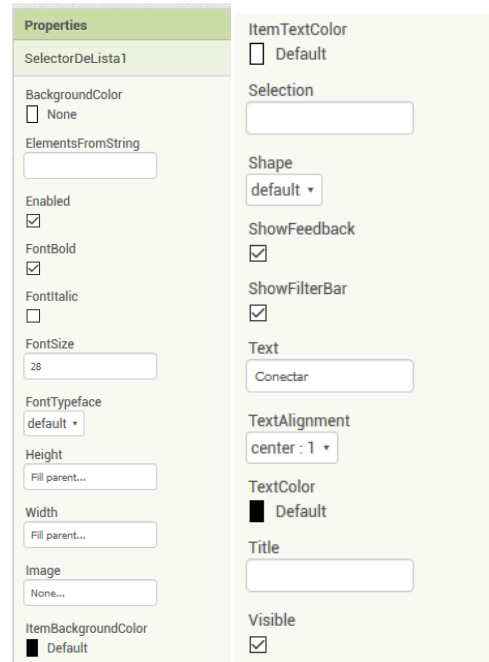


Ilustración 16: Componente selector de lista

- Botón: El componente botón tiene la capacidad de detectar clics, esta herramienta tiene la capacidad de cambiar muchos de sus parámetros de aspecto, tanto en el diseñador de la aplicación como en el editor de bloques. Al hacer clic en este botón se accede a otra pantalla en la que se obtiene la geolocalización del dispositivo móvil.



Ilustración 17: Componente botón

- Casilla de verificación: con este componente conseguimos lanzar un evento cuando se pulse sobre ella, según se active o desactive la casilla.

Propiedades

DatoRecibido

ColorDeFondo
 Ninguno

Verificado

Habilitado

Negrita

Cursiva

Tamaño de letra
14.0

TipoDeLetra
por defecto ▾

Alto
Automático...

Ancho
Automático...

Texto
Dato Recibido

ColorDeTexto
 Por defecto

Visible

Ilustración 18: Componente casilla de verificación

- Reloj: esta herramienta permite el acceso al reloj del teléfono, de este modo podemos hacer cálculos de tiempo y establecer un contador. Con este componente conseguimos que el dispositivo móvil busque dispositivos bluetooth cada 4 segundos.

Propiedades

R_Dato

TemporizadorSiempreSeDispara

TemporizadorHabilitado

IntervaloDelTemporizador
400

Ilustración 19: Componente reloj

- Cliente bluetooth: Este componente nos permite una conexión bluetooth para que de este modo se puedan encontrar otros dispositivos bluetooth conectados.

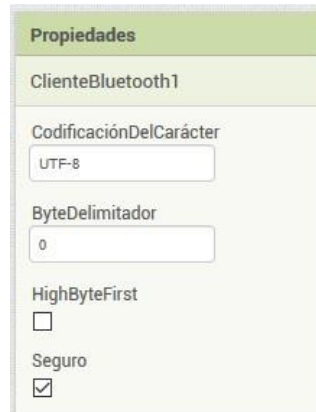


Ilustración 20: Componente cliente bluetooth

- Notificador: Permite la visualización de mensajes y entrada de datos para responder a éstos. Con este componente aparece una notificación cuando se abre la aplicación advirtiendo que es necesario que el bluetooth esté conectado.

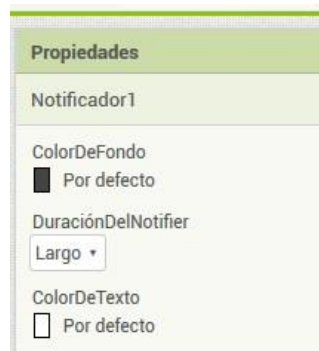


Ilustración 21: Componente notificador

Una vez se tienen todos los componentes y se han configurado adecuadamente las propiedades de ellos, ya se ha creado el diseño de la primera pantalla de la aplicación. En la primera pantalla se detectan los dispositivos bluetooth para que así se pueda controlar los dispositivos beacon, a través del selector de lista que aparece bajo el nombre de conectar en la aplicación. Además si se pulsa sobre el botón de geolocalización se accede a una segunda pantalla que será explicada más adelante y si se hace clic sobre el botón salir la aplicación es cerrada.

El diseño de la primera pantalla es el siguiente:

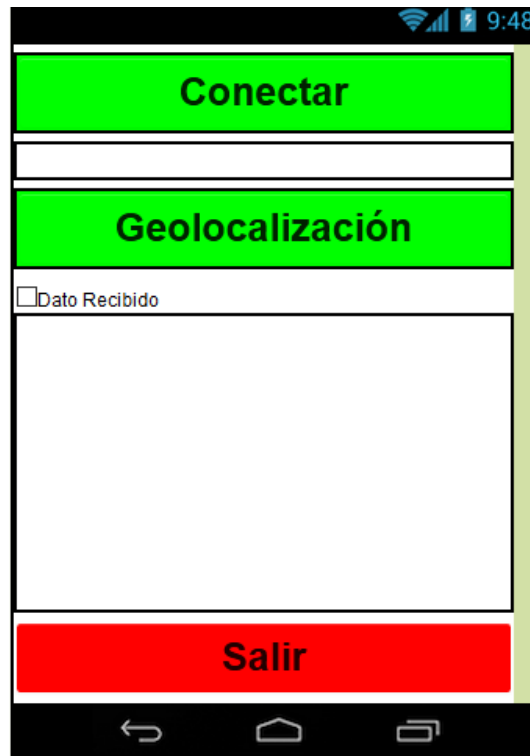


Ilustración 22: Diseño de la primera pantalla de la aplicación

A continuación lo que se debe hacer es iniciar la programación de la aplicación, para eso se debe ir a la capa del editor de bloques y mediante los bloques que el desarrollador web proporciona se realiza la programación de la aplicación. En las siguientes ilustraciones del editor de bloques se puede visualizar la programación realizada para el funcionamiento de la aplicación.

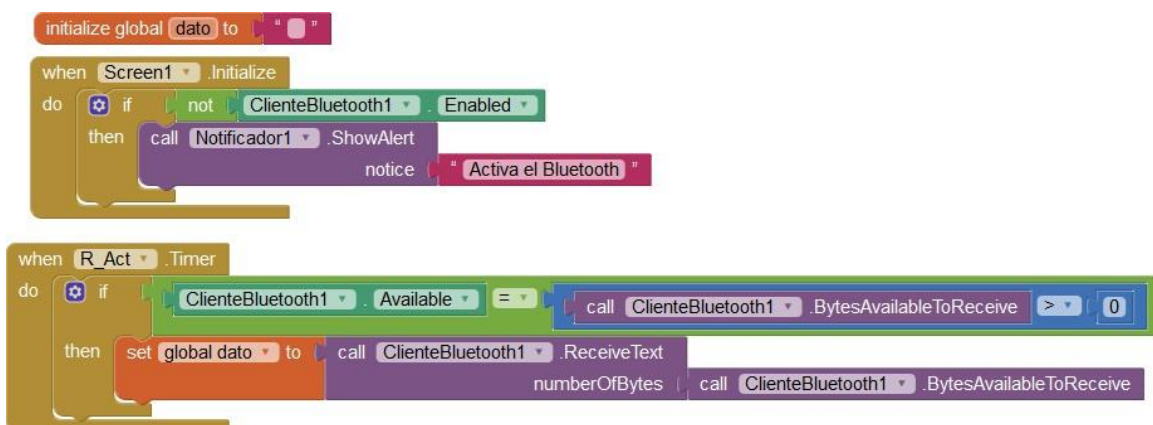


Ilustración 23: Programación de la primera pantalla de la aplicación 1

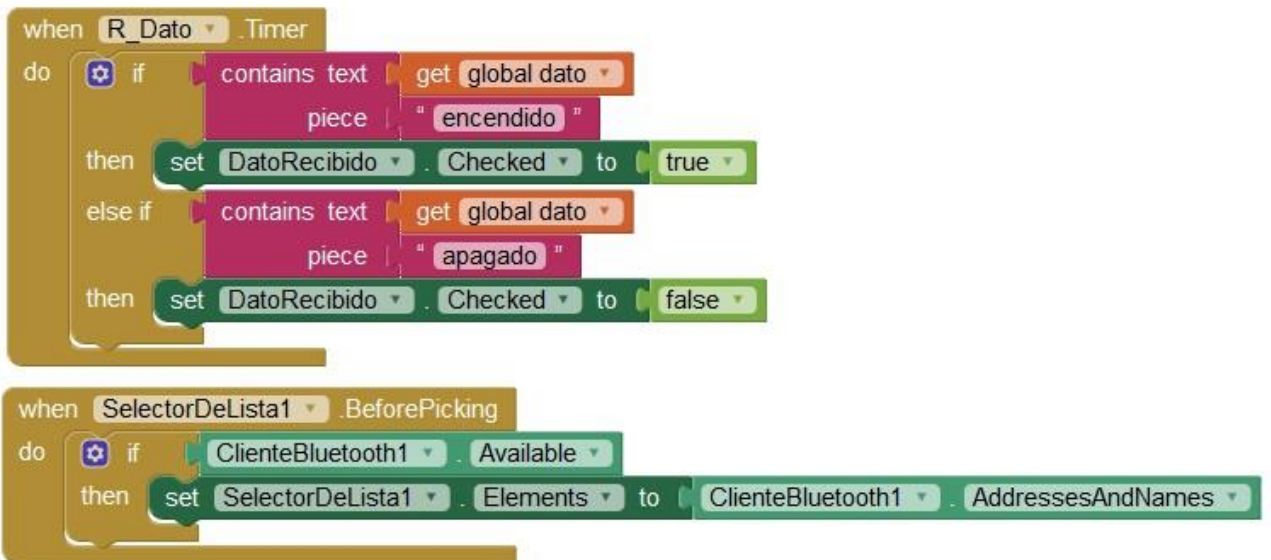


Ilustración 24: Programación de la primera pantalla de la aplicación 2

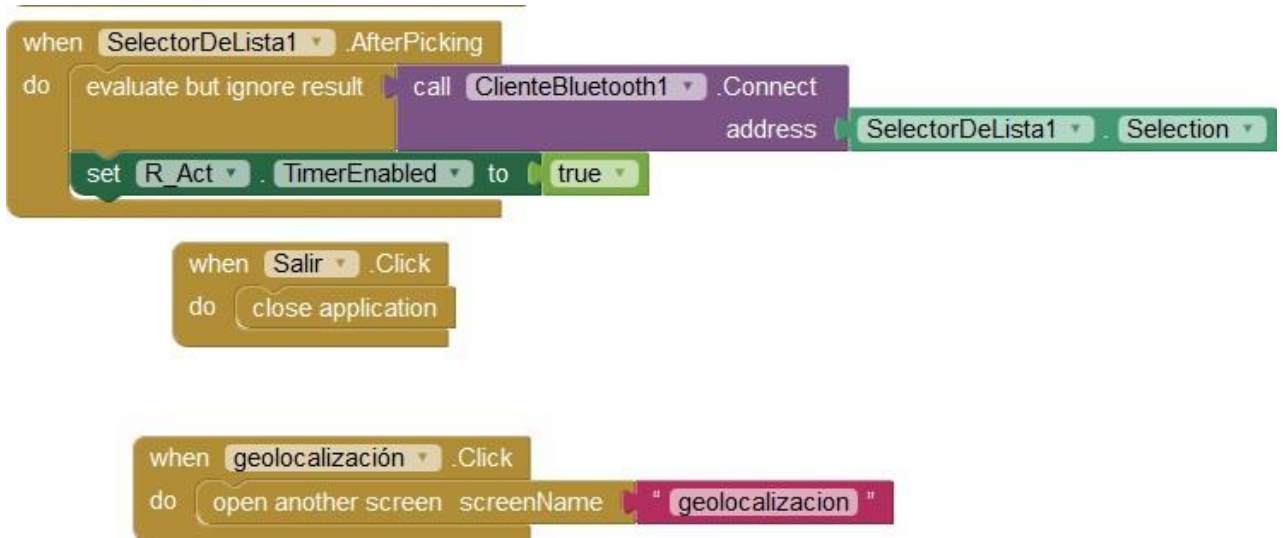


Ilustración 25: Programación de la primera pantalla de la aplicación 3



En esta primera pantalla la programación realizada consiste en que se lleven a cabo las siguientes acciones:

- En primer lugar cuando se inicialice la aplicación debe aparecer una notificación que informe al usuario de que el bluetooth debe estar encendido en el dispositivo móvil, ya que para la detección de los dispositivos bluetooth debe estar el bluetooth del dispositivo móvil encendido.

- A continuación se debe programar el reloj para emitir bluetooth cada cierto tiempo y que cuando reciba datos de dispositivos cercanos los almacene en una lista. En la lista se debe programar que estos dispositivos detectados se deben guardar en un formato de lista. De este modo cuando el dispositivo móvil detecte los dispositivos beacon los almacena en una lista para poder visualizar que dispositivos beacon han sido detectados.

- Por último se programa el botón de salir y el botón de geolocalización, la programación de estos dos comandos es muy sencilla, ya que lo único que deben hacer estos dos botones es salir de la aplicación y abrir la segunda pantalla. Para ello solo se debe programar que cuando el usuario haga clic sobre el botón Salir, la aplicación se cierre y cuando el usuario haga clic sobre el botón geolocalización se abra la pantalla dos llamada geolocalizacion.

4.4.2 ESTRUCTURA DE LA SEGUNDA PANTALLA DE LA APLICACIÓN

Igual que en el apartado anterior el primer paso es añadir los componentes necesarios para el funcionamiento de la aplicación y la organizan tal y como tiene que aparecer en la pantalla del dispositivo móvil donde va a ser utilizada la aplicación. Para ello se han añadido los siguientes componentes, en la siguiente imagen capturada de la interfaz del desarrollador web se pueden ver:

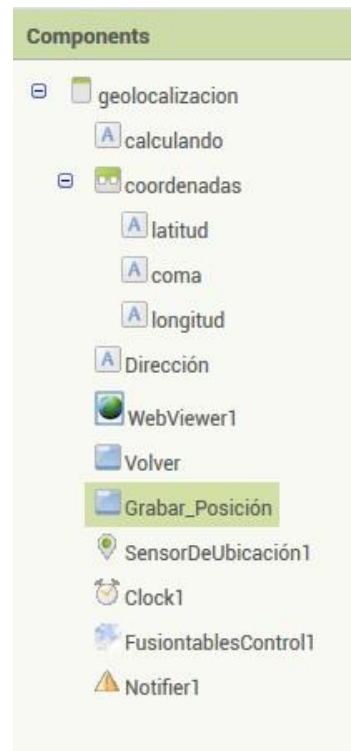


Ilustración 26: Componentes de la segunda pantalla de la aplicación

Si se sigue el mismo desarrollo que para la programación de la pantalla inicial, el siguiente paso que se debe hacer es dotar de propiedades a cada componente añadido para el buen funcionamiento y el buen diseño de la aplicación. A continuación se explica cada componente necesario para el funcionamiento de la aplicación que no ha sido explicado en el apartado anterior y se añade una ilustración de las propiedades adjuntas a cada componente.

- Etiqueta: permite escribir texto sobre la pantalla. Con este componente adjuntaremos un texto a la pantalla que a continuación desaparecerá. La desaparición de la etiqueta se logrará con la programación de esta segunda pantalla.

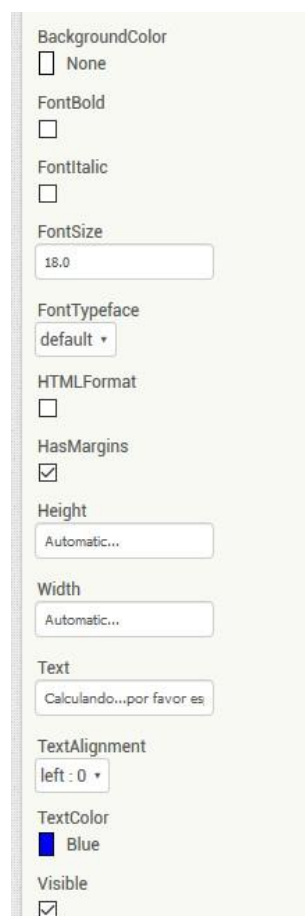


Ilustración 27: componente etiqueta

- Sensor de localización: componente que proporciona la ubicación del dispositivo, utilizando el GPS si está disponible o un método alternativo en caso contrario, como pueden ser las torres de telefonía móvil o las redes inalámbricas conocidas. Gracias a este componente se obtiene la localización del dispositivo móvil.



Ilustración 28: componente sensor de ubicación

- Visor web: componente que permite realizar peticiones mediante cadenas URL. Es muy útil para utilizar aplicaciones que permitan este tipo de peticiones (Google Maps Static, Amazon, Wikipedia, Google Chart, etc). El único requisito es conocer los parámetros de las peticiones: podemos hacer consultas de información, ver mapas o hacer peticiones tipo WMS. En el caso de la aplicación programada, se ha realizado una petición a la fusión de tablas que se ha realizado para obtener la localización del dispositivo móvil en un mapa ofrecido por Google Maps. De este modo se obtiene la geolocalización del dispositivo móvil, es decir del autobús, en todo momento.

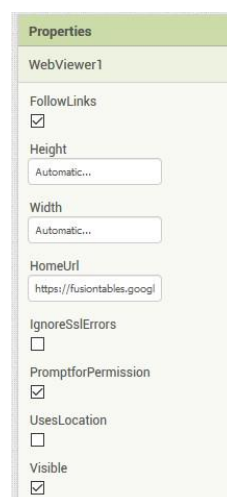


Ilustración 29: componente visor web

- Fusión de tablas: este componente permite la comunicación con Google Fusion Tables, (Google Fusión Tables es una herramienta para almacenar, compartir, consultar y visualizar tablas de datos) Este componente permite consultar, crear y modificar esas tablas. Las aplicaciones que utilizan Fusión Tables deben autenticarse con los servidores de Google

The image shows a 'Properties' dialog box for a component named 'FusiontablesControl1'. It contains several configuration fields: 'ApiKey' (empty text box), 'KeyFile' (dropdown menu showing 'None...'), 'Query' (text box containing 'show tables'), 'ServiceAccountEmail' (text box containing 'botellalazarisaac@gmail.c'), and 'UseServiceAuthentication' (checkbox which is checked).

Ilustración 30: componente fusión de tablas

Para hacer la fusión de tablas se deben seguir los siguientes pasos en el Google Drive:

- En primer paso se debe abrir el Google Drive y copiar la cuenta de servicio y se debe poner en la penúltima opción de las propiedades, en este caso la cuenta de servicio es el correo de Gmail mío.

- A continuación se debe crear una tabla con 3 columnas con el nombre de Fecha, Latitud y Longitud. La columna de Latitud debe ser de tipo localización ya que esta columna debe funcionar como una localización geográfica, esta columna dependerá de la columna de Longitud, ya que una posición depende de la Latitud y la Longitud.

- Esta tabla creada se debe guardar en la cuenta de servicio.

- Seguidamente, como las columnas Latitud y Longitud son coordenadas geográficas las podemos posicionar sobre un mapa de localización. En el mapa se podrán ver las coordenadas obtenidas, estas coordenadas aparecerán marcadas con un símbolo sobre el mapa.

El mapa se tiene que compartir con la aplicación, para ello se publica el mapa y se copia las URL en el componente visor web, en la propiedad que pide una URL. De este modo conseguimos ver el mapa en la aplicación programada.

A continuación se adjuntan unas imágenes de la programación de las tablas creadas en el Google drive:

Geolocalización

Add Attribution - Edited on 2018 June 20

File Edit Tools Help Rows 1 Cards 1 Map of Location

Filter No filters applied

1-1 of 1

| FechaHora | Latitud | Longitud |
|-----------|---------|----------|
| | | |

Ilustración 31: Columnas del Google drive

Geolocalización

Add Attribution - Edited on 2018 June 20

Save Discard changes

Columns

| NEW | Column name | Description | Type | Format | List of drop-down items | Custom properties JSON |
|--------------------------|-------------|-------------|---|--------|-------------------------|------------------------|
| 1 FechaHora Date/Time | Latitud | | Location <input type="checkbox"/> Validate data Learn more | None | | |
| 2 Latitud Location | | | <input checked="" type="checkbox"/> Two column location Latitude Latitud Longitude Longitud | | | |
| 3 Longitud Number | | | | | | |

Ilustración 32: Propiedades columna Latitud

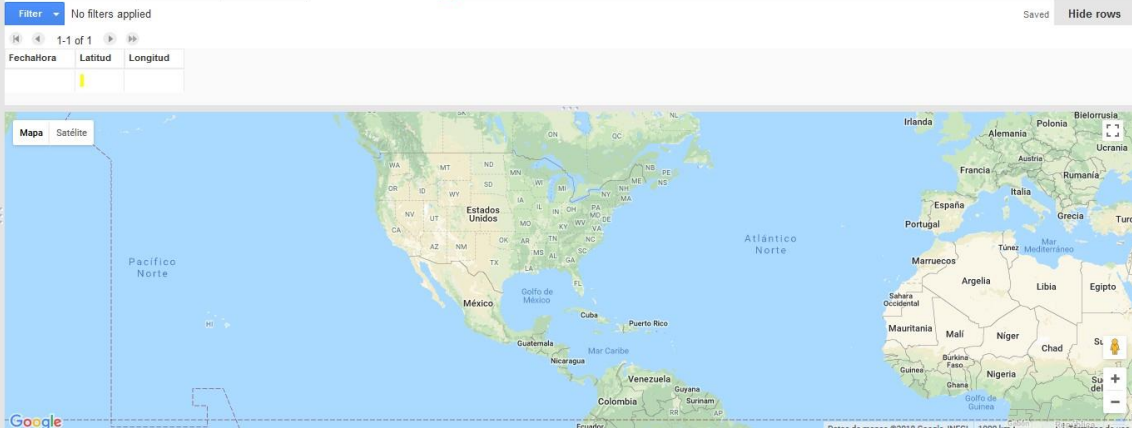


Ilustración 33: Mapa Google Drive

- El componente disposición horizontal que aparece bajo el nombre de coordenadas es importante explicarlo, ya que funciona de forma peculiar. Este componente tiene dentro las etiquetas de latitud, longitud y coma, estas tres etiquetas proporcionan las coordenadas geográficas del móvil. La peculiaridad del componente disposición horizontal es que aparece como no visible, entonces cuando inicia la aplicación no aparecen las etiquetas. En la fase de programación se ha programado para que este componente aparezca cuando el dispositivo móvil tenga estas coordenadas, de este modo el componente disposición horizontal con las tres etiquetas aparece en la pantalla substituyendo a la etiqueta calculando explicada anteriormente. En la siguiente imagen se puede ver como la propiedad de visibilidad esta desactivada

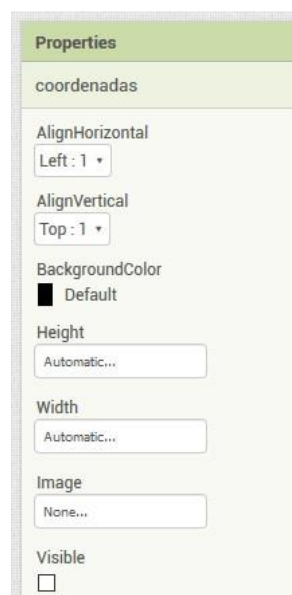


Ilustración 34: Componente disposición horizontal "Coordenadas"

Lo mismo ocurre con el botón grabar posición, en la pantalla no está visible y una vez el dispositivo móvil tiene las coordenadas geográficas aparece en la pantalla substituyendo al botón atrás.

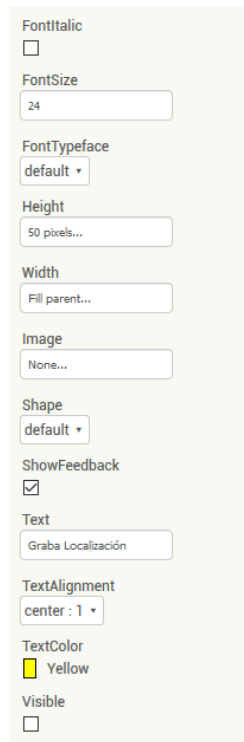


Ilustración 35: componente botón “Grabar posición”

Una vez se tienen todos los componentes y se han configurado adecuadamente las propiedades de ellos, ya se ha creado el diseño de la segunda pantalla de la aplicación. En la segunda pantalla se puede ver un mapa del mundo donde aparece la localización del dispositivo móvil marcada, a parte en la parte superior aparece la Latitud y Longitud del dispositivo móvil y la dirección, incluyendo el municipio, el código postal y el país. En la parte inferior aparece un botón que pone atrás que sirve para volver a la pantalla anterior.

El diseño de la segunda pantalla es el siguiente:

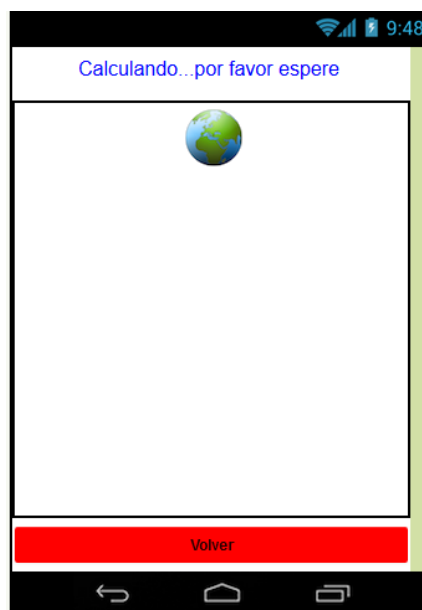


Ilustración 36: Diseño de la segunda pantalla de la aplicación

A continuación lo que se debe hacer es iniciar la programación de la aplicación, para eso se debe ir a la capa del editor de bloques y mediante los bloques que el desarrollador web proporciona se realiza la programación de la aplicación. En las siguientes ilustraciones del editor de bloques se puede visualizar la programación realizada para el funcionamiento de la aplicación.

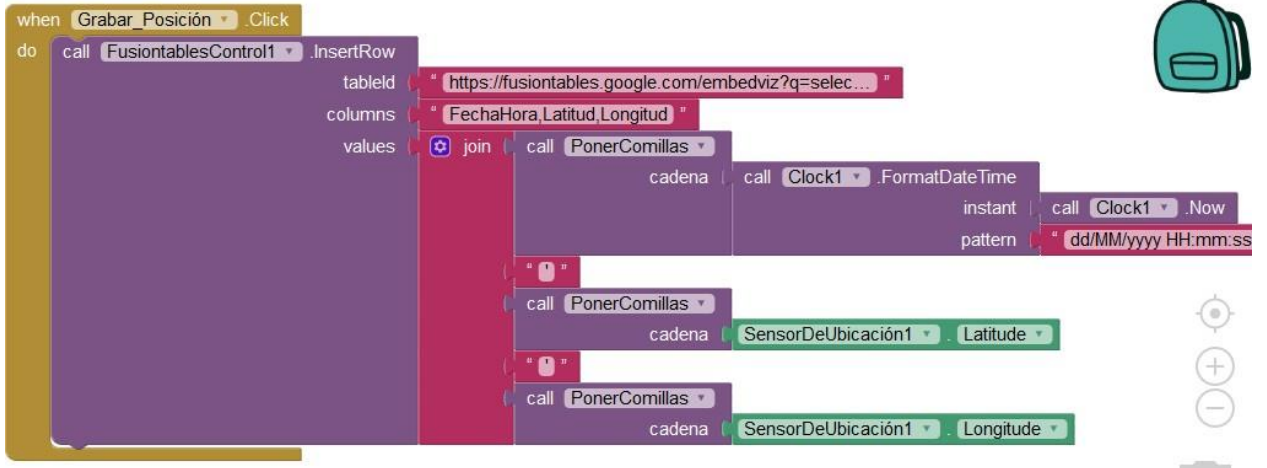
```
when geolocalizacion .Initialize
do
  call Notifier1 .ShowMessageDialog
  message " Esta aplicación utiliza el GPS de su dispositivo... "
  title " Atención "
  buttonText " Aceptar "
```

```
when SensorDeUbicación1 .LocationChanged
  latitud longitud altitud speed
do
  set geolocalizacion . BackgroundColor to yellow
  set Grabar_Posición . Visible to true
  set calculando . Visible to false
  set latitud . Text to get latitud
  set longitud . Text to get longitud
  set coordenadas . Visible to true
  set Dirección . Text to SensorDeUbicación1 . CurrentAddress
```

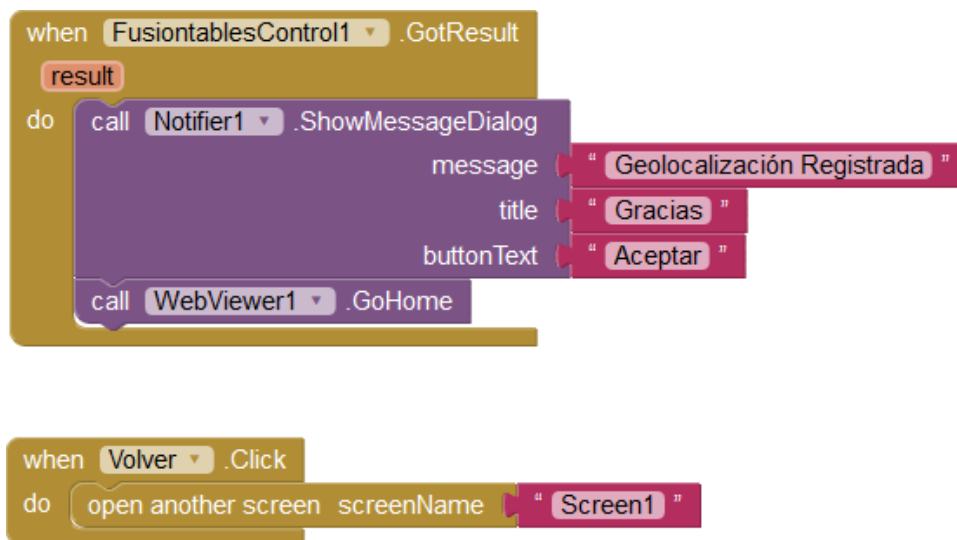
Ilustración 37: Programación de la segunda pantalla de la aplicación 1

```
to PonerComillas cadena
result join " | "
  get cadena
  " | "
```

Ilustración 38: Programación de la segunda pantalla de la aplicación 2



Ilustraci3n 39: Programaci3n de la segunda pantalla de la aplicaci3n 3



Ilustraci3n 40: Programaci3n de la segunda pantalla de la aplicaci3n 4



En la pantalla de geolocalización la programación realizada consiste en que se lleven a cabo las siguientes acciones:

- En primer lugar cuando se inicialice la aplicación debe aparecer una notificación que informe al usuario de que la ubicación del dispositivo móvil debe estar encendida, ya que para que la aplicación sepa la geolocalización del dispositivo móvil es necesario que la ubicación del dispositivo este conectada.
- A continuación se programa para que cuando el dispositivo encuentre la geolocalización del dispositivo móvil se deje de ver la etiqueta calculando y aparezca en su lugar la Latitud, Longitud y la dirección. Además la Latitud, Longitud y dirección aparecen en un cuadrado de color amarillo. Cuando aparece la Latitud, Longitud y dirección también aparecerá directamente un botón para guardar la posición, si se hace clic sobre ese botón aparecerá un marcador sobre el mapa que muestra la posición del dispositivo móvil en el mapa.
- Una vez se ha registrado la posición aparecerá un notificador que advierte de que la geolocalización ha sido registrada
- Por último el botón volver nos permite volver a la pantalla inicial de nuevo.

Una vez se ha programado la ventana de geolocalización ya se puede dar por acabada la programación de la aplicación.

5. FASE DE PRUEBAS

Una vez se tiene la aplicación terminada se realiza una fase de pruebas para ver si la aplicación funciona y se obtienen los resultados esperados. A continuación se adjuntan una serie de capturas de imagen del dispositivo móvil del creador de la aplicación. Las pruebas han sido realizadas con un dispositivo móvil cuyo modelo es Samsung Galaxy J5.

- La primera imagen es la captura de la primera pantalla, para así ver cómo aparece la notificación que pide encender el bluetooth:

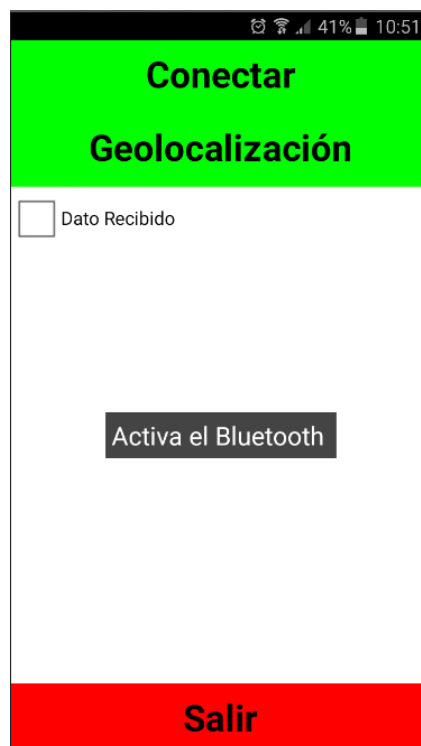


Ilustración41: Primera imagen de la fase de pruebas

- La segunda imagen es la captura de la primera pantalla, para así ver cómo queda la interfaz de la aplicación:



Ilustración 42: segunda imagen de la fase de prueba

- La tercera imagen es la captura del selector de lista, donde se puede ver que el dispositivo móvil reconoce los dispositivos bluetooth:



Ilustración 43: tercera imagen de la fase de pruebas

- La cuarta imagen es la captura de la segunda pantalla, para ver cómo aparece el notificador que pide que enciendas la ubicación del móvil:



Ilustración 44: cuarta imagen de la fase de pruebas

- La quinta imagen es la captura de la segunda pantalla, para ver cómo queda la interfaz de esta segunda pantalla:

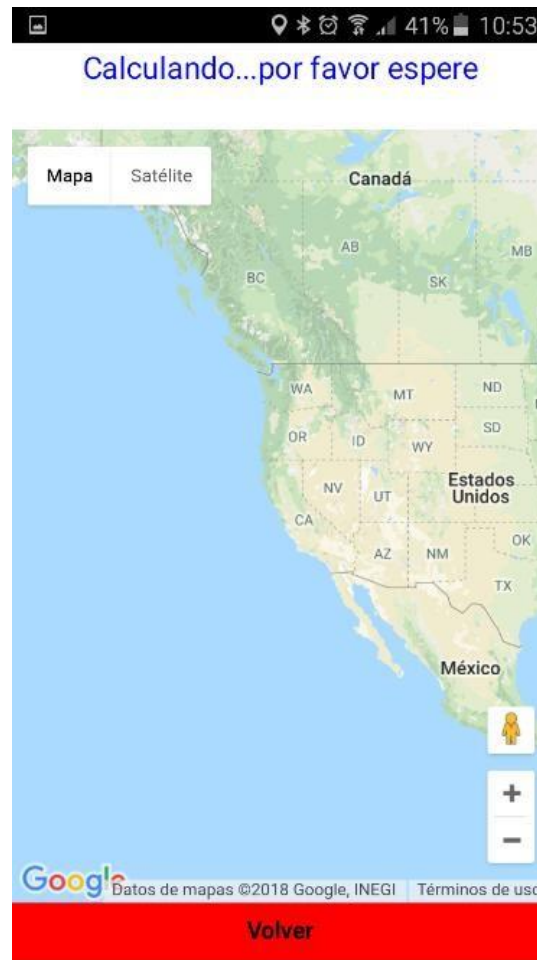


Ilustración 45: quinta imagen de la fase de pruebas

- La sexta imagen es la captura de la segunda pantalla una vez el móvil ha conseguido obtener las coordenadas geográficas:

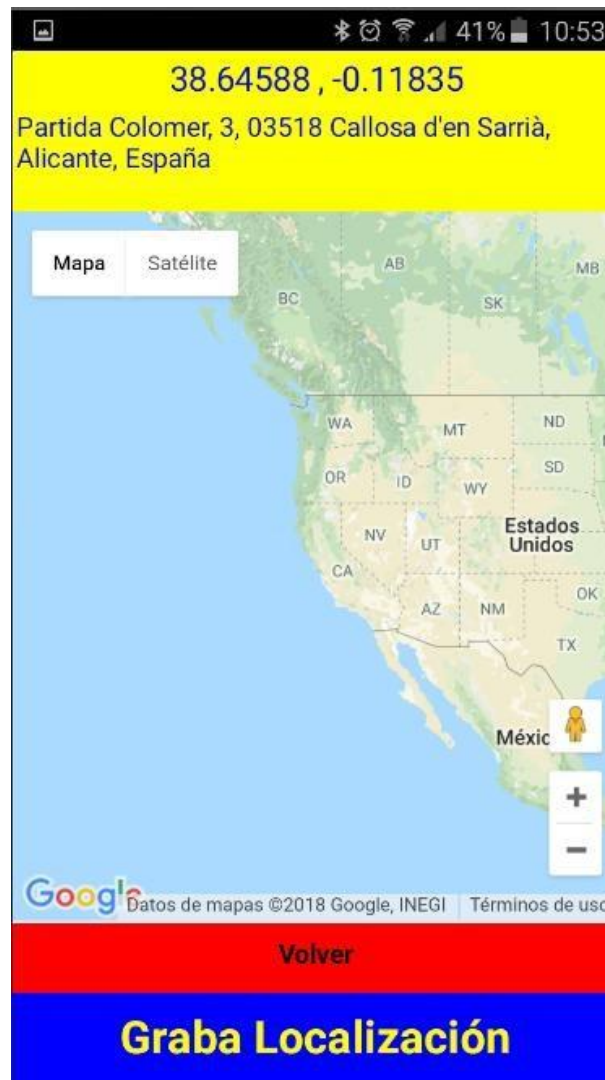


Ilustración 46: sexta imagen de la fase de pruebas



6. LINEAS DE MEJORA

En el siguiente apartado se pretenden redactar las posibilidades de mejora que puede tener la aplicación y que se intentarán implementar en próximas fases de desarrollo y actualización. En este momento la aplicación creada es funcional y cumple con los requisitos propuestos, pero hay aspectos que es conveniente mejorar, así como aspectos a incorporar. A continuación se redactan los aspectos más importantes a desarrollar o incorporar:

- Interfaz: La aplicación desarrollada tiene una interfaz muy simple, por ello sería conveniente conseguir un diseño más estético para el usuario. Esta mejora no debe empeorar la experiencia del usuario, por lo tanto se debe mejorar la estética pero no se debe perder la facilidad de funcionamiento para los usuarios. En líneas generales lo que se debe hacer para que la aplicación tenga una mejor estética pero no pierda la facilidad de funcionamiento es incluir iconos en los botones de elección, de este modo se consigue una interfaz más atractiva y a la vez se consigue mantener la función de funcionamiento e incluso se logra que la aplicación sea más intuitiva.

- Sistema operativo: La aplicación programada únicamente funciona para el sistema operativo Android porque el desarrollador web utilizado funciona con el sistema operativo Android únicamente, por lo que es conveniente realizar versiones funcionales para otros sistemas operativos como Apple iOS o Windows phone, para que de este modo la aplicación pueda ser usada por un mayor número de usuarios.

- Mapas: En la aplicación se usa la cartografía ofrecida por Google Maps, este servidor de cartografía algunas ocasiones no tiene unas buenas prestaciones. Algunas imágenes proporcionadas no tienen una calidad lo suficientemente alta ya que a medida que se hace más zoom aparecen muy pixeladas o en otros lugares las imágenes aparecen muy oscuras, entonces cuando se proyecta un punto no se puede distinguir con claridad su geolocalización. Por otro lado el servidor Google Maps no ofrece una buena cartografía fuera de los grandes núcleos de población, donde no aparecen muchos detalles. Como conclusión se destaca que hay que mejorar este aspecto de la aplicación desarrollada utilizando algún servidor WMS que cumpla mejor con los requisitos, aunque lo ideal sería usar las funcionalidades de ESRI, de este modo los usuarios pueden utilizar un mapa propio adaptado a las necesidades.



- Rastreador: En la creación de la aplicación no se ha podido programar una herramienta que permita ver la trayectoria que lleva el dispositivo móvil en directo, es decir una herramienta que nos permita visualizar el recorrido del autobús en directo. No se ha podido programar esta herramienta debido a que el desarrollador web utilizado no tiene dicha herramienta, por tanto para futuras actualizaciones es conveniente utilizar otro programador para tratar de añadir un rastreador a la aplicación.

Como conclusión se puede destacar que la mejora de interfaz es la más fácil de llevar a cabo, ya que simplemente es realizar unos pequeños retoques en la capa del diseñador de la aplicación y no supone ninguna modificación en la programación, por lo que se debería llevar a cabo con la mayor brevedad posible. Con esta mejora se pretende conseguir que los usuarios se sientan más cómodos y facilitar el uso de la aplicación con el objetivo de que la aplicación tenga un mayor impacto visual en los usuarios, traducido en un aumento del uso de está.

La creación de la aplicación para otros sistemas operativos es la mejora más importante ya que es de gran importancia que esta aplicación pueda ser usada por todos los usuarios. No se puede dar servicio solo a los usuarios que utilizan el sistema operativo Android porque hay un porcentaje de la población que no utiliza este sistema operativo.

La suma del rastreador a la aplicación creada es bastante importante ya que le aportaría un detalle a la aplicación que la convertiría en una aplicación excelente para el seguimiento de los menores cuando viajan en transporte público.



7. CONCLUSIÓN

Una vez finalizado el desarrollo del trabajo se pueden extraer unas conclusiones finales del trabajo llevado a cabo, que acabarán justificando la elaboración del proyecto y el estudio del mismo.

En primer lugar es importante señalar que se han conseguido todos los objetivos planteados al empezar el trabajo.

A lo largo de la realización del proyecto, se han adquirido conocimientos necesarios para desarrollar aplicaciones para dispositivos móviles que tienen sistema operativo Android y se han mejorado los conocimientos de programación en App Inventor que se habían adquirido anteriormente, durante la enseñanza de la asignatura de “Programación Sig en dispositivos móviles” del “Grado en ingeniería en Geomática y Topografía”

Por otro lado se ha intentado conseguir los mejores resultados en cuanto a precisión del posicionamiento, teniendo en cuenta los estudios en Geomática.

Por último, podría concluirse que este trabajo ha servido de gran apoyo para la formación complementaria a los contenidos cursados durante la carrera.



8. BIBLIOGRAFÍA

2016. España, el país con más «Smartphone» por habitante del mundo. ABC

Sistema operativo móvil. Mayo 11, 2018. Sitio web:
https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_operativo_móvil

Francisco Mariño Ruiz. (2014). Programación con dispositivos móviles. Aplicaciones a la Geolocalización. Valencia: Universitat Politècnica de València.

Interactive Advertising Bureau (IAB). V Estudio Anual IAB Spain Mobile Marketing. 2013
25/09/2013

Carlos García-Ovies. (2017). España es el país donde más triunfa Android: 9 de cada 10 'Smartphone' llevan el sistema de Google. OK diario

Enric Terol Esparza. (2018). Presentaciones de la asignatura Programación SIG en dispositivos móviles. Valencia: Universitat Politècnica de València

Mayo 12, 2018. Sitio web: <https://accent-systems.com/es/>

Por The Valley. (2014). Qué son los Beacons y cuál es su potencial. Mayo 12, 2018, de the valley
Sitio web: <https://thevalley.es/blog/que-son-los-beacons-y-cual-es-su-potencial>

Anna Sánchez-Juárez. (2016). La tecnología beacons: una revolución en alza para la experiencia de usuario y las estrategias de marketing. Mayo 12, 2018, de Universitat Oberta de Catalunya
Sitio web: <https://www.uoc.edu/portal/es/news/actualitat/2016/099-beacons.html>

Retail Analytics. (2014). Beacons, modo de funcionamiento, ventajas y potenciales aplicaciones. Mayo 13, 2018, de Grupo Fractalia Sitio web: <http://www.fractaliasystems.com/beacons-modo-de-funcionamiento-ventajas-y-potenciales-aplicaciones/>



Mayo 13, 2018. Sitio web: <https://labs.beeva.com/beacons-usos-y-posibilidades-2bdee4d67f65>

Carlos Cabello. (2016). 9 usos reales para comprender qué son los “beacons”. Mayo 14, 2018, de nobbot Sitio web: <https://www.nobbot.com/redes/9-usos-reales-comprender-los-beacons/>

Mayo 14, 2018. Sitio web: <https://www.traceus.es/>

Beaconer. (2015). Nivea ofrece protección total gracias a los beacon. Mayo 14, 2018, de Using Beacons Sitio web: <http://www.usingbeacons.com/nivea-ofrece-proteccion-total-gracias-a-los-beacon/>