

APLICACIÓN MÓVIL PARA FACILITAR EL DESPLAZAMIENTO DE PERSONAS
CON DISCAPACIDAD VISUAL DENTRO DE LA UNIVERSIDAD, MI LAZARILLO
UNAB

AUTORES

CARLOS FRANCISCO GONZALEZ MANTILLA
RONAL YAHIR LANDAZABAL VARGAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS
BUCARAMANGA
2020

APLICACIÓN MÓVIL PARA FACILITAR EL DESPLAZAMIENTO DE PERSONAS
CON DISCAPACIDAD VISUAL DENTRO DE LA UNIVERSIDAD, MI LAZARILLO
UNAB

AUTORES

CARLOS FRANCISCO GONZALEZ MANTILLA
RONAL YAHIR LANDAZABAL VARGAS

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
INGENIERO DE SISTEMAS

DIRECTORA

EUDREY DIDNEY REYES SILVA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA
INGENIERÍA DE SISTEMAS
BUCARAMANGA
2020

CONTENIDO

	pág.
RESUMEN.....	9
Palabras claves.....	10
ABSTRACT.....	11
Keywords.....	11
INTRODUCCIÓN.....	12
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
2. JUSTIFICACIÓN.....	16
3. OBJETIVOS.....	17
4. ESTADO DEL ARTE Y/O REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	18
5. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL.....	20
5.1 Discapacidad visual.....	20
5.2 Geolocalización.....	26
5.3 Indoor Mapping - Posicionamiento interior.....	26
5.4 Herramientas para posicionamiento en interior:.....	29
5.5 Tecnologías más usadas en los Beacons.....	30
5.6 Comandos de voz.....	39
5.7 Herramientas para el desarrollo de Apps.....	39
5.8 Lenguaje de programación.....	40
5.9 Base de Datos.....	41

5.10 Pruebas de software	42
5.11 Metodología para el desarrollo del software	43
5.12 Materiales	47
6. DISEÑO METODOLÓGICO	49
6.1 Planificación de requerimientos:	49
6.2 Diseño del usuario	53
6.3 Construcción:	61
6.4 Implementación:.....	78
7. CHEQUEO CUMPLIMIENTO DE REQUERIMIENTOS.....	81
8. CONCLUSIONES	84
9. TRABAJOS FUTUROS Y RECOMENDACIONES	87
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	89

LISTA DE ILUSTRACIONES

	pág.
ILUSTRACIÓN 1 ÁRBOL DE PROBLEMAS, LA DIFICULTAD DEL DESPLAZAMIENTO EN LA UNAB PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL.....	14
ILUSTRACIÓN 2 ESQUEMA PRINCIPIO DE TRILATERACIÓN	28
ILUSTRACIÓN 3 INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR UN IBEACON.....	30
ILUSTRACIÓN 4 SIMULACIÓN DE INTENSIDAD DE SEÑAL A LARGA DISTANCIA	32
ILUSTRACIÓN 5 SIMULACIÓN DE INTENSIDAD DE SEÑAL A LARGA DISTANCIA	33
ILUSTRACIÓN 6 SIMULACIÓN DE INTENSIDAD DE SEÑAL OBSTRUIDA POR UN OBJETO.....	34
ILUSTRACIÓN 7 TRILATERACIÓN	37
ILUSTRACIÓN 8 TRILATERACIÓN ZONAS.....	38
ILUSTRACIÓN 9 FASES DEL MODELO RAD	44
ILUSTRACIÓN 10 DISPOSITIVO BEACON FEASYCOM.....	47
ILUSTRACIÓN 11 ICONO DE LA APLICACIÓN MI LAZARILLO UNAB	53
ILUSTRACIÓN 12 ARQUITECTURA GENERAL MI LAZARILLO UNAB	54
ILUSTRACIÓN 13 COMPONENTES BASE DE DATOS	56
ILUSTRACIÓN 14 ATRIBUTOS DE LA CLASE DESTINO	57
ILUSTRACIÓN 15 PANTALLA PRINCIPAL MI LAZARILLO UNAB.....	58
ILUSTRACIÓN 16 PANTALLA DE BÚSQUEDA MI LAZARILLO UNAB	59
ILUSTRACIÓN 17 PANTALLA MODO ASISTIDO MI LAZARILLO UNAB.....	60

ILUSTRACIÓN 18 DIAGRAMA DE SECUENCIA MI LAZARILLO UNAB.....	61
ILUSTRACIÓN 19 MENÚ PRINCIPAL V1	63
ILUSTRACIÓN 20 BOTONES CONTROL POR VOZ V2	64
ILUSTRACIÓN 21 VISTA PRINCIPAL MI LAZARILLO UNAB V3	67
ILUSTRACIÓN 22 ICONO DE LA APLICACIÓN MI LAZARILLO UNAB	68
ILUSTRACIÓN 23 PANTALLA PRINCIPAL MI LAZARILLO UNAB V3	68
ILUSTRACIÓN 24 PRUEBA DE EJECUCIÓN DE V5 DE MI LAZARILLO UNAB .	70
ILUSTRACIÓN 25 VISUALIZACIÓN BEACONS ENCONTRADOS POR LA APLICACIÓN FEASYBEACON.....	72
ILUSTRACIÓN 26 CONFIGURACIÓN DE LOS BEACONS EN FEASYBEACON	72
ILUSTRACIÓN 27 ADMINISTRACIÓN DE BEACONS FEASYBEACON.....	73
ILUSTRACIÓN 28 AGREGAR NUEVO BEACON DESDE FEASYBEACON	73
ILUSTRACIÓN 29 PANTALLA PROYECTO SG-BOOTCAMP-BEACONS	74
ILUSTRACIÓN 30 PRIMERA VERSIÓN DE BEACONS MI LAZARILLO UNAB...	75
ILUSTRACIÓN 31 VERSIÓN 2 BEACONS MI LAZARILLO UNAB	76
ILUSTRACIÓN 32 VERSIÓN 8 MI LAZARILLO UNAB.....	77
ILUSTRACIÓN 33 VERSIÓN 9 MI LAZARILLO UNAB.....	78

LISTA DE TABLAS

	pág.
TABLA 1 ESTADO DEL ARTE	18
TABLA 2 COMPARACIÓN PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS BEACONS EN EL MERCADO.....	29
TABLA 3 CARACTERÍSTICAS DE BEACON FEASYCOM.....	48
TABLA 4 REQUERIMIENTO NÚMERO UNO.....	50
TABLA 5 REQUERIMIENTO NÚMERO DOS.....	51
TABLA 6 REQUERIMIENTO NÚMERO TRES.....	52
TABLA 7 PROTOTIPOS REALIZADOS	62
TABLA 8 PRUEBAS PROTOTIPOS MI LAZARILLO UNAB.....	79
TABLA 9 LISTA DE CHEQUEO DE REQUERIMIENTOS	81

LISTA DE ANEXOS

	pág.
ANEXO A MANUAL DE USUARIO.....	95
ANEXO B DOCUMENTO DESARROLLO MI LAZARILLO UNAB.....	108

RESUMEN

Con el auge del desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles y la carencia de tecnología de posicionamiento indoor que fomente la accesibilidad a personas con discapacidad de visión, se desarrolla este proyecto, con el fin de hacer uso de tecnologías poco conocidas en la región para desarrollar una aplicación de posicionamiento para las personas con discapacidad visual que necesiten desplazarse en espacios internos de la Universidad Autónoma de Bucaramanga, usando métodos más eficientes que los actualmente más utilizados de localización externa.

El documento está dividido en tres secciones, las cuales se explican a continuación: En la primera sección se explica el planteamiento del problema, la justificación del proyecto, los objetivos, el estado del arte, la solución que buscamos obtener y el aporte del proyecto.

En la segunda sección se describe el marco teórico y conceptual, se listan los materiales utilizados en el proyecto, se documentan conceptos sobre discapacidad visual, herramientas actuales para la población con esta afectación, conceptos de localización, tecnologías y herramientas para el logro de los objetivos, tales como herramientas de posicionamiento, de desarrollo, lenguajes de programación y metodología para el desarrollo del software.

En la tercera sección se muestra el proceso de desarrollo llevado a cabo, describiendo cada prototipo implementado, se listan los resultados obtenidos y se detalla el diseño metodológico, describiendo los requerimientos funcionales, diseño de usuario, construcción e implementación.

Al final del documento se muestran las conclusiones del presente trabajo de grado, desarrollos futuros y recomendaciones.

Palabras claves

Aplicación móvil, accesibilidad, Wifi, Beacons, RAD, App, dispositivos móviles, Android, indoor Mapping, BLE, Bluetooth, RSSI, TxPower, Posicionamiento en interiores.

ABSTRACT

With the boom in the development of applications for mobile devices and the lack of indoor positioning technology that promotes accessibility for people with vision disabilities, this project is developed, in order to make use of technologies little known in the region to develop a Positioning application for visually impaired people who need to move in internal spaces of the Autonomous University of Bucaramanga, using more efficient methods than those currently used for external location.

The document is divided into three sections, which are explained below:

The first section explains the problem statement, the project justification, the objectives, the state of the art, the solution we seek to obtain and the contribution of the project.

In the second section the theoretical and conceptual framework is described, the materials used in the project are listed, concepts on visual disability are documented, current tools for the population with this affectation, location concepts, technologies and tools for achieving the objectives , such as positioning tools, development tools, programming languages and methodology for software development.

In the third section the development process carried out is shown, describing each prototype implemented, the results obtained are listed and the methodological design is detailed, describing the functional requirements, user design, construction and implementation.

At the end of the document, the conclusions of the present degree work, future developments and recommendations are shown.

Keywords

Mobile application, accessibility, Wifi, Beacons, RAD, App, mobile devices, Android, indoor Mapping, BLE, Bluetooth, RSSI, TxPower, Indoor positioning.

INTRODUCCIÓN

La Universidad Autónoma de Bucaramanga, UNAB sede El Jardín, no cuenta con una infraestructura accesible para personas con discapacidad visual, su relieve montañoso y gran cantidad de escaleras no favorece a estas personas poder tener un desplazamiento libre y seguro dentro del campus, lo que dificulta que estas personas puedan ingresar a los planes de educación de una forma autónoma.

Actualmente las herramientas tecnológicas han avanzado notablemente brindando mayores oportunidades para ofrecer soluciones a diferentes problemáticas, una de ellas es facilitar el desplazamiento a personas con discapacidad visual, es por esa razón que se plantea el proyecto de crear una aplicación móvil dirigida por comandos de voz que sea un lazarillo digital, que indique las rutas para poder dirigirse a un lugar específico dentro de la UNAB, alertando a los usuarios sobre los peligros de infraestructura que puedan encontrar a su paso.

Para el desarrollo del proyecto se requiere el uso de tecnología de localización. La localización se puede hacer con posicionamiento en interiores (indoor) o con posicionamiento en exteriores (outdoor). La tecnología de posicionamiento indoor es más precisa, pero al ser una tecnología relativamente nueva es más compleja y costosa de implementar; por el contrario, el posicionamiento en exteriores (outdoor), como localización GSM, Geofencing y GPS, es una tecnología con bastantes años de investigación, relativamente sencillas de usar, pero no es adecuadas para entornos de interior por la poca cobertura de los satélites de red en sitios específicos, generando un margen de error bastante alto.

Para el desarrollo del proyecto se investigaron las principales tecnologías de posicionamiento en interiores como: RFID, Wifi, Bluetooth Low Energy, NFC; después de realizar un trabajo de análisis sobre la información disponible se decidió usar Bluetooth Low Energy, que a través de la conexión de dispositivos Beacons,

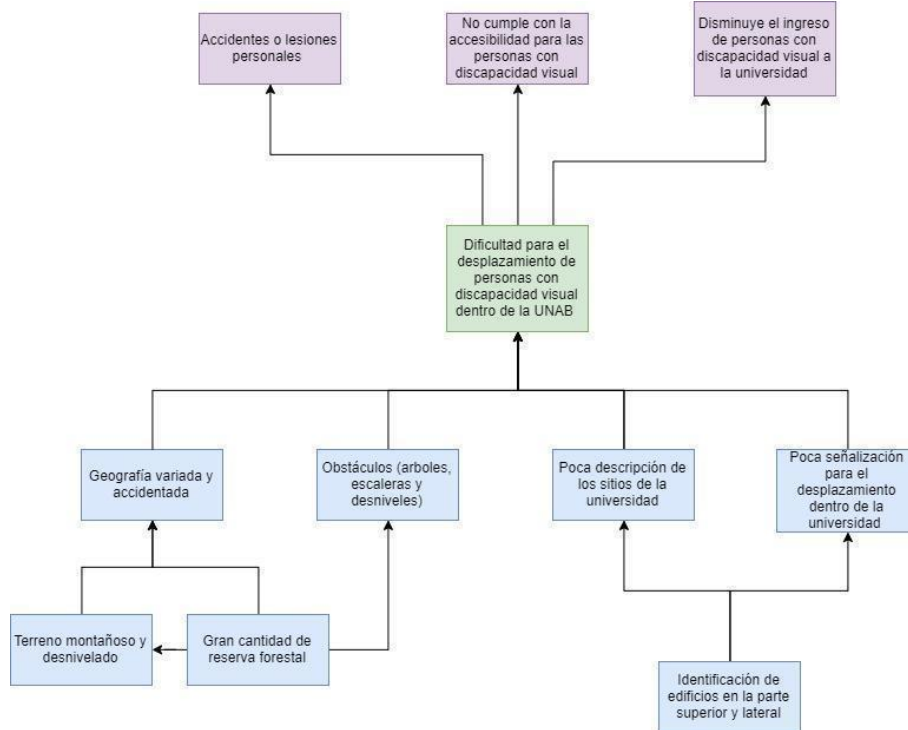
mide el nivel de potencia de señal recibida (RSSI) hasta el dispositivo móvil que tiene la aplicación instalada.

Este proyecto implementa tecnologías de posicionamiento en espacios reducidos mediante el uso de dispositivos de bajo consumo de energía con Bluetooth, conocidos como los Beacons, desarrollando una aplicación móvil con la capacidad de traducir la posición basada en el modelo de posicionamiento de trilateración con el uso de tres de estos dispositivos enlazados simultáneamente por Bluetooth al móvil de la persona con la aplicación.

El área de desplazamiento definido inicialmente para el proyecto fue la plazoleta los fundadores de la UNAB. Debido a la pandemia originada por el Covid-19, fue necesario cambiar el área a la casa de uno de los desarrolladores del proyecto. La aplicación tiene la viabilidad de ser implantada en diferentes sitios ya que su funcionamiento y localización es el mismo, solo es necesario ajustar las coordenadas de referencia, las cuales son parametrizables junto con los dispositivos utilizados para generarlas (Beacons).

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Ilustración 1 Árbol de problemas, la dificultad del desplazamiento en la UNAB para personas con discapacidad visual



Fuente: Elaboración propia

Las personas con discapacidad visual no cuentan con una herramienta tecnológica que les facilite la ubicación y el desplazamiento asistido por las diferentes áreas de la universidad (UNAB), problema que hace que estas personas requieren la ayuda de algún familiar o un tercero que le sirva de lazarillo o guía para ubicar un destino dentro de la universidad.

En la actualidad la UNAB tiene 5 estudiantes con situación de discapacidad visual que se enfrentan a las condiciones geográficas de la universidad la cual es muy variada y accidentada, con una gran cantidad de obstáculos, árboles, escaleras y desniveles que dificultan la libre movilidad dentro de la sede, con poca señalización

para la identificación de los edificios, oficinas, carreras y otros servicios que se encuentran dentro de las instalaciones, factores que dificultan aún más el desplazamiento y la ubicación dentro de la universidad para las personas con discapacidad visual.

En la Ilustración 1, se muestra el árbol del problema en el cual se detallan las causas y los efectos que genera.

2. JUSTIFICACIÓN

Uno de los motivos que llevaron a la realización de este proyecto es el de cumplir con la asignatura de proyecto de grado uno y dos los cuales son necesarios para la culminación y posterior obtención del título universitario de Ingeniería de Sistemas avalado por la UNAB, otro motivo fue el de promover investigación y conocimiento respecto a las nuevas tecnologías especialmente la de posicionamiento en interiores empleando la tecnología de Bluetooth Low Energy (BLE) o también llamada Beacons la cual tiene diferentes aplicaciones que poco a poco se están dando a conocer y tener un mayor impacto en las sociedades modernas.

Además como estudiantes de la Unab queríamos direccionar el uso de los beacons en nuestro entorno universitario aportando una pequeña demostración de sus aplicaciones en la localización en interiores y poder brindarlo como herramienta a las personas con discapacidad visual que interactúan con la universidad aunque no se lograron cumplir todos los objetivos por diversos factores si se logró un plantear bases sobre el conocimiento y aplicación de estas tecnologías que un futuro tendrán mayor impacto en nuestra sociedad.

3. OBJETIVOS

Objetivo general

Implementar una aplicación para dispositivos móviles que facilite el desplazamiento asistido dentro de la plazoleta los fundadores de la sede principal de la universidad mediante la utilización de comandos de voz.

Objetivos específicos

- Definir los requerimientos necesarios para la implementación de Mi Lazarillo Unab.
- Diseñar las funcionalidades y componentes que se implementaran en Mi Lazarillo Unab.
- Desarrollar la aplicación móvil Mi Lazarillo Unab.
- Evaluar que el sistema cumpla con los requerimientos definidos.

4. ESTADO DEL ARTE Y/O REVISIÓN DE LA LITERATURA

Tabla 1 Estado del arte

Título	Descripción	Referencia
INCI	El Instituto Nacional para Ciegos es una entidad creada mediante el Decreto 1955, que busca garantizar los derechos de los colombianos ciegos y con baja visión	[1]
KNBF Reader	Es una aplicación que mediante una foto a un texto impreso lee su contenido en voz alta	[2]
Tap Tap See	Es una aplicación diseñada para identificar objetos, qué con una foto, describe lo que se reconoce en la imagen con ayuda de personas reales que las interpretan	[3]
Color ID	Es una aplicación que le ayuda a la persona a conocer el color de los objetos	[4]
Mapp4all	Es una aplicación donde encontramos información de puntos con problemas de movilidad, problemas auditivos, semáforos sin sonido o zonas sin acceso para sillas de ruedas.	[5]
Eye-D	Es una aplicación que detecta la posición y ayuda a navegar por los sitios, ayudando a la persona a saber dónde está o recibir ayuda y asistencia.	[6]
Lazarillo GPS	Es una aplicación que utiliza el GPS informando con detalle las rutas, entornos, tiendas y servicios cercanos	[7]

Tabla 1. (Continuación)

3DMovRA	Es una plataforma que a través de señales Wi-Fi y bluetooth y añadiendo características de la brújula o un acelerómetro, proporciona el posicionamiento mediante visualización de realidad aumentada.	[8]
Metropolitan Beacon System (MBS)	Es un sistema desarrollado por Techcrunch, que, a través de las antenas celulares, permite conocer la localización en interiores, permitiendo conocer el piso o la planta a una precisión de menos de tres metros.	[9]
programa CERTAIN	Es un programa que la NASA lleva a cabo desde noviembre de 2018 para la localización de drones en tiempo real, utilizando el sistema MBS.	[10]
Indoor Google Maps	Es una función de Google Maps donde puede moverse en planos de planta y diseños etiquetados de sus lugares. Esto está disponible en Google Maps para escritorio y Android. Puede acceder al plano de planta de un edificio cuando haya mapas interiores disponibles y, si es el caso, puede cambiar entre pisos para ver los diseños respectivos	[11]

5. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

Para el desarrollo de este proyecto es necesario la investigación y aclaración de conceptos sobre la discapacidad visual, herramientas actuales que ayudan a estas personas, es necesario conocer métodos de localización, la búsqueda de métodos de adaptación de un sistema de posicionamiento en espacio cerrado y su aplicación para este proyecto, información sobre el lenguaje de programación utilizado, el tipo de pruebas, la metodología para el desarrollo de software y los materiales utilizados, a continuación, en este capítulo se describen todo lo relacionado a esto.

5.1 Discapacidad visual

Se puede dividir en dos grupos según el grado de limitación de la visión, están las personas ciegas, las cuales no obtienen información a través del canal visual y las personas con disminución visual, quienes sí obtiene la información por mediante dicho canal [12].

Este tipo de discapacidad se da por una disminución total o parcial de la vista teniendo en cuenta el campo visual (espacio visible con la mirada fija en un punto) y la agudeza visual (capacidad del ojo para percibir objetos) [13].

Para determinar la agudez visual se hace mediante exámenes donde regularmente se mide por la capacidad para identificar caracteres en una tabla optométrica estandarizada desde una distancia de visualización específica, de los resultados obtenidos se establece el tipo de discapacidad visual [13].

Para la CDC (Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades) y la Organización Mundial de la Salud la clasificación de la agudeza visual es la siguiente [14]:

- La agudeza visual inferior significa la visión entre 20/70 y 20/400 con la corrección mejor, o un campo de visión de 20 grados o menos.

- La ceguera se define como una agudeza visual peor de 20/400 con la corrección mejor, o campo de visión de 10 grados o menos.
- La ceguera en los E.E.U.U. significa la agudeza visual de 20/200 o peor legal con la corrección mejor, o un campo de visión de 20 grados o menos.

Los motivos que pueden ocasionar una limitación visual total o parcial se dividen de la siguiente manera [12], [14], [15]:

- Causas previas al nacimiento (prenatales): se trata de una limitación visual hereditaria o congénita.
- Causas durante el nacimiento (perinatales): se trata de una limitación adquirida al momento de nacer.
- Causas posteriores al nacimiento (postnatales): se trata de una limitación adquirida a lo largo de la vida, y que puede darse por traumatismo, enfermedad o vejez algunos ejemplos de estas causas son: cataratas, glaucoma, lesiones en el ojo, lesiones cerebrales (ceguera cortical), infecciones oculares, envenenamiento o intoxicación por metanol, formaldehído o ácido fórmico, ambliopía, opacificación corneal, miopía degenerativa, retinopatía diabética, retinitis pigmentosa, etc.

En este marco, es importante diferenciar entre una persona que nace con una limitación visual total o parcial, y una persona que adquiere la limitación en algún momento de su vida. Esta divergencia implica, entre otras cosas, que las personas que nacieron ciegas no tuvieron acceso a la información visual y por lo tanto no tendrán noción, por ejemplo, de las posturas corporales culturalmente establecidas, o de los colores; mientras que las personas que han adquirido la limitación a lo largo de su vida sí tendrán esas nociones.

La adquisición de una discapacidad visual o la ceguera total independiente de su origen afecta la vida de las personas en todos los aspectos de la vida, en los aspectos físicos, mentales, emocionales, sociales, académicos, profesionales, etc. Debido a que su forma de vivir a cambiado o difiere del común, dicha persona debe desarrollar aún más otras habilidades que le ayudan a mitigar la pérdida de la visión, entre las habilidades que suelen aumentar su potencial encontramos [16]:

- Las habilidades mentales: Al estar privadas de la visión deben ejercitar su cerebro para aumentar su habilidad de memorizar y recordar información, la cual es muy importante debido a que las personas con discapacidad visual se desplazan o realizan actividades de forma secuencial, un ejemplo de esto es que dichas personas memorizan una secuencia de pasos o procesos que deben seguir para desplazarse de un lugar a otro y así van aumentando a su “mapa” una nueva ruta o destino.
- Los sentidos: Claramente el sentido de la vista es limitado o ineficiente, por ello el sentido del tacto aumenta su potencial reemplazando el sentido de la visión, el sentido del tacto aumenta su valor debido a que todo o la mayoría de los objetos o formas son leídos y reconocidos por medio del tacto. Otro sentido potencialmente desarrollado es el del olfato, debido a que por este también puede leer su entorno tomando determinadas acciones, mediante este sentido puede percibir el entorno que lo rodea y crear memorias a partir de los olores. Al igual que el olfato el sentido de la audición es aumenta su capacidad debido a que es empleado como referencia para el desplazamiento y ayuda a recordar o detectar lugares, personas, objetos a partir de los sonidos emitidos, además que este sentido sigue cumpliendo sus funciones al igual que en una persona promedio.

Herramientas o soportes para personas con discapacidad visual

La humanidad siempre está buscando métodos que nos faciliten o disminuya los recursos que empleamos en la realización de las tareas diarias, es por ello por lo que se han creado y se crean máquinas, electrodomésticos, objetos, etc., buscando traer bienestar al ser humano supliendo una necesidad, un gusto u optimizando recursos.

En las personas con discapacidad visual sucede lo mismo, solo que existen condiciones especiales las cuales determinan la búsqueda y creación de soluciones o mejoras a las necesidades existentes en determinada sociedad. Entre las principales herramientas empleadas por las personas con discapacidad visual encontramos:

- **Sistema Braille:** Para las personas con discapacidad visual la forma tradicional de leer es mediante el tacto, por ello se emplea el sistema Braille, este sistema fue diseñado por el francés Louis Braille a mediados del siglo 19 siendo una herramienta que beneficia especialmente a la comunidad con discapacidad visual [12].

Este sistema utiliza celdas de seis puntos en relieve, organizados como una matriz de tres filas por dos columnas, que convencionalmente se numeran de arriba abajo y de izquierda a derecha. Mediante este sistema las personas y especialmente aquellas con discapacidad visual pueden leer y escribir mediante el sentido del tacto debido a que funciona como un alfabeto por el cual dada la combinación y orden de los puntos se pueden representarse las letras, los signos de puntuación, los números, la grafía científica, los símbolos matemáticos, la música, etc., eliminando muchas de las barreras que se le presentan a las personas con discapacidad visual.

- **Bastón:** Así como a una persona común le es útil, para una persona con discapacidad visual el uso del bastón se convierte en una extensión de sí mismo debido que mediante de este puede reconocer o detectar el entorno por el que se desplaza.

Dicha persona al desplazarse va tanteando el suelo con su bastón y así andar de una forma más segura, pues con él puede detectar sobre qué tipo de suelo está caminando, si hay escaleras o si hay un obstáculo delante poder tomar alguna decisión correspondiente y evitar sufrir algún percance.

Para la identificación entre los usuarios de bastón se ha buscado una estandarización que puede variar dependiendo el país o el usuario, pero generalmente existen 4 y se identifica a partir del color [17]:

- **Bastón blanco:** es más reconocido por la población y determina que su usuario es una persona ciega.
- **Bastón Rojo y blanco:** Estos colores fueron entregados por la asociación mundial de sordociegos, se utilizan para indicar que la discapacidad de la persona que lo utiliza es doble, es decir que no puede ni ver ni escuchar.

- **Bastón Verde:** Este color comenzó a integrarse a partir del año 2002, lo utilizan las personas cuya visión es muy poca.
- **Bastón Amarillo:** Este color puede ser utilizado en sustitución del bastón blanco o verde, por lo que, la persona puede ser parcialmente ciega o completamente invidente.

Con el avance de la tecnología y en busca de ser una sociedad incluyente, se puede encontrar diferentes bastones con diferentes componentes, entre ellos encontramos los bastones plegables, los bastones con punta inferior redondeada o con rueda, los bastones con GPS y complementos, los bastones con cámara capaz de identificar objetos y complementos y así existen bastones sencillos o complejos dependiendo el usuario y su capacidad de acceder a uno.

- **Perros guía:** Del mismo modo que los bastones, el perro guía, perro lazarillo o perro asistencial como también se les llama, llega a formar parte de la persona con discapacidad visual como una extensión de sí misma. La utilización de un perro guía brinda muchos beneficios, además de contar con los beneficios propios de tener una mascota, proporcionando seguridad, acompañamiento, direccionamiento al momento de desplazarse y mejora el bienestar de la persona con discapacidad visual.

Estos perros pasan por unos adiestramientos desde su nacimiento, durante su primer año son alojados con una familia que lo adopta por dicho tiempo cumpliendo las normas dadas por los entrenadores, al cabo del tiempo es entregado al centro de entrenamiento donde continúa su proceso el cual tarda entre 2 a 5 años hasta estar certificado para brindar apoyo a una persona con discapacidad visual o a personas con autismo, el tiempo de servicio es aproximadamente es de 10 años. La raza más utilizada como perro es guía es el cruce de Labrador y Golden, seguido por el Labrador Retriever, El Golden Retriever y Pastor Alemán [18], [19].

- **Tecnología:** Con los avances de la tecnología, las comunidades de personas ciegas tienen más herramientas a su servicio entre estas encontramos varios

softwares que permiten el uso normal de una computadora estándar mediante la lectura de pantalla.

Estos softwares leen la información presentada en el monitor y la comunican al usuario principalmente por el canal auditivo, las funcionalidades varían dependiendo el software escogido, entre lo más común se puede encontrar los sintetizadores de voz que permiten ajustar parámetros como el idioma, la velocidad, la melodía, etc., permitiendo la personalización de una voz propia, además soportan líneas braille y otras funciones que facilitan la interacción.

Entre los lectores de pantalla más comunes encontramos a JAWS (Job Access With Speech), perteneciente a Freedom Scientific, esta NVDA (Non Visual Desktop Access), desarrollado por NV Accesses siendo este un lector de pantalla libre y gratuita, también se encuentra Dolphin Supernova Screen Reader perteneciente a Dolphin Computer Access. Los softwares mencionados están dirigidos a las versiones de Windows 7 y las posteriores. También existen otros softwares similares basados en otros sistemas operativos que ofrecen herramientas como lo es VoiceOver dirigido a macOS, macOS X y iOS, Orca para Linux, TalkBack para Android y muchas otras [20].

También existen diferentes adaptadores o gadget que permite escribir o leer mediante el sistema braille como lo son las pantallas táctiles, relojes, teclados, impresoras, etc., que soportan sistema braille, también están los lectores móviles en sus diferentes formas ya sean para leer pantallas o texto de forma física, buscando el aumento de audiolibros y de contenido que pueda ser comunicada por el canal auditivo permitiendo el acceso a la información [21].

5.2 Geolocalización

Es la capacidad de conocer la posición geográfica (coordenadas) o ubicación de un objeto ya sea un teléfono, una tableta, un ordenador, un coche, etc. Con la gran evolución tecnológica la gran mayoría de personas posee al menos un aparato que puede proporcionar esta información para ser localizado [22].

Para encontrar la ubicación contamos con varios modos de geolocalizar, entre los más comunes tenemos:

- **GPS** [22], [23], [24] : Es el sistema posicionamiento global creado por el departamento de defensa de los Estados Unidos de América, en el que cada satélite emite una señal cada cierto tiempo marcando la localización real del dispositivo conectado a ella mediante la triangulación.
- **WIFI** [22]: También conocido como WPS (Wifi Positioning System), este sistema usa mapas de señales inalámbricas de Wifi y bases de datos de miles de millones de Wifi hotspots, creados y recopilados por distintas compañías, para determinar la ubicación de un dispositivo con capacidad Wifi. Mediante la triangulación la cual trata de usar 3 o más puntos de referencia y ciertas distancias conocidas para calcular la ubicación exacta de un objeto.

5.3 Indoor Mapping - Posicionamiento interior

Se puede definir como un mecanismo que nos permite posicionar objetos y personas en entornos cerrados. En otras palabras, permite que los sensores o dispositivos móviles puedan ser rastreados en un entorno interno [25].

Los sistemas de posicionamiento en interiores (IPS) permiten la localización exacta de personas u objetos dentro de un edificio en tiempo real. Puedes considerarlo como GPS, pero para espacios interiores. El posicionamiento en interiores requiere tecnología completamente nueva. Esto se debe a que, debido a la obstrucción de la línea de visión causada por la construcción de muros y otros obstáculos, las señales

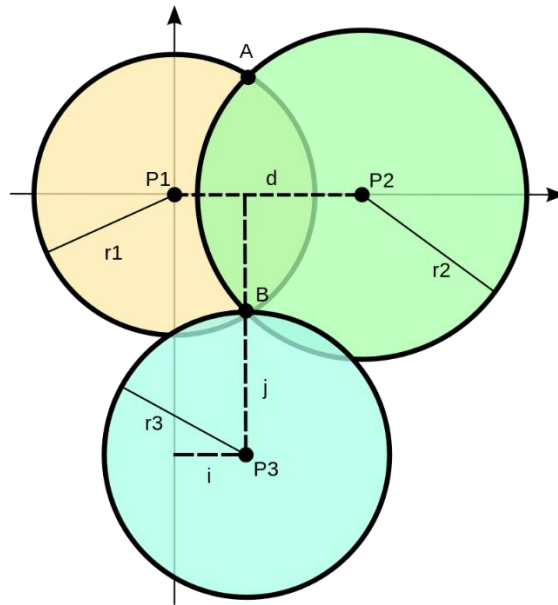
del GPS no son lo suficientemente fuertes en el interior para brindar resultados de posicionamiento de calidad suficiente [26].

El Indoor Mapping puede basarse en la combinación de muchas tecnologías diferentes, GPS, ultrasonido, WIFI, Bluetooth, sin embargo, todas ellas por separado solían tener limitaciones en cuanto a la duración, la distancia o simplemente no aporta una información suficientemente precisa, es por ello por lo que se ha optado por el uso de tecnologías de baja energía como el BLE– Bluetooth Low Energy. Además, se puede basar en Beacons o aprovecharse de los dispositivos móviles. Dada la falta de precisión de las tecnologías anteriores en entornos indoor, las aplicaciones de Indoor Mapping se han centrado en la combinación de estas con tecnologías sensitivas (visión, huellas, puntos de calor etc). [25]

No obstante, para obtener resultados satisfactorios se requiere en muchos casos la combinación de varias de ellas. De entre las diferentes técnicas, consideramos que las dos que mejores resultados nos dan son triangulación y huellas:

- Triangulación: Permite conseguir resultados bastante precisos. Se establecen tres puntos de referencia con coordenadas preestablecidas basados principalmente en lo que se conoce como RSSI (la fuerza de la señal recibida).
- Huellas: Esta es la técnica más usada a través de Wifi para Indoor Mapping. Se lleva a cabo en dos fases, una primera donde se colectan los datos almacena y analizan y una segunda donde se comparan los datos recibidos en tiempo real con lo que teníamos en el momento 0 [25].

Ilustración 2 Esquema principio de trilateración



Fuente es.wikipedia.org

Para la obtención de la localización se tuvo en cuenta el método de la selección del Beacon, que consiste en utilizar la intensidad de la señal recibida (RSSI) y el algoritmo de Trilateración, que como nos muestra en la Ilustración 2, tomamos el plano z como 0 para usar un cálculo bidimensional.

Para la determinar la posición se escogen los dos Beacons más cercanos en distancia al dispositivo, calculando la trayectoria más cercana que sería correspondiente al radio de intensidad; seguido de esto se buscan los puntos de corte de estos dos radios, en ese momento se tiene en cuenta el tercer dispositivo, que nos determinara el punto de corte de las tres intensidades, mostrando el punto inequívoco dentro del área triangulada.

5.4 Herramientas para posicionamiento en interior:

• **Beacons – Baliza** [27]: Son pequeños dispositivos basados en tecnología Bluetooth de bajo consumo, que emiten una señal que identifica de forma única a cada dispositivo. Esta señal puede ser recibida e interpretada por otros dispositivos (normalmente, un Smartphone), conociendo además la distancia a la que se encuentran.

Para el proyecto se compararon los disponibles en el mercado, eligiendo finalmente el FSC_BP104, de la marca Feasycom teniendo en cuenta el precio, el rango del alcance y los protocolos para que sean los más eficientes en el desarrollo de la aplicación.

Tabla 2 Comparación principales características Beacons en el mercado

Marca	Referencia	Rango	Protocolo	Soporta Android	Entrega	Costo Total
Estimote	Kit de localización	200 m	iBeacon, Eddystone	Si	Buena	\$ 550.000
Accent Systems	iBKS Plus	100 m	iBeacon, Eddystone	Si	Regular	\$ 320.000
Proximi PRO	Ultra Beacon Ki	100	iBeacon, Eddystone	Si	Regular	\$ 260.000
Kontakt.io	SB16-2	70 m	iBeacon, Eddystone	Si	Regular	\$ 282.000
beaconstac	Long-range	300 m	iBeacon, Eddystone	Si	Regular	\$ 550.000
Feasycom	FSC_BP104	500 m	iBeacon, Eddystone	Si	Buena	\$ 314.000

5.5 Tecnologías más usadas en los Beacons

iBeacon [28], [29]: Este protocolo está respaldado por Apple. Es una tecnología que permite nuevas posibilidades de reconocimiento de ubicación para aplicaciones. Aprovechando Bluetooth Low Energy (BLE), un dispositivo con tecnología iBeacon se puede utilizar para establecer una región alrededor de un objeto. Esto permite que un dispositivo iOS determine cuándo ha entrado o salido de la región, junto con una estimación de la proximidad a una baliza. Hay que tener en cuenta los componentes de hardware y software al usar la tecnología iBeacon. Los dispositivos con tecnología iBeacon pueden alimentarse con baterías de celda de moneda durante un mes o más, u operar durante meses a la vez con baterías más grandes, o pueden alimentarse externamente durante períodos prolongados de tiempo.

Una emisión de iBeacon proporciona la siguiente información a través de Bluetooth Low Energy:

Ilustración 3 Información proporcionada por un iBeacon

Campo	Talla	Descripción
UUID	16 bytes	Los desarrolladores de aplicaciones deben definir un UUID específico para su aplicación y caso de uso de implementación.
Mayor	2 bytes	Además especifica un iBeacon específico y un caso de uso. Por ejemplo, esto podría definir una subregión dentro de una región más grande definida por el UUID.
Menor	2 bytes	Permite una mayor subdivisión de región o caso de uso, especificado por el desarrollador de la aplicación.

Fuente <https://developer.apple.com/ibeacon/Getting-Started-with-iBeacon.pdf>

Los valores principales están destinados a identificar y distinguir un grupo; por ejemplo, a todas las balizas en un determinado piso o sala de su lugar se les puede

asignar un valor principal único. Los valores menores están destinados a identificar y distinguir a un individuo; por ejemplo, distinguir balizas individuales dentro de un grupo de balizas asignadas a un valor mayor.

Escenario de ejemplo: Digamos que eres un museo que ha comprado 1000 iBeacons. Las 1000 balizas usan el mismo UUID que les dice a los usuarios finales que estas balizas son propiedad del Museo.

Este museo tiene 5 exposiciones en funcionamiento, por lo que el museo asigna un valor mayor de 1 a 5 para identificar las balizas asignadas a una exposición en particular. Así que ahora hay 5 grupos de balizas con un valor principal asignado de 1, 2, 3, 4 o 5. Ahora, digamos que hay 200 pinturas y esculturas dentro de cada exposición. A todos los objetos expuestos se les asigna un iBeacon para entregar información única sobre cada pieza, por lo que utiliza el valor Menor para distinguir entre cada iBeacon.

Por lo tanto, ahora hay 5 grupos con 200 iBeacons cada uno, y a cada baliza se le asigna un valor menor de 1 a 200.

Ahora puede identificar con precisión cada iBeacon en el museo por su exposición asignada, y hasta cada pintura y escultura individual. También es así como puede dirigir a los invitados hacia una ubicación precisa, solicitándoles que busquen los números de identificación de baliza específicos.

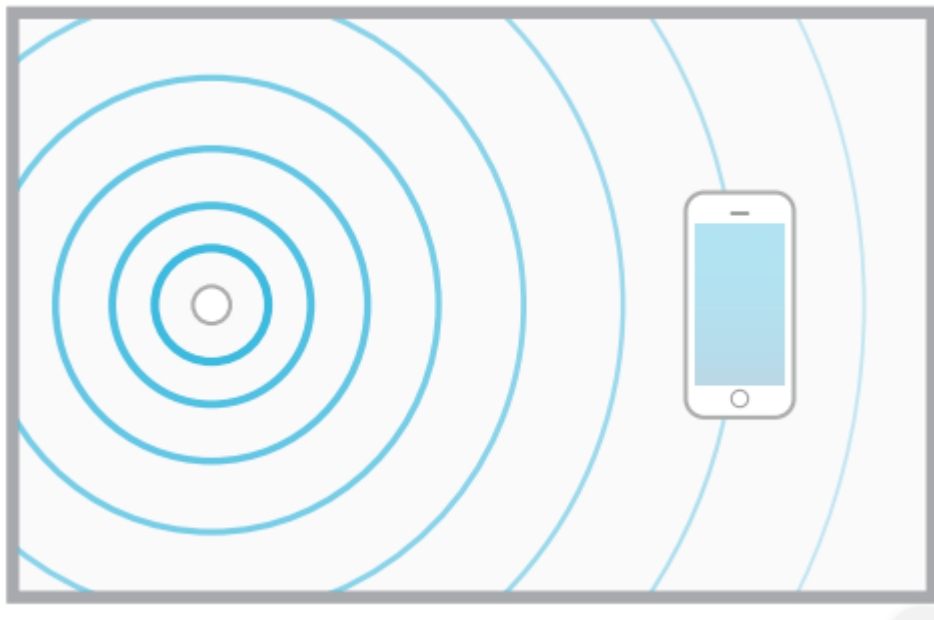
Para la exactitud de iBeacon es importante considerar cómo se detectan y utilizan las señales de una baliza para determinar la precisión. Cuando un dispositivo iOS detecta la señal de una baliza, usa la fuerza de la señal (RSSI o Indicación de fuerza de señal recibida) para determinar tanto la proximidad a la baliza como la precisión de su estimación de proximidad. Cuanto más fuerte sea la señal, más confianza tendrá iOS sobre la proximidad a la baliza. Cuanto más débil es la señal, menos confianza tiene iOS sobre la proximidad a la baliza.

Con las señales que se reciben de un dispositivo con tecnología iBeacon, la intensidad de la señal generalmente se correlaciona con la distancia entre un dispositivo y la baliza. En una condición ideal (es decir, una línea de visión sin

obstáculos entre la antena de un dispositivo y la baliza) cuanto más cerca esté la persona, más preciso será el resultado.

Cuando un dispositivo está lejos de una baliza, la intensidad de la señal será menor que cuando está cerca. Debido a esta intensidad de señal disminuida, iOS no tiene una gran confianza en la precisión de la estimación de proximidad a la baliza.

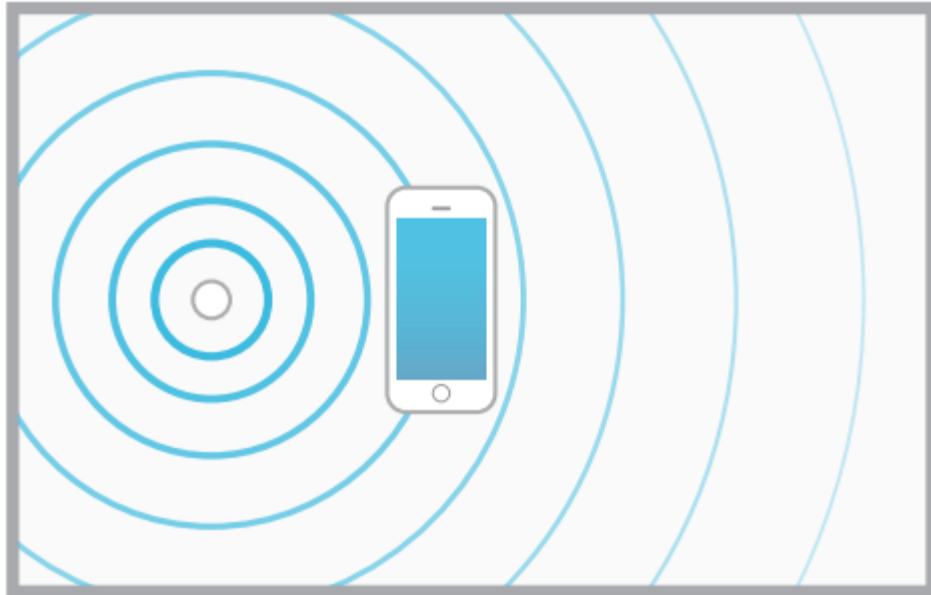
Ilustración 4 Simulación de intensidad de señal a larga distancia



Fuente <https://developer.apple.com/ibeacon/Getting-Started-with-iBeacon.pdf>

A medida que el dispositivo se acerca a la baliza, la intensidad de la señal recibida aumenta y, por lo tanto, aumenta la precisión de la estimación de proximidad, un dispositivo que esté más cerca de una baliza tendrá una mayor confianza sobre su proximidad a la baliza que emite la señal.

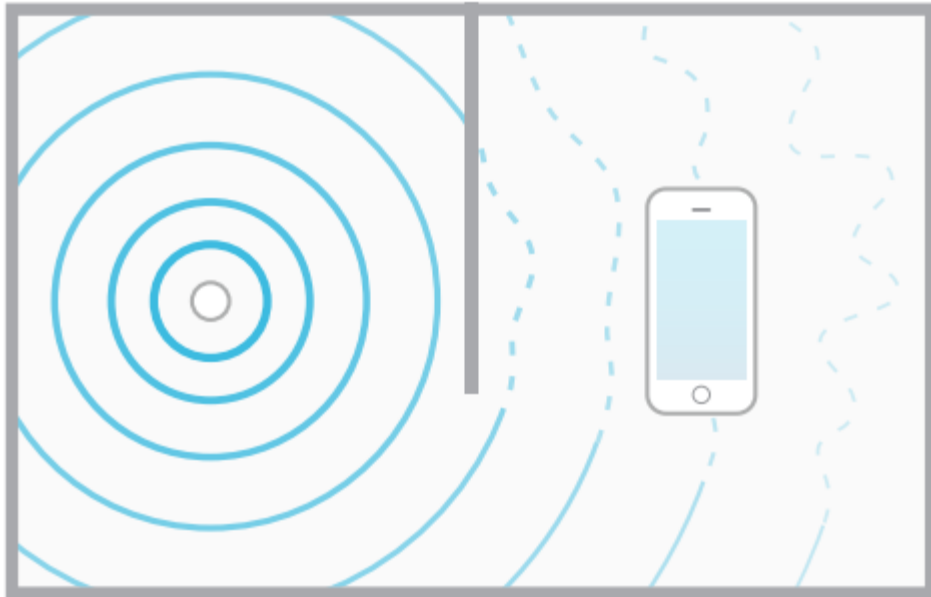
Ilustración 5 Simulación de intensidad de señal a larga distancia



Fuente <https://developer.apple.com/ibeacon/Getting-Started-with-iBeacon.pdf>

Del mismo modo que la intensidad de la señal GPS puede verse disminuida por objetos físicos como edificios o al ser colocados en una mochila, cartera o bolsillo, también puede disminuir la intensidad de la señal de una baliza. La atenuación de la señal, o la pérdida de intensidad de una señal, puede ser causada por muchos factores. Los materiales físicos que rodean la baliza, como una la pared entre el dispositivo y la baliza, afectarán la intensidad de la señal recibida. Esto puede hacer que el dispositivo crea que la baliza está más lejos de lo que realmente está.

Ilustración 6 Simulación de intensidad de señal obstruida por un objeto



Fuente <https://developer.apple.com/ibeacon/Getting-Started-with-iBeacon.pdf>

Limitaciones físicas: Los dispositivos iBeacon utilizan Bluetooth Low Energy para transmitir señales. BLE se basa en la frecuencia de 2,4 GHz y, como tal, está sujeto a la atenuación de diversos materiales físicos, como paredes, puertas u otras estructuras físicas. La frecuencia de 2,4 GHz también puede verse afectada por el agua, lo que significa que el cuerpo humano también afectará las señales. Es importante tener esto en cuenta porque cuando la señal Bluetooth se atenúa o disminuye, esto afecta la intensidad de la señal recibida por un dispositivo iOS. Como se discutió anteriormente, cuando la intensidad de la señal recibida disminuye, la capacidad de un dispositivo iOS para estimar la proximidad a un dispositivo iBeacon disminuye.

Eddystone [30]: Respaldo por Google, Al igual que iBeacon comparte las mismas características que conlleva a implementar Bluetooth Low Energy, el modo

de estimar la distancia de un dispositivo y sus interferencias, su precisión, etc. aplica de igual modo a lo explicado anteriormente.

Eddystone se diferencia de otros formatos de baliza como iBeacon o AltBeacon en que define múltiples marcos diseñados para ser enviados por la misma baliza física. Estos tres marcos sirven para diferentes propósitos, y puede decidir usar uno o más de los marcos dependiendo de su aplicación. Las balizas se pueden configurar para enviar más de una de estas tramas al mismo tiempo.

Eddystone-UID: Este es el marco primario de Eddystone que consta de tres campos, dos de los cuales son identificadores.

Identificador de espacio de nombres: Este identificador de 10 bytes generalmente se usa para indicar su empresa u organización, por lo que sabe que es su baliza.

Identificador de instancia: Este es un identificador de seis bytes destinado a identificar de forma exclusiva la baliza. Cada baliza se debe configurar con una identificación de instancia diferente.

Las balizas Eddystone se identifican por dos campos (espacio de nombres e instancia), mientras que AltBeacon e iBeacon usan tres campos (UUID de proximidad, mayor y menor).

Calibración de potencia: El tercer campo en el cuadro Eddystone-UID es el campo de calibración de potencia, que es un entero con signo de un byte de la fuerza del transmisor de baliza en dBm a cero metros. Este valor se puede usar como entrada para estimar la distancia de la baliza en función del Indicador de intensidad de la señal recibida (RSSI) medido por un dispositivo móvil.

Para obtener las mejores estimaciones de distancia posibles, es importante calibrar su baliza y configurarla con el valor de calibración de potencia adecuado para la configuración de potencia del transmisor.

Es importante tener en cuenta que Eddystone utiliza un valor de calibración de 0 metros y no un valor de calibración de 1 metro como AltBeacon e iBeacon. Debido a que no es práctico medir realmente la potencia del transmisor a cero metros, el enfoque típico es medir la potencia del transmisor a un metro y luego ajustar la medición agregando 41 dBm. Se utiliza un factor de corrección de 41 dBm para convertir entre la intensidad de la señal a 1 metro y la intensidad de la señal a 0 metros.

Eddystone-EID: Es un formato similar a Eddystone-UID, pero con un único identificador encriptado AES de 8 bytes que gira cada pocos minutos, horas o días según la configuración. Un EID de transmisión de baliza debe estar registrado en la API de baliza de proximidad de Google utilizando un proyecto registrado con una cuenta de Google.

Eddystone-URL: Este marco es una nueva variante del UriBeacon de Google, también conocido a veces como la baliza web física. La compañía buscará trasladar a las personas del formato UriBeacon al formato Eddystone-URL.

Este marco tiene un propósito diferente que el marco primario Eddystone-UID. Por lo general, elige usar uno u otro y no ambos juntos. A diferencia de la trama UID, que solo transmite identificadores numéricos abstractos, la trama URL envía una URL comprimida dentro de la transmisión de baliza. Esto permite que los dispositivos móviles abran esa dirección web en un navegador inmediatamente después de detectar el paquete de baliza.

Debido a que solo 17 bytes están disponibles para almacenar la URL en el paquete de baliza, estas URL deben ser bastante cortas. Además del campo URL comprimido, este marco también contiene un campo de calibración de potencia exactamente como el del marco UID.

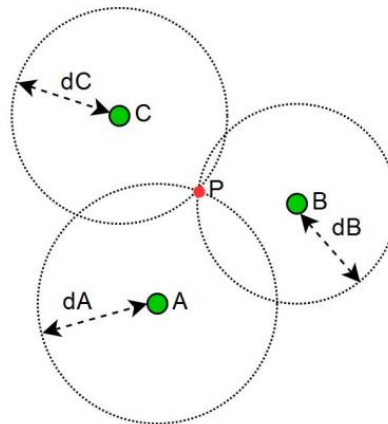
Eddystone-TLM: El marco de telemetría es una transmisión suplementaria destinada para ir junto con los marcos de UID o URL. Normalmente se transmite

con menos frecuencia que otras tramas, porque la puntualidad de la información que contiene es menos importante. Proporciona información adicional que puede usarse para informarle sobre el estado y la salud de la baliza, que incluye: versión, temperatura, nivel de batería, tiempo de actividad, PduCount entre otros datos de información dependiendo el modelo

Trilateración [31], [32]: Es una técnica para determinar la posición que involucra únicamente la distancia entre varios puntos. Para que la misma sea aplicable en un plano bidimensional, es necesario conocer las distancias entre la posición a determinar (P) y al menos otros tres puntos preestablecidos (A, B, C) de los cuales ya se conoce su ubicación exacta.

Si dibujamos círculos imaginarios alrededor de cada uno de los puntos, siendo el radio de cada uno de ellos su correspondiente distancia hasta el punto a determinar concluimos que éste se encuentra en la intersección entre todos los círculos.

Ilustración 7 Trilateración



Fuente <https://revista.jovenclub.cu/la-navegacion-por-satelite-satellite-navigation/>

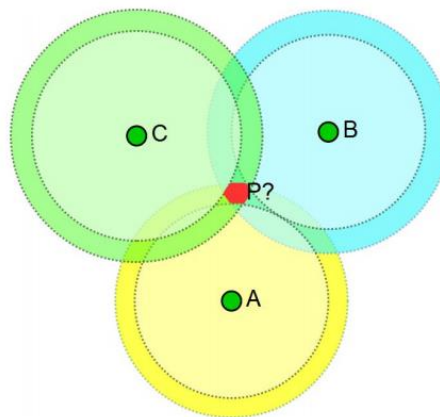
En el contexto de localización indoor, los puntos fijos son Beacons BLE, puntos de acceso o dispositivos de los cuales se pueda medir el RSSI. Sabiendo la posición de los dispositivos y realizando un cálculo para obtener la distancia entre el punto a determinar y ellos), se puede aplicar la técnica de trilateración. La fórmula más utilizada para el cálculo de distancia a un dispositivo emisor es:

$$d = 10 \frac{\text{TxPower} - \text{RSSI}}{10n}$$

Siendo n una constante que depende del entorno donde se desarrolla la medición, TxPower un valor preestablecido para el dispositivo emisor que representa el valor esperado de RSSI a un metro de distancia, y RSSI el valor actual medido.

El problema que presenta esta técnica es que la distancia entre el punto y los dispositivos emisores no es exacta, y por ende las intersecciones entre los círculos no serán puntos, sino zonas.

Ilustración 8 Trilateración zonas



Fuente <https://acolita.com/como-funcionan-los-dispositivos-gps-trilateracion-vs-triangulacion/>

Si bien se obtiene un margen de error amplio, la sencillez de su implementación hace que sea uno de los métodos de localización en interiores más utilizados.

5.6 Comandos de voz

Los comandos de voz sirven para controlar las aplicaciones o sistemas sin necesidad de utilizar el teclado o la pantalla. A menudo, estos sistemas de comandos de voz se llevan a cabo por medio del teléfono y permiten al usuario comunicar información o comandos directamente a través de un menú de navegación controlado por voz y sin el uso de otros recursos. Estos sistemas también se denominan sistemas IVR (sistemas de respuesta de voz interactiva). El control de los comandos de voz puede estar automatizado total o parcialmente [24]. Los sistemas IVR inteligentes están constituidos por varios componentes. El componente central es el reconocimiento de voz, que en los sistemas modernos suele ser capaz de interpretar los comandos de voz exactamente en términos de gramática y semántica. Junto al reconocimiento de voz es necesario interpretar el diálogo mediante el procesamiento electrónico de datos (PED), para así convertir los comandos de voz en órdenes que pueda reconocer un ordenador. Para interpretar los comandos de voz se dispone de funciones de síntesis text-to-speech. Estas convierten los textos comunicados en información de voz por medio de voces generadas por ordenador [33].

5.7 Herramientas para el desarrollo de Apps

Una App es una aplicación de software que se instala en dispositivos móviles o tabletas para ayudar al usuario en una labor concreta, ya sea de carácter profesional o de ocio y entretenimiento [34].

Dependiendo sobre qué sistema operativo se desea desarrollar la aplicación varía las herramientas a utilizar donde existen entornos de desarrollo enfocados a un sistema operativo en específico (Android Studio, Eclipse, NetBeans, Xcode, AppCode) como lo hay entornos que permiten desarrollar para dos o más sistemas operativos (Visual Studio, Xamarin Studio, Flutter) con sus debidos procesos.

También existen múltiples plataformas que se pueden emplear para la creación de apps, cada una con sus ofertas de servicios y con ella su complejidad, rapidez y otros factores que contribuyen a la creación de la app, muchas de estas buscan ser accesibles al mayor público posible, mitigando o encubriendo los procesos de programación y líneas de código mediante métodos gráficos entre otras formas brindando así un entorno de desarrollo más comprensible con los usuarios sin muchos conocimientos, entre esta categoría podemos encontrar Appery.io, Mobileroadie, TheAppBuilder, Good Barber, IBuildApp, etc. [35].

5.8 Lenguaje de programación

Entre los lenguajes de programación investigados y con probabilidad de ser escogidos se encontraba C#, Dart, Kotlin y Java. Para el desarrollo de la aplicación se eligió el lenguaje java por las siguientes razones [36]:

- Unos de los lenguajes de programación más populares para el desarrollo de Apps y en general.
- Abundante documentación, soporte y ayuda de la comunidad.
- Es un lenguaje multiplataforma que Soporta el desarrollo para Apps Móviles y Desktop.
- Con la creación del sistema Android por parte de Google se popularizó en uso de Java para el desarrollo de Apps.
- Este lenguaje es manejado moderadamente por los estudiantes que desarrollan el proyecto, además la información encontrada está orientada a este lenguaje.

5.9 Base de Datos

Se define una base de datos como una serie de datos organizados y relacionados entre sí, los cuales son recolectados y explotados por los sistemas de información de una empresa o negocio en particular [37].

Entre las principales características de los sistemas de base de datos podemos mencionar:

- Independencia lógica y física de los datos.
- Redundancia mínima.
- Acceso concurrente por parte de múltiples usuarios.
- Integridad de los datos.
- Consultas complejas optimizadas.
- Seguridad de acceso y auditoría.
- Respaldo y recuperación.
- Acceso a través de lenguajes de programación estándar.

Android proporciona compatibilidad completa con bases de datos de SQLite. Cualquier base de datos que se cree será accesible solo mediante la aplicación. Sin embargo, en lugar de usar las API de SQLite directamente, el equipo desarrollador de Android recomienda que se creen las bases de datos e interactúen con ellas mediante la persistencia de biblioteca de Room [38].

La biblioteca de Room proporciona una capa de abstracción de mapeo de objetos que permite un acceso fluido a la base de datos mientras se aprovecha toda la potencia de SQLite.

Aunque todavía se pueden guardar datos directamente con SQLite, las API de SQLite son de nivel bastante bajo y requieren mucho tiempo y esfuerzo para su uso. Por ejemplo:

- No hay verificación en tiempo de compilación de las consultas SQL sin procesar.

- A medida que cambia tu esquema, necesitas actualizar manualmente las consultas SQL afectadas. Este proceso puede llevar mucho tiempo y ser propenso a errores.
- Necesitas escribir mucho código predeterminado para realizar conversiones entre consultas SQL y objetos de datos Java.

La biblioteca de persistencias de Room se encarga de estas cuestiones por ti al mismo tiempo que proporciona una capa de abstracción sobre SQLite.

SQLite [39]: Es un motor de base de datos SQL transaccional de código abierto, ligero, autónomo, de configuración simple y sin servidor, que se caracteriza por almacenar información persistente de forma sencilla, SQLite gracias a sus características se diferencia de otros gestores de bases de datos, proporcionando grandes ventajas sobre ellos.

Así mismo, por ser de dominio público es gratuito tanto para fines privados como para comerciales, se puede descargar de forma libre desde su sitio oficial. Es importante mencionar que SQLite cuenta con varios enlaces a lenguajes de programación entre los que podemos destacar: Java, C, C ++, JavaScript, C #, Python, VB Script, entre otros.

Consideramos como puntos clave para la utilización de este motor de base de datos los siguientes: Configuración sencilla, no demanda el soporte de un servidor, es Software, genera un archivo para el esquema, almacena los datos de forma persistente.

5.10 Pruebas de software

En el campo de las pruebas de software, hay algunos métodos los cuales son usados con el objetivo de encontrar defectos y evaluar la calidad del producto. Dos de esos métodos son caja blanca y caja negra [40].

- **Pruebas de Caja Blanca** (White-Box Testing): Son pruebas estructurales. Conociendo el código y siguiendo su estructura lógica, se pueden diseñar pruebas destinadas a comprobar que el código hace correctamente lo que el diseño de bajo nivel indica y otras que demuestren que no se comporta adecuadamente ante determinadas situaciones. Ejemplos típicos de ello son las pruebas unitarias. Se centran en lo que hay codificado o diseñado a bajo nivel por lo que no es necesario conocer la especificación de requisitos, que por otra parte será difícil de relacionar con partes diseñadas a muy bajo nivel [41].

- **Pruebas de Caja Negra** (Black-Box Testing): Son pruebas funcionales. Se parte de los requisitos funcionales, a muy alto nivel, para diseñar pruebas que se aplican sobre el sistema sin necesidad de conocer como está construido por dentro (Caja negra). Las pruebas se aplican sobre el sistema empleando un determinado conjunto de datos de entrada y observando las salidas que se producen para determinar si la función se está desempeñando correctamente por el sistema bajo prueba. Las herramientas básicas son observar la funcionalidad y contrastar con la especificación [41].

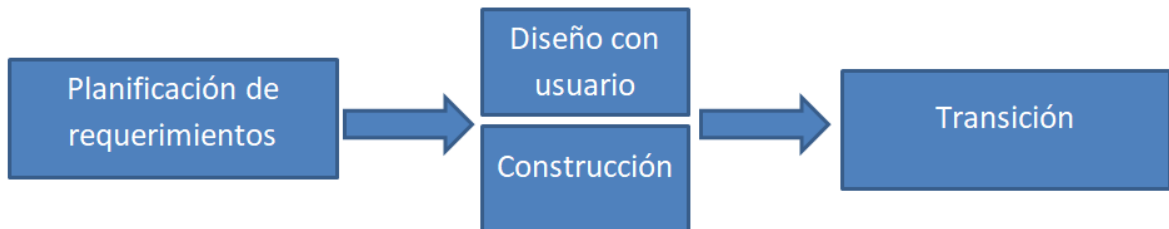
5.11 Metodología para el desarrollo del software

Se evaluaron las metodologías más utilizadas en el desarrollo de aplicaciones móviles, tales como lo son el modelo en cascada, el modelo espiral y el modelo RAD. Para seleccionar la metodología de desarrollo se consideraron aspectos como: tiempo de ejecución del proyecto, alcance, presupuesto, nivel de conocimiento del equipo de desarrollo y los requerimientos a implementar, se

evaluaron ventajas y desventajas de cada metodología y finalmente se eligió el modelo RAD.

A continuación, se documentan las principales características del modelo RAD:

Ilustración 9 Fases del Modelo RAD



Fuente 1 <https://diagramasuml.com/desarrollo-rapido-de-aplicaciones-rad-que-es-y-como-funciona/>

• **Descripción:** El desarrollo rápido de aplicaciones, por sus siglas en inglés RAD da énfasis a la entrega de un producto con disponibles mejoras a futuro, se suele usar cuando los plazos de entrega son muy cortos y se necesita un entregable inmediatamente [42].

• **Ventajas:**

- Se adapta para un posible uso de otra metodología a futuro
- Entrega rápida de prototipos funcionales
- Ahorro de tiempo y dinero
- Produce la documentación necesaria para el futuro desarrollo y mantenimiento

• **Desventajas:**

- Producto no terminado
- Mal manejo de los presupuestos
- Mal manejo y aprovechamiento del tiempo

- **Etapas:** Hay 4 fases distintas del modelo de Desarrollo rápido de aplicaciones, las cuales son: planificación de requisitos, descripción del usuario, construcción y corte.

- **Planificación de requerimientos:**

Esta es la primera fase del modelo de Desarrollo rápido de aplicaciones. Implica la adquisición de requisitos del proyecto de software en desarrollo. Sin embargo, el enfoque para lograr lo mencionado anteriormente es lo que diferencia al modelo RAD de otros modelos de desarrollo de software.

A diferencia de otros modelos de desarrollo de software, la primera fase del modelo RAD requiere un requisito amplio. Esta naturaleza amplia del requisito permite alimentar requisitos específicos al proyecto durante diferentes puntos del ciclo de desarrollo. Para la obtención de requisitos, se utiliza una amplia gama de técnicas, que incluyen lluvia de ideas, FAST (Técnica de desarrollo de aplicaciones facilitado), análisis de formularios, análisis de tareas y escenarios de usuario.

La fase de planificación de requisitos también incluye el plan estructurado completo. Describe: Los datos críticos, Los métodos para obtener datos críticos y el procedimiento de procesamiento de los datos críticos para formar el modelo final.

- **Diseño del usuario:**

La segunda fase del modelo de Desarrollo rápido de aplicaciones es la descripción del usuario. Implica recibir comentarios de los usuarios y luego construir varios prototipos del proyecto en desarrollo utilizando herramientas de desarrollo.

En lugar de trabajar con un conjunto estricto de requisitos, los desarrolladores de RAD crean una serie de prototipos con características y funciones distintas. Todos estos prototipos son revisados por el cliente (s) para decidir qué guardar qué descartar.

La fase de descripción del usuario incluye la reexaminación y validación de los datos recopilados durante la primera fase. Esta fase también incluye la identificación y elucidación de los atributos del conjunto de datos.

○ **Construcción:**

La fase de construcción incluye el refinamiento de los prototipos desarrollados en la fase anterior. También incluye el uso de potentes herramientas automatizadas para transformar los procesos y modelos de datos en el producto final operativo. Todas las mejoras y modificaciones recopiladas se aplican durante esta tercera fase del enfoque RAD. En esta fase se proporciona información sobre lo que es bueno, lo que es malo, qué conservar y qué eliminar.

La retroalimentación dada durante la fase de construcción no se limita a la funcionalidad, sino que también incluye estética, interconexión, etc. Luego, la creación de prototipos continúa con toda la retroalimentación recibida tomada en consideración. Tanto la creación de prototipos como la retroalimentación continúan hasta que se desarrolle un producto final que se ajuste a los requisitos del cliente de la manera más adecuada.

○ **Implementación:**

La última fase incluye la finalización de la estética, características, funciones, interfaz y todo lo demás relacionado con el proyecto de software. Las interfaces entre los diversos módulos independientes requieren pruebas adecuadas. Esto se hace en la fase de transición.

Para hacer lo mencionado anteriormente, se utilizan potentes herramientas automatizadas. Le sigue una prueba de aceptación por parte del cliente. Asegurar un nivel deseable de mantenimiento, estabilidad y usabilidad del software desarrollado es obligatorio antes de entregar el producto final al cliente.

5.12 Materiales

Los materiales necesarios para la implementación y funcionamiento del proyecto se indican a continuación.

- **Tres (03) dispositivos Beacons:** Para el proyecto se utilizaron dispositivos de la marca Feasycom, con las características descritas en la Tabla 3

Ilustración 10 Dispositivo Beacon Feasycom

FEASYCOM)))



FSC-BP104

SIZE: W:61.4mm H:18.7mm

Fuente 2 <https://www.feasycom.com/product-bluetooth-5-beacon-long-battery-life-long-range.html>

Tabla 3 Características de Beacon Feasycom

Model	FSC-BP104
Chipset	TI CC2640R2F
Bluetooth versión	V 5.0
Size (L*W*H mm)	62.2*62.2*18.8
Powerd Supply	AAA battery * 2
Max Work Range	Up to 500M
Beacon Protocol	iBeacon/Eddystone/AltBeacon
Support System	IOS7.0+, Android4.3+

• **Un (01) dispositivo Smart móvil:** Dispositivo usado para el desarrollo de pruebas y el uso final de la aplicación, que integra Bluetooth, acceso a internet, micrófono, acelerómetro, sensor de campo magnético terrestre y un sistema operativo Android que sea compatible con los dispositivos Beacons anteriormente mencionados.

• **Software Android Studio:** Usado para el desarrollo de la aplicación, con la versión 3.6.3

6. DISEÑO METODOLÓGICO

La metodología utilizada para el desarrollo del proyecto es RAD, fue seleccionada por las siguientes razones:

- Es una metodología para desarrollos a corto plazo, normalmente se demora entre dos a tres meses y la realización del proyecto de grado está planificada para realizarse en 4 meses.
- Dado que el propósito de Mi Lazarillo Unab es guiar el desplazamiento de una persona con discapacidad visual dentro de la Unab y que al ser espacios muy cortos se dificulta la realización de dicho propósito, RAD nos permite la creación de prototipos con características y funciones distintas buscando la solución más eficiente.

A continuación, se describe cada una de las etapas realizadas para el desarrollo del proyecto:

6.1 Planificación de requerimientos:

Para el levantamiento de requerimientos se realizaron entrevistas con:

- Personal de bienestar universitario que está encargado de la atención a las personas con discapacidad visual.
- Personas con discapacidad visual vinculadas a la UNAB.
- Docentes que están directamente vinculado con las personas con discapacidad visual.

El objetivo de estas actividades es comprender el entorno en el que se desarrolla el proyecto y así obtener los requerimientos que debe satisfacer la aplicación Mi Lazarillo UNAB. Los requerimientos se documentan en el formato del “Documento de desarrollo” diseñado por los desarrolladores.

6.1.1 Requerimiento número uno

Tabla 4 Requerimiento número uno

ID	01
Nombre	Búsqueda de lugares
Critico	Si
Prioridad de desarrollo	Alta
Entrada	Sitio para ubicar
Salida	Ruta de acceso al destino
Precondición	Tener la aplicación descargada y activa Conexión a los dispositivos de localización Acceso a internet
Descripción	El usuario hace la búsqueda por medio de comandos de voz del sitio del que necesita conocer su ubicación dentro de la plazoleta de la UNAB con el nombre del lugar u oficina y tendrá su respuesta por audio
Postcondición	La aplicación pasa a modo de ruta asistida o a proceso de cancelación es decir desiste de tomar la asistencia sobre la ruta
Manejo de situaciones anormales	La aplicación no tiene acceso a internet o micrófono El celular no cuenta con micrófono La aplicación no estableció comunicación con los dispositivos de localización (Beacons) Sitio no encontrado o no existe Error en el reconocimiento de datos por voz

6.1.2 Requerimiento número dos

Tabla 5 Requerimiento número dos

ID	02
Nombre	Ruta asistida
Critico	Si
Prioridad de desarrollo	Alta
Entrada	Localización del usuario con el dispositivo móvil
Salida	Audio con las indicaciones de la ruta a seguir
Precondición	Tener activo la comunicación con los dispositivos de localización (Beacons) Haber realizado la búsqueda del lugar satisfactoriamente Acceso a internet
Descripción	El usuario hace la búsqueda por medio de comandos de voz del sitio del que necesita conocer su ubicación dentro de la plazoleta de la UNAB con el nombre del lugar u oficina y tendrá su respuesta por audio
Postcondición	La aplicación le describe la ruta a tomar, mediante puntos del desplazamiento, en cada punto le indica un cambio o una advertencia sobre su ruta hasta llegar a su destino. Las indicaciones de la ruta se mostrarán en pantalla y se leerán al usuario. En cualquier momento puede cancelar la asistencia.

Tabla 5 (Continuación)

Manejo de situaciones anormales	<p>La aplicación no tiene acceso a internet, bluetooth o micrófono</p> <p>El celular no cuenta con bluetooth, micrófono, acelerómetro o sensor de campo magnético terrestre</p> <p>La aplicación no estableció comunicación con los dispositivos de localización (Beacons)</p> <p>Error al reproducir audio sobre las indicaciones de la ruta a seguir</p> <p>Error al mostrar indicaciones en pantalla</p> <p>Error al reconocer el comando de cancelar la asistencia</p>
--	--

6.1.3 Requerimiento número tres

Tabla 6 Requerimiento número tres

ID	03
Nombre	Cancelación de ruta asistida
Critico	Si
Prioridad de desarrollo	Alta
Entrada	Acción de cancelación de ruta asistida
Salida	Menú principal
Precondición	<p>Tener activo la comunicación con los dispositivos de localización (Beacons).</p> <p>Estar dentro de una ruta con el modo asistido.</p> <p>Acceso a internet</p>
Descripción	<p>En el momento que el usuario está en el Modo Asistido, puede decirle a la aplicación por comando de voz "CANCELAR" para finalizar esta actividad y poder volver a la pantalla principal</p>

Tabla 6 (Continuación)

Postcondición	El usuario ingresa la acción de cancelar ruta por comando de voz o por la opción en pantalla.
Manejo de situaciones anormales	Error al reconocer el comando de cancelar la asistencia No hay acceso a internet o al micrófono El celular no posee micrófono

6.2 Diseño del usuario

En esta etapa se realizaron las siguientes actividades:

- Diseño de la arquitectura general identificando todos los elementos que utiliza la aplicación
- Diseño de la base de datos
- Diseño de las diferentes opciones del sistema, interfaces de usuario
- Diseñó un icono para la aplicación
- Definición de las condiciones que tiene una persona con discapacidad visual, definición de aspectos funcionales como facilidad de operación, manejo de instrucciones por voz
- Realización del diagrama de secuencias.

6.2.1 Icono de la aplicación

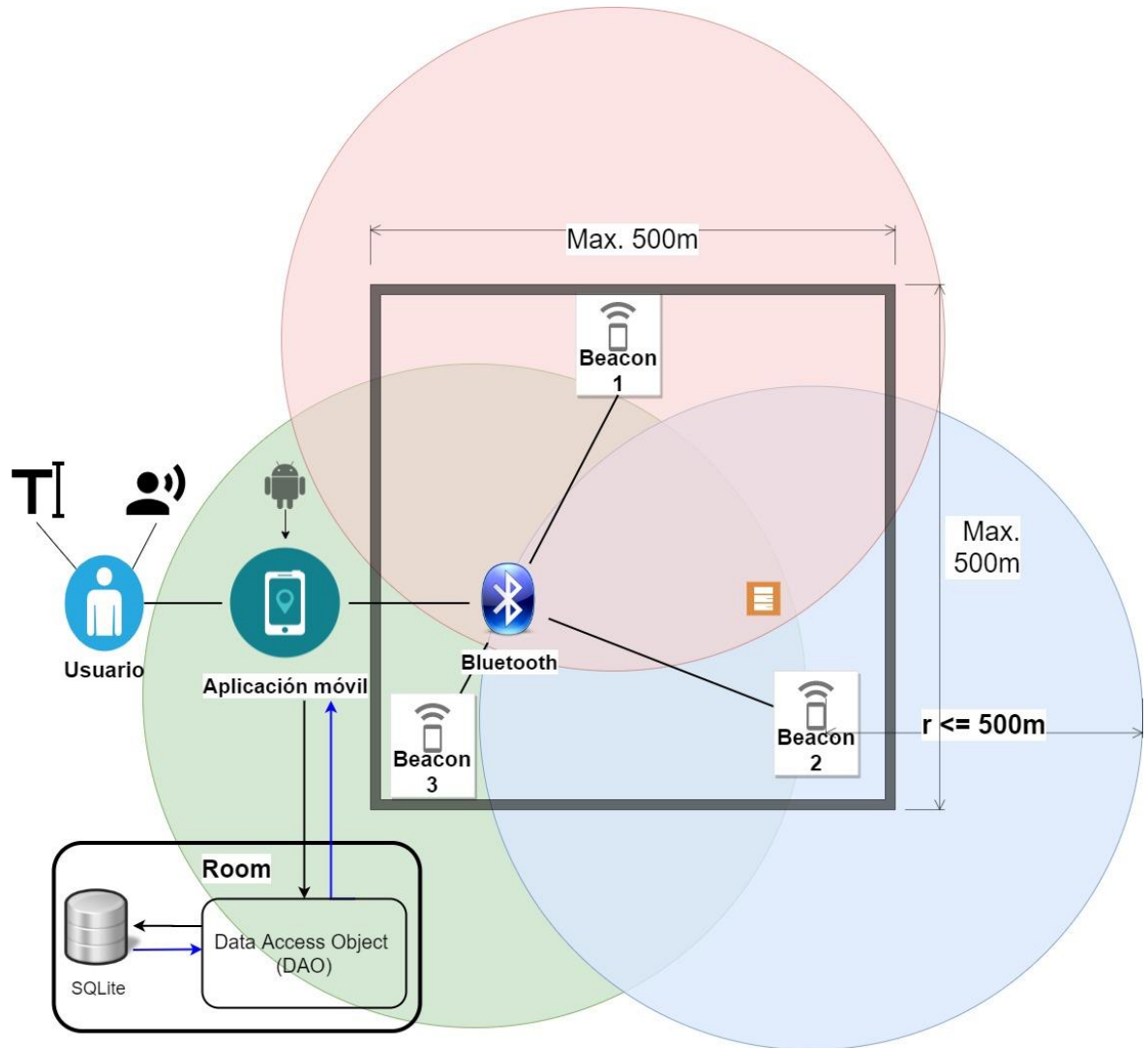
Ilustración 11 Icono de la aplicación Mi Lazarillo Unab



Fuente: Elaboración propia

6.2.2 Arquitectura general

Ilustración 12 Arquitectura general Mi Lazarillo Unab



Fuente: Elaboración propia

La arquitectura general para la implementación del proyecto estará compuesta por 3 dispositivos Beacons los cuales se enlazan vía bluetooth con la aplicación móvil implementada en un dispositivo con sistema operativo Android.

De acuerdo con las especificaciones del fabricante, cada dispositivo Beacons tiene un alcance máximo de señal 500m aproximadamente, es decir los dispositivos deben ubicarse en un área que no supere estas dimensiones, los 3 dispositivos deben ubicarse de manera que se intercepten sus radios de acción para poder realizar los cálculos respectivos del algoritmo de posicionamiento.

Desde la aplicación instalada en un dispositivo móvil, el usuario tendrá la opción de buscar un sitio por comando de voz, el sistema detecta los Beacons formando una red y en base a la posición del celular y los 3 Beacons puede determinar la distancia entre el dispositivo (celular) hasta el Beacons más próximo devolviendo la distancia en metros.

Para la ejecución, se le debe dimensionar la zona a la aplicación y los puntos de referencia con respecto a los beacons, en los cuales según la intensidad de señal recibida ubicara al usuario mediante el algoritmo de localización basado en el método de trilateración.

La aplicación cuenta con una base de datos SQLite dentro de la biblioteca de persistencia Room, en donde se almacenan los datos de los puntos de referencia, esta es accedida a través de la interfaz de acceso DestinoDAO, esta información obtenida es usada para la comprobación de que el sitio de destino sea válido y para conocer el punto en el que se encuentra la persona en el momento de activar el modo asistido.

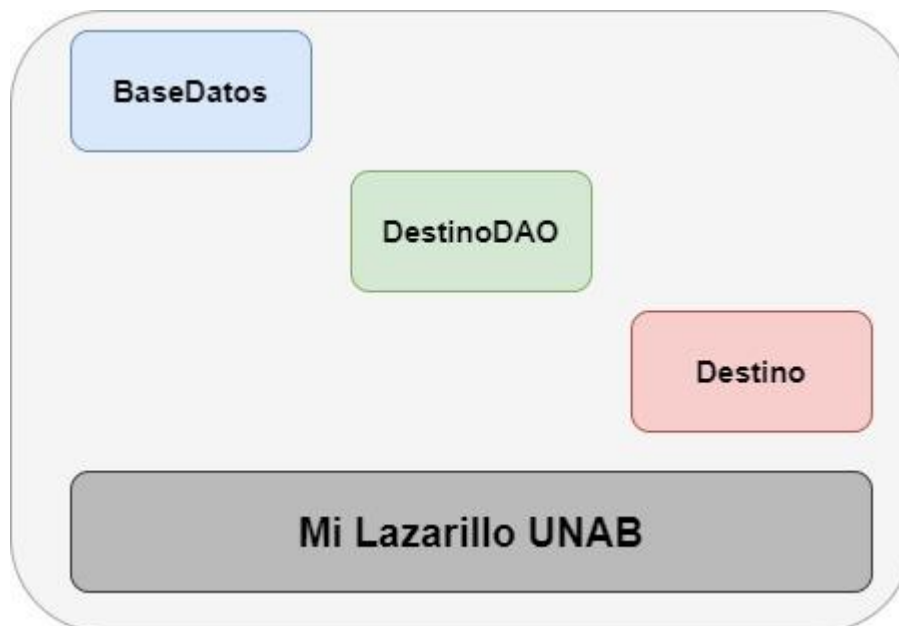
Durante las pruebas realizadas se pudo comprobar que para los Beacons usados para el proyecto el radio de acción efectivo identificado entre cada dispositivo fue de 15 metros aproximadamente. El alcance de cada dispositivo depende de la calibración que se le realice, en nuestro caso no se cuenta con documentación sobre cómo realizar la calibración así que se trabajó con la configuración que trae el dispositivo por defecto. El área definida para las pruebas fue un espacio de 9 metros de largo por 12 metros de ancho.

6.2.3 Base de datos

Para el desarrollo del proyecto se utiliza una base de datos local con el uso de la biblioteca de persistencia Room, la cual le proporciona al proyecto una capa de abstracción sobre SQLite, permitiendo el acceso a la base de datos.

Los componentes de la arquitectura de Room como se ven en la Ilustración 13 son la entidad Destino la cual es perteneciente a una clase java de la aplicación y los atributos se observan en la Ilustración 14, el objeto de acceso a los datos DestinoDAO, el cual es una interfaz común entre la aplicación y la base de datos permitiendo el acceso a los datos, además de poder añadir y borrar datos de los destinos, como tercer componente tenemos BaseDatos, una clase abstracta, que extiende de la clase RoomDatabase, la cual se encarga de inicializar la instancia de la base de datos y permitir el acceso a los datos de los destinos a través de los DAOs definidos.

Ilustración 13 Componentes base de datos



Fuente Elaboración propia

Ilustración 14 Atributos de la clase destino

```
private String nombre;  
private double ymin;  
private double ymax;  
private double r1min;  
private double r1max;  
private double r2min;  
private double r2max;  
private double r3min;  
private double r3max;  
private String descripcion;
```

Fuente Código aplicación Mi Lazarillo UNAB

6.2.4 Diseño de interfaces

A continuación, se muestra el diseño realizado para las interfaces, las cuales fueron elaboradas en Android Studio.

- **Pantalla principal:**

La pantalla principal, como se observa en la Ilustración 15, muestra un icono de una casa y se titula “home”, tiene el botón de empezar a hablar, el cual es accesible gracias a su gran tamaño dentro de la pantalla y con su activación comienza el reconocimiento de voz y cambia la imagen del botón. También ilustra un monitor en el que se muestra el texto reconocido.

Ilustración 15 Pantalla principal Mi Lazarillo UNAB



Fuente Aplicación Mi Lazarillo UNAB

- **Pantalla de búsqueda:**

La pantalla de búsqueda que se puede observar en la Ilustración 16, tiene el título “Búsqueda” con un icono en la parte superior de una casa con una lupa, tiene la opción de dictar comandos de voz al presionar el botón “empezar a oír”, el cual ocupa gran parte de la pantalla para la facilidad de usarlo. Tiene una imagen de un monitor en el que mostrara los comandos de voz que ha reconocido.

Ilustración 16 Pantalla de búsqueda Mi Lazarillo UNAB



Fuente Aplicación Mi Lazarillo UNAB

- **Pantalla modo asistido:**

La pantalla modo asistido que se puede observar en la Ilustración 17, tiene por título “Asistido”, con un icono de recorrido de mapa, posee un botón de gran tamaño en la pantalla para introducir comandos de voz, una imagen de un monitor donde muestra los comandos que ha reconocido y presenta las indicaciones comunicadas por audio al usuario.

Ilustración 17 Pantalla modo asistido Mi Lazarillo UNAB

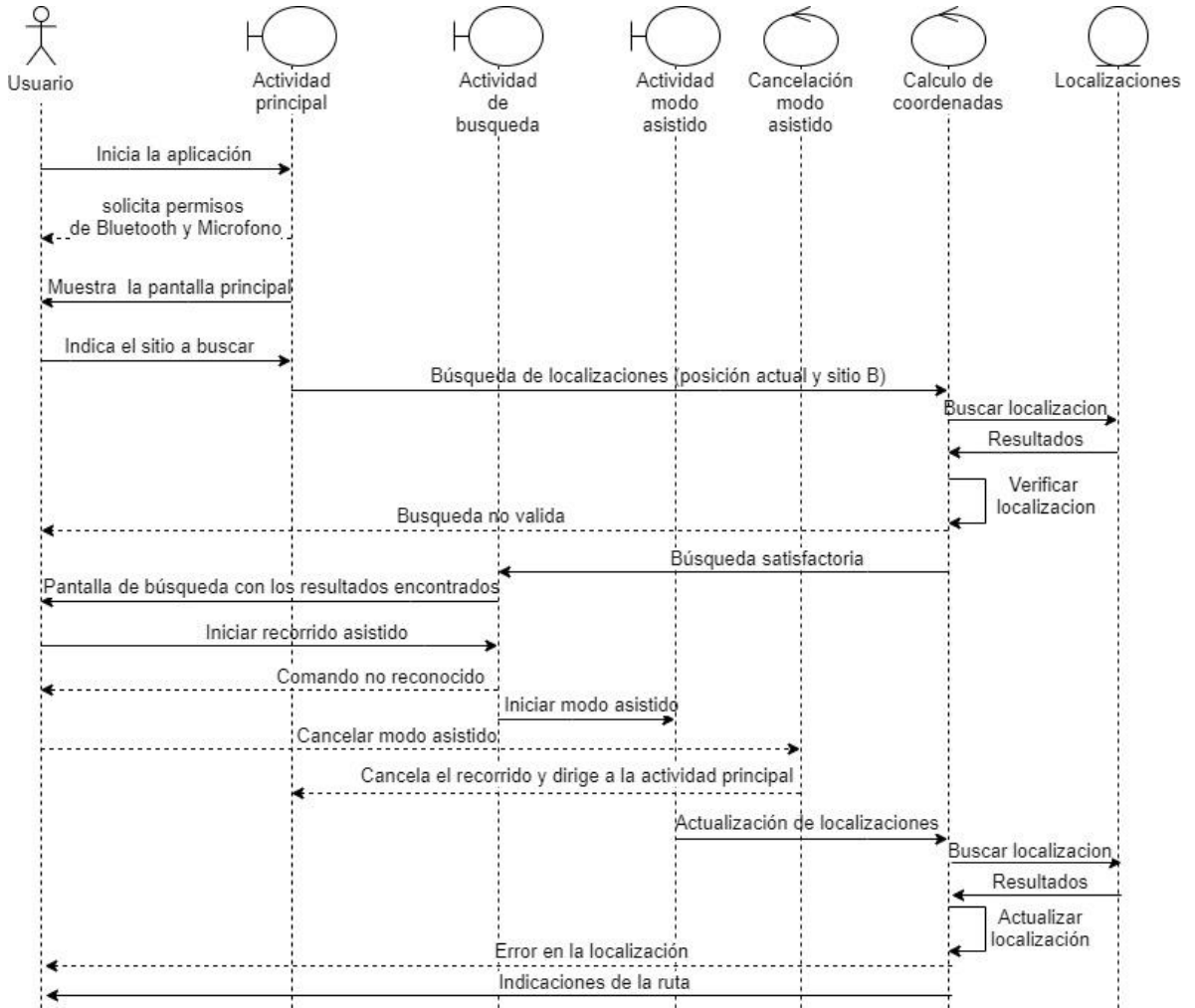


Fuente Aplicación Mi Lazarillo UNAB

6.2.5 Diagrama de secuencia

Se realizó el siguiente diagrama de secuencia con el fin de modelar el comportamiento del sistema, analizando la secuencia de eventos entre las actividades de la aplicación desde el ingreso del usuario a Mi Lazarillo UNAB hasta llevarlo al sitio de destino.

Ilustración 18 Diagrama de secuencia Mi Lazarillo UNAB



Fuente Elaboración propia

6.3 Construcción:

A continuación, se listan los prototipos elaborados en el IDE de Android Studio utilizando como lenguaje de programación Java.

Tabla 7 Prototipos realizados

VERSIÓN	DESCRIPCION
V1	La aplicación es capaz de convertir una cadena de texto a voz y reconocer voz para convertirlo en una cadena de texto.
V2	Se adaptó un prototipo basado en el proyecto llamado Android Voice Recognition Panda, que aporta mayores funcionalidades sobre el control del reconocimiento de voz, con el uso de mediante botones eliminando la ventana emergente que se encargaba del reconocimiento de voz y que no siempre funciona correctamente.
V3	Se incorporó un botón que ocupa la mayor parte de la pantalla, funcionando como interruptor del reconocimiento por voz y el uso de vibraciones para indicar los cambios de estado del botón.
V4	Se creó el icono de la aplicación y se agregó al ActionBar que es la barra superior donde presenta el nombre de la aplicación.
V5	Se incluyeron las bases tomadas del proyecto Android Voice Recognition Panda y se logra tener un control total del reconocimiento de voz, también se incorpora una forma visual que indica los cambios de estado del botón interruptor.
V6	Se implementó las transiciones entre las tres vistas de la aplicación mediante la validación de los datos obtenidos por el reconocimiento de voz.
V7	Se adaptó un prototipo de aplicación basado en el proyecto SG-Bootcamp-Beacons sobre la búsqueda y conexión de los beacons con el objetivo de comprender su funcionamiento y programación.
V8	Se incluye la búsqueda y conexión de los beacons tomando como referencia la segunda versión de la aplicación prototipada en base al proyecto SG-Bootcamp-Beacons.

Tabla 7 (Continuación)

V9	Se replanteo el diseño de las vistas para darle una mejor apariencia y realizaron mejoras en la programación, se añadió la biblioteca de persistencia Room junto con la base de datos SQLite y se configuro el uso de sensores para conocer la orientación del móvil en el momento que se activa el modo asistido.
----	--

Primera versión (V1):

Ilustración 19 Menú principal V1



Se inicia la implementación de comandos de voz, logrando interacción entre el usuario y la aplicación. También se logra que el usuario escriba una cadena de texto y que la aplicación sea capaz de leerla.

Para la implementación del reconocimiento de voz se utilizó la librería android.speech con los siguientes métodos:

- TextToSpeech encargadas de transformar datos a forma audible de Android.
- SpeechRecognizer, RecognizerIntent encargadas del reconocimiento de voz.

La primera versión, era capaz de convertir una cadena de texto a voz y reconocer voz convirtiéndolo a una cadena de texto, pero esta última función no era la óptima para la aplicación.

El reconocimiento de voz funcionaba de la forma tradicional mediante una ventana emergente y terminaba de manera automática al no oír nada. En el contexto de ser usada por una persona con discapacidad visual esta forma no era viable, dado que la persona puede oprimir la pantalla terminando automáticamente con el reconocimiento de voz y los datos obtenidos hasta ese momento se perdían.

La dificultad de esta versión era encontrar la forma de controlar el reconocimiento de voz y conservar su información.

Segunda versión (V2):

Ilustración 20 Botones control por voz V2



Para solucionar el problema presentado en la versión 1 se realizó una búsqueda con el fin de obtener más información acerca del reconocimiento de voz. Android Voice Recognition Panda [43] fue uno de los principales proyectos que aportó las bases del reconocimiento de voz. Este proyecto eliminó la ventana emergente y mantenía activo el proceso de reconocimiento de voz hasta que el usuario decidiera detenerlo, la ilustración 20 presenta su única vista donde están organizados dos botones para iniciar o detener y un campo de texto donde muestra la información obtenida.

Sin embargo, persistía el problema de mantener los datos obtenidos hasta el momento que se decidiera detener el reconocimiento de voz, solo se preservaban si el reconocimiento se detenía automáticamente al no oír nada.

Desarrollo respecto a los Beacons

Simultáneamente al desarrollo de la aplicación, se continuaba investigando sobre la localización en interiores donde los sistemas por satélite no funcionan, se exploran otras tecnologías que requieren desplegar una infraestructura mayor como es el caso de los Bluetooth Low Energy (BLE) Beacons.

El funcionamiento en términos generales es el siguiente: el beacon envía una señal bluetooth que puede ser leída por cualquier dispositivo externo que esté en su área de cobertura y que soporte la opción bluetooth como un smartphone o una Tablet. Esto permite calcular la distancia aproximada a la que el dispositivo está del beacon y estimar su localización.

Esta tecnología es nueva si se tiene en cuenta que hasta el año 2013 [44] Apple sacó su protocolo iBeacon y en el año 2015 [45] Google sacó su protocolo Eddystone los cuales son los grandes referentes en el área de los Beacons.

Con la evolución acelerada de la tecnología y al ser una versión naciente el uso que se le puede dar es muy amplio, por ello existen muchas compañías que brindan sus servicios y modelos con gran variedad de prestaciones siendo las encargadas de promover la evolución de esta. En los últimos años esta tecnología ha empezado a ganar terreno en la sociedad, pero aún es muy desconocida y más en países subdesarrollados, por lo tanto, la documentación, la implementación y toda la ayuda e información que genera gracias a las comunidades que interactúan con esta tecnología es poca, algo desordenada y no fomenta un desarrollo libre de esta tecnología.

En otras palabras, la información sobre el desarrollo e implementación esta sectorizada y privatizada por las compañías que ofrecen sus servicios o kits con los cuales accedes a Beacons y a sus plataformas de soporte, de documentación, SDK, bibliotecas, etc. que facilitan la implementación de esta tecnología.

La información y experiencia de lo expuesto anteriormente se aprendió durante el desarrollo de este proyecto, para la implementación se usó la información disponible en internet y se usaron protocolos abiertos con sus limitaciones.

Para el proyecto se compraron los Beacons de Feasycom por características ofrecidas por el fabricante y por su costo dado que su precio es accesible para el presupuesto de los desarrolladores del proyecto.

Tercera versión (V3):

Ilustración 21 Vista principal Mi Lazarillo Unab V3



En la versión 3 de Mi lazarrillo UNAB se incorporó un botón que ocupa la mayor parte de la pantalla como se ve en la ilustración 21, con el fin de ser un interruptor para el reconocimiento de voz.

Este botón es el encargado de empezar o detener el reconocimiento de voz. La proporción del botón busca abarcar gran área de pantalla y de esta manera minimizar el margen de error al interactuar con la aplicación dado que está orientado a un usuario con discapacidad visual. Se incorpora el uso de modo vibración que incorporan los teléfonos con el fin de mantener una comunicación sensorial con el usuario cada vez que interactúa con el botón de interruptor.

Cuarta versión (V4):

Ilustración 22 Icono de la aplicación Mi Lazarillo Unab



Ilustración 23 Pantalla principal Mi Lazarillo Unab V3



En la versión 4 se crea el icono de la aplicación que es el que se muestra en la Ilustración 22 y se agrega al ActionBar que es la barra superior donde presenta el nombre de la aplicación como se visualiza en la Ilustración 23.

Covid19

La secuencia de desarrollo es alterada por los impactos que provocó la pandemia mundial llamada coronavirus o Covid19, la cual empezó a hacer presencia en Colombia trastornando la cotidianidad. El gobierno nacional en pro de mitigar su impacto en el país empieza implementar medidas de control y prevención por ello la Universidad Autónoma de Bucaramanga UNAB suspendió todas sus clases presenciales a partir del lunes 16 de marzo eliminando el desplazamiento y contacto social de sus estudiantes en sus instalaciones.

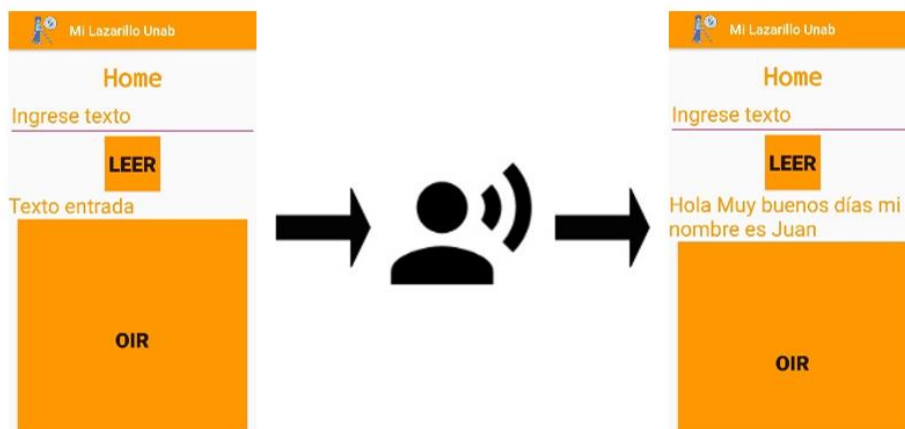
A partir del 16 de marzo la universidad entro en un proceso de adaptación para generar estrategias y procedimientos que permitieran continuar el desarrollo académico de forma remota implementando las clases virtuales, método en el cual muchos estudiantes no se adaptaron del todo y produjo muchas variaciones en las clases, materias y proyectos sin mencionar los cambios en la vida diaria de cada individuo.

Debido a esta alteración desencadenada por el covid19, la continuidad del desarrollo de este proyecto se llevó de forma remota, realizando las diferentes construcciones e implementaciones en los respectivos domicilios de cada estudiante. La comunicación entre los estudiantes y la docente directora del proyecto se realizaron empleando las tecnologías virtuales.

Quinta versión (V5):

En la versión 5 se incorporaron las bases tomadas del proyecto Android Voice Recognition Panda logrando tener un control total del reconocimiento de voz, es decir cuando se detiene el reconocimiento de voz se conservan los datos obtenidos hasta ese momento. Un ejemplo de esto se puede observar la Ilustración 24, donde la aplicación captura el mensaje “Hola Muy buenos días mi nombre es Juan” dictado por voz y lo interpreta para ser mostrado como texto en pantalla. También se incorpora una forma visual que indica los cambios de estado del botón interruptor.

Ilustración 24 Prueba de ejecución de V5 de Mi Lazarillo Unab



Fuente: Elaboración propia

Sexta versión (V6):

Para la versión 6 se desarrollaron las transiciones entre las tres vistas que incluye la aplicación mediante la validación de los datos obtenidos por el reconocimiento de voz, las vistas son:

- La principal o inicio: Es donde el usuario ingresa el destino a buscar, se valida si su destino está disponible en la aplicación, de estarlo se le informa y el usuario debe confirmar que realmente es su destino siendo dirigido a la siguiente vista, en caso contrario se informa que el destino no está disponible.
- Búsqueda: Se informa al usuario con una corta descripción sobre el destino y se ofrece la opción de seguir una ruta asistida, al aceptar es dirigido a la siguiente vista, si desea cancelar es dirigido al inicio.
- Asistido: Es la vista encargada de brindar la información de la ruta hasta llegar a su destino o abortar la asistencia.

Séptima versión (V7):

Para la versión 7 se reciben los beacons, se inicia investigación para lograr el reconocimiento de los dispositivos en la aplicación. Los beacons comprados son genéricos no cuenta con documentación ni librerías específicas para su implementación, solo tienen una aplicación que permiten modificar los parámetros. Se define realizar el desarrollo empleando el formato Eddystone-UID.

El fabricante de los beacons adquiridos ofrece una aplicación móvil llamada FeasyBeacon con la cual permite realizar las siguientes funciones:

- La aplicación permite visualizar los diferentes beacons que están activos en el área como se observa en la ilustración 25.

Ilustración 25 Visualización beacons encontrados por la aplicación FeasyBeacon



- Seleccionar cual configurar como se observa en la Ilustración 26 y administrarlos ofreciendo habilitarlos, inhabilitarlos o eliminarlos como se ve en la Ilustración 27.

Ilustración 26 Configuración de los beacons en FeasyBeacon

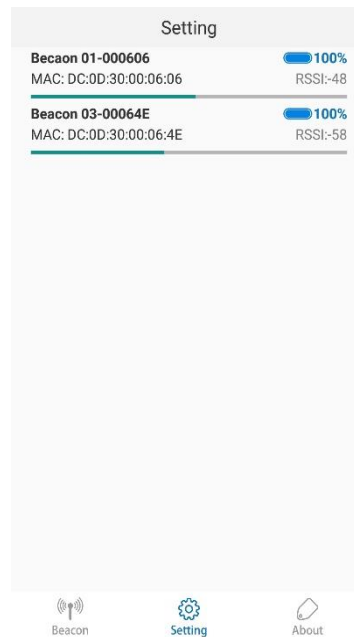
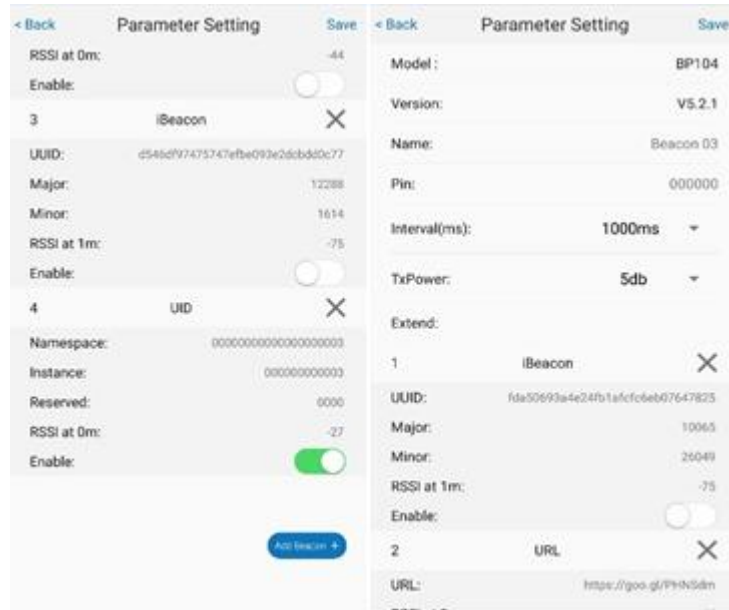
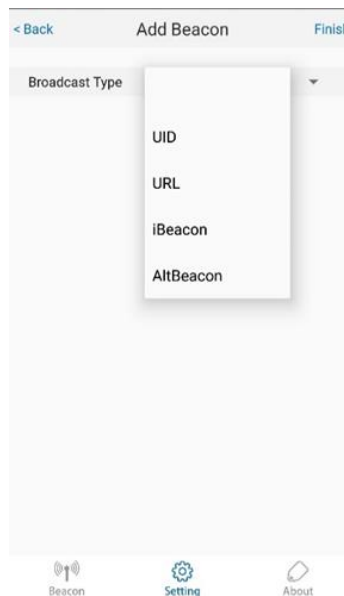


Ilustración 27 Administración de Beacons FeasyBeacon



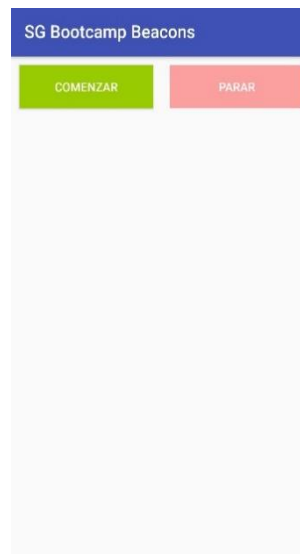
- Permite seleccionar diferentes formatos y sus parámetros específico.
- Se puede parametrizar el nombre del beacon, el ping de seguridad, el intervalo de emisión, la potencia de emisión y los campos del IUD en este proyecto.
- Permite agregar nuevos Beacons de diferentes tipos de tecnología soportados por el dispositivo como se ve en la Ilustración 28.

Ilustración 28 Agregar nuevo Beacon desde FeasyBeacon



Las funciones de búsqueda y conexión de los beacon se realizaron tomando como referencia el proyecto SG-Bootcamp-Beacons realizado por David González Verdugo [43], en dicho proyecto se explica cómo desarrollar una aplicación para Android que detecte beacon y reciba una promoción cuando entre en el rango del beacon.

Ilustración 29 Pantalla proyecto SG-Bootcamp-Beacons



Con estudio de este proyecto se logró una mejor comprensión del proceso de conectividad de una aplicación móvil con los beacons. Adicionalmente se utilizó la librería Android Beacon Library [46] y un repositorio de referencia respecto a esta librería y la implementación de sus clases [47] , esta fuente es la única base de conocimiento encontrada para comprender y utilizar los beacons de manera gratuita.

Al importar el proyecto SG-Bootcamp-Beacons en Android Studio por diferencias en las versiones y las actualizaciones no se desempeñó satisfactoriamente, pero permitió un acercamiento realista con su programación y lógica de funcionamiento.

Para entender y realizar la conexión con los beacons se inició el desarrollo de los prototipos llamados “Beacons Mi Lazarillo UNAB”, los cuales fueron basados en el SG-Bootcamp-Beacons.

Primera versión Beacons Mi Lazarillo UNAB (V1 Beacons):

Ilustración 30 Primera versión de Beacons Mi Lazarillo UNAB



Es la primera versión estable del aplicativo, cuenta con dos botones para empezar y detener la búsqueda de los beacons como se muestra en la Ilustración 30, cuando el dispositivo detecta un beacon muestra en pantalla información sobre el mismo y una notificación que se visualiza en un Toast.

Segunda versión Beacons Mi Lazarillo UNAB (V2 Beacons):

Ilustración 31 Versión 2 Beacons Mi Lazarillo UNAB



En la segunda versión se agregaron colores para apreciar mejor los datos, se dio manejo a los datos obtenidos en la aplicación, en lugar de sobrescribirlos se muestran en pantalla conservando el historial de las iteraciones de comunicación entre la aplicación y los beacons, se incluyó un control ScrollView para permitir su visualización, la funcionalidad se visualiza en la Ilustración 31.

Se incorporaron conceptos encontrados en el video MCS: 68. Working with Android Beacons presentado por Chris Muir perteneciente al canal Oracle Mobile Platform [48], publicado en la plataforma de YouTube el cual se explica sobre la programación de una aplicación que se enlaza con los beacons.

Octava versión (V8):

En la versión 8 de Mi Lazarillo Unab se incorpora la búsqueda y conexión de los beacons como se presenta en la Ilustración 32 tomando como referencia la segunda versión de la aplicación Beacons Mi Lazarillo UNAB.

Ilustración 32 Versión 8 Mi Lazarillo Unab



Novena versión (V9):

En la versión 9 se replanteo el diseño de las vistas para darle una mejor apariencia, como se observa en la Ilustración 33, se agregó la base de datos SQLite con la biblioteca de persistencia Room, la cual permitía una mayor organización para el almacenamiento y facilidad en el acceso de los datos de los puntos de los destinos, se implementó el uso del sensor de orientación para conocer la orientación en la que se encuentra el celular en el punto en donde se realiza el acceso al modo asistido, se incorporaron mejoras en la lógica y programación de la aplicación.

Ilustración 33 Versión 9 Mi Lazarillo UNAB



6.4 Implementación:

Para la implementación se aplicaron pruebas de caja negra, cada una de las versiones de Mi Lazarillo UNAB fue instalada en un dispositivo móvil con Bluetooth, con acceso a internet, que posee acelerómetro, sensor de campo magnético terrestre y sistema operativo Android.

Los resultados de las pruebas se pueden observar en detalle en la Tabla 8.

Tabla 8 Pruebas prototipos Mi Lazarillo Unab

Versión	Prueba	Resultado
V1	Ingresar cadena de texto y verificar que lo convierta a voz	Exitoso
	Ingresar un comando de voz y verificar que la aplicación lo interpreta	Exitoso
	Iniciar el reconocimiento de voz y verificar que se cierra el cuadro de dialogo	Fallido, se pierden los datos
V2	Seleccionar botón para iniciar la captura de voz, verificar se inicia el reconocimiento de voz	Exitoso
	Verificar se visualice en pantalla un segundo botón que permita detener la captura de voz	Fallido, no captura los datos
V3	Seleccionar botón para iniciar la captura de voz, verificar se inicia el reconocimiento de voz y que el botón ocupe toda la pantalla.	Exitoso
	Verificar que el móvil use el modo vibración al presionar el botón.	Exitoso
	Verificar detiene el reconocimiento de voz al presionar el botón por segunda vez.	Exitoso
	Verificar se capturan los datos al detener el reconocimiento de voz	Exitoso
V4	Verificar se visualice icono en la aplicación	Exitoso
	Verificar se visualice en el ActionBar el icono de la aplicación	Exitoso
V5	Verificar se muestre en la pantalla la información capturada por el reconocimiento por voz	Exitoso

Tabla 8 (Continuación)

V6	Ingresar un comando de voz en la primera vista y verificar que haga transición a la segunda vista	Exitoso
	Ingresar un comando de voz en la segunda vista y verificar que haga transición a la tercera vista	Exitoso
V7 - V1 Beacons	Verificar que al presionar el botón se active la búsqueda de Beacons	Exitoso
	Verificar se realice enlace los Beacons y se muestre en pantalla información sobre los mismos.	Fallido, Es necesaria la configuración del tipo de cada Beacon. Exitoso en la segunda prueba.
	Verificar que al presionar un segundo botón se detenga la búsqueda de Beacons	Exitoso
V7 - V2 Beacons	Verificar que al presionar un primer botón que se active la búsqueda de Beacons	Exitoso
	Visualizar en pantalla la información obtenida de los Beacons	Exitoso
	Verificar que al presionar un segundo botón se detenga la búsqueda de Beacons	Exitoso
V8	Verificar que la aplicación detecte y enlace los Beacons.	Exitoso
	Visualizar en la pantalla principal la información obtenida de los Beacons	Exitoso

Tabla 8 (Continuación)

V9	Visualizar nuevo diseño de las vistas y verificar transición entre las vistas	Exitoso
	Comprobar el correcto funcionamiento de la base de datos Room para los datos de los puntos de destino	Exitoso
	Obtención de datos mediante el uso del sensor de orientación para conocer la orientación del celular	Exitoso

7. CHEQUEO CUMPLIMIENTO DE REQUERIMIENTOS

Tabla 9 Lista de chequeo de requerimientos

Lista de Chequeo de Requerimientos				
ID	Nombre	Descripción	Cumple (Si/No)	Observaciones
01	Búsqueda de lugares	El usuario hace la búsqueda por medio de comandos de voz del sitio del que necesita conocer su ubicación dentro de la plazoleta de la UNAB con el nombre del lugar u oficina y tendrá su respuesta por audio	Si	

Tabla 9 (Continuación)

02	Ruta asistida	El usuario hace la búsqueda por medio de comandos de voz del sitio del que necesita conocer su ubicación dentro de la plazoleta de la UNAB con el nombre del lugar u oficina y tendrá su respuesta por audio	No	<p>En este requerimiento se localiza al usuario y al sitio buscado, pero no puede indicarle la localización en tiempo real a medida que se desplace porque se presentan las siguientes dificultades:</p> <ul style="list-style-type: none"> •En el manejo de la tecnología. •El conocimiento de los desarrolladores es escaso en esta tecnología, la cual es nueva en esta región y la información accesible es muy limitada. •Los dispositivos son de baja gama y no se cuenta con la capacitación para poder configurarlos completamente por lo que se usa la que traen por defecto.
----	---------------	--	----	---

Tabla 9 (Continuación)

03	Cancelación de ruta asistida	En el momento que el usuario está en el Modo Asistido, puede decirle a la aplicación por comando de voz "CANCELAR" para finalizar esta actividad y poder volver a la pantalla principal	Si	
----	------------------------------	---	----	--

8. CONCLUSIONES

La implementación de la metodología RAD incidió positivamente en el desarrollo ordenado del proyecto. El desarrollo de prototipos facilitó la investigación, asimilación y aplicación de los conceptos relacionados con el manejo de tecnologías recientes e innovadoras para temas de localización en espacio reducidos donde las tecnologías de GPS no son eficientes. El trabajar por prototipos permitió agregar componentes al proyecto y validar funcionalidades de manera progresiva, permitiendo alcanzar hitos medibles hasta llegar a la solución planeada. Se identifica que la metodología es eficiente para la detección y corrección temprana de errores.

El desarrollo del proyecto comprobó que la tecnología con beacons funciona, sin embargo, es necesario emplear dispositivos con mejor eficiencia y soporte, los dispositivos genéricos presentan dificultades en su implementación porque se depende de los conocimientos del desarrollador, hay deficiencia en la documentación por parte de los proveedores y no existe una comunidad que genere información libre en torno a la implementación de estos.

El posicionamiento indoor empleando beacons es un sistema que aún no ha tomado gran fuerza en el mercado respecto a sus múltiples aplicaciones, el uso de esta tecnología, su información e implementación es bastante limitada. Para obtener más información y calidad se debe incurrir en altos costos adquiriendo equipos a empresas especializadas que brinden sus kits o paquetes completos incluyendo los soportes para una óptima implementación.

Se comprobó que la eficiencia de un proyecto y la implementación de este depende grandemente de los dispositivos beacons empleados y del soporte e información que ofrezcan sus proveedores. Se debe brindar por parte de los proveedores mayor

cantidad de herramientas (herramientas para calibrar los dispositivos, entornos de desarrollo, SDK, documentación actualizada y eficiente, etc.)

Con el desarrollo del proyecto se prueba que la tecnología de localización en interiores empleando beacons funciona, pero su implementación conlleva un gran costo, tanto en los dispositivos como en su soporte posterior, costos en la capacitación de los desarrolladores si se desea llevar de forma independiente.

Se valida la correcta selección de la plataforma Android, la cual es capaz de reconocer e interpretar los comandos de voz del usuario, permitiendo realizar la búsqueda del sitio hacia donde se dirige y el punto donde se encuentra con respecto a la distancia de este.

La aplicación Mi Lazarillo UNAB logro incorporar con éxito en una aplicación los siguientes componentes: conversión de texto a audio, la interpretación de comandos de voz, la persistencia de datos, implementación del modo vibración, uso de sensores para determinar la orientación del celular, detección de dispositivos beacons a través de enlaces Bluetooth y la determinación de distancias desde un móvil para determinar con respecto a cada beacons, sin embargo, falto incorporar de manera más eficiente el modo asistido donde se sugiere una ruta de navegación. Lo anterior es causado porque los desarrollados no contaron con las herramientas adecuadas, no pudo acceder a capacitación relacionada al tema de los beacons, los recursos económicos fueron limitados y la situación de pandemia originada por el COVID-19 no facilito el acceso a los recursos disponibles en la región.

Dado que la aplicación Mi Lazarillo UNAB se encuentra en una versión de afinamiento del modo asistido no está disponible para avanzar a la etapa de pruebas con persona con discapacidad visual.

Se requirió desarrollar la aplicación del proyecto en un espacio y un sitio diferente del establecido inicialmente por la accesibilidad requerida para realizar las pruebas y comprobar su funcionalidad; por la pandemia del Coronavirus (Covid-19) no se tuvo acceso a instalaciones de la UNAB Sede el Jardín.

Se comprueba la aplicabilidad de Mi lazarrillo UNAB en cualquier lugar donde se den las condiciones necesarias de accesibilidad; pero es necesario realiza la instalación de los dispositivos beacons en el área y calibración de estos.

9. TRABAJOS FUTUROS Y RECOMENDACIONES

La UNAB puede incorporar esta tecnología en sus instalaciones o en parte de ella, para evidenciar su funcionamiento e incentivando el estudio y uso de esta tecnología; además debería establecer un centro de capacitación respecto a la tecnología BLE– Bluetooth Low Energy para a empleados y estudiantes.

Se puede trasladar la aplicación a otros lenguajes de programación multiplataforma, que permitan que pueda ser usada en otros sistemas operativos diferentes a Android.

Se puede continuar con el desarrollo de este proyecto en la Unab, planteando las bases sólidas (mayor capacitación y mejores dispositivos) para el perfeccionamiento de la aplicación para hacerla parametrizable y adaptable a cualquier despliegue brindando una herramienta poderosa a las personas con discapacidad visual y en general en su desplazamiento en zonas pequeñas o internas donde los sistemas satelitales no pueden ser eficientes.

La UNAB puede desarrollar una aplicación que integre esta aplicación, con otras que se encuentran actualmente en uso como es la aplicación Bus UNAB, Unab Radio, entre otras.

Como esta aplicación se encuentra en etapa de prueba y desarrollo no se pudo llevar a cabo con personas, se recomienda finalizarla para poder realizar pruebas de aplicación con personas que tengan discapacidad visual, teniendo en cuenta todas las medidas de seguridad.

En este trabajo se aplica la funcionalidad de una aplicación en etapa de prueba y con bajo presupuesto, para trabajos futuros se debe invertir en un proyecto más estable y unificado con sus propios Beacons y servicios, con el que se puede

ampliar el área de funcionamiento, incluyendo indicaciones precisas de lugares más complejos como el desplazamiento por escaleras, el desplazamiento en entornos con mayor presencia de muros o vallas, entre otros entornos.

Dado que el proyecto buscaba probar la eficiencia de los beacons, por las dificultades presentadas y falta de recursos solo se logró implementar en una zona plana sin escaleras u obstáculos mayores y de igual modo no se logra una aplicación robusta para ser empleada por personas con discapacidad visual sin atender contra su integridad.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Instituto Nacional para Ciegos, «Instituto Nacional para Ciegos,» 31 12 2016. [En línea]. Available: <http://www.inci.gov.co/elinstituto>. [Último acceso: 14 05 2020].
- [2] KNFB Reader, «What can KNFB Reader do for you?,» [En línea]. Available: <https://knfbreader.com/the-app>. [Último acceso: 14 05 2020].
- [3] TapTapSee, «TapTapSee,» 05 09 2018. [En línea]. Available: <https://taptapseeapp.com/>. [Último acceso: 14 05 2020].
- [4] Colorid, «ABOUT US,» [En línea]. Available: <https://www.colorid.com/about.html>. [Último acceso: 14 05 2020].
- [5] Mapp4all, « Mapp4all Features,» 28 07 2018. [En línea]. Available: <https://www.mapp4all.com/#features>. [Último acceso: 14 05 2020].
- [6] Eye-D, «Eye-D,» 26 03 2018. [En línea]. Available: <https://eye-d.in/>. [Último acceso: 14 05 2020].
- [7] LAZARILLOAPP, «LAZARILLOAPP,» 21 02 2017. [En línea]. Available: <https://www.lazarillo.app/es/>. [Último acceso: 14 05 2020].
- [8] Digital Av Magazine, «Digital Av Magazine,» 19 11 2012. [En línea]. Available: <https://www.digitalavmagazine.com/2012/11/19/desarrollan-una-solucion-de-localizacion-en-interiores-para-invidentes-basado-en-la-realidad-aumentada/>. [Último acceso: 14 05 2020].
- [9] E. PÉREZ, «Esta alternativa al GPS funciona en interiores y es capaz de detectar la altura para saber en qué planta nos situamos,» 20 01 2020. [En línea]. Available: <https://www.xataka.com/servicios/esta-alternativa-al-gps-funciona-interiores-capaz-detectar-altura-para-saber-que-planta-nos-situamos>. [Último acceso: 14 05 2020].
- [10] Dronimia, «El programa CERTAIN de la NASA utiliza tecnología de geolocalización en tres dimensiones (MBS) para las operaciones urbanas de drones,» 09 11 2018. [En línea]. Available: <http://www.dronimia.com/2018/11/09/el-programa-certain-de-la-nasa-utiliza->

tecnologia-de-geolocalizacion-en-tres-dimensiones-mbs-para-las-operaciones-urbanas-de-drones/. [Último acceso: 14 05 2020].

- [11 Google Maps, «Google Maps Indoor,» 17 10 2012. [En línea]. Available:
] <https://maps.google.com/help/maps/indoormaps/faqs.html>. [Último acceso: 14 05 2020].
- [12 Incluyeme.com, «Todo lo que necesitas saber sobre Discapacidad Visual,» 12
] 06 2015. [En línea]. Available: <https://www.incluyeme.com/todo-lo-que-necesitas-saber-sobre-discapacidad-visual/>. [Último acceso: 24 20 2019].
- [13 L. Segre, «All About Vision,» 21 03 2018. [En línea]. Available:
] <https://www.allaboutvision.com/es/examen-ocular/examen-vista.htm>. [Último acceso: 24 10 2019].
- [14 A. Mandal, «News Medical,» 05 06 2019. [En línea]. Available:
] [https://www.news-medical.net/health/Types-of-visual-impairment-\(Spanish\).aspx](https://www.news-medical.net/health/Types-of-visual-impairment-(Spanish).aspx). [Último acceso: 24 10 2019].
- [15 Psicología y Mente, «Ceguera (discapacidad visual): qué es, tipos, causas y
] tratamiento,» 02 10 2018. [En línea]. Available:
<https://psicologiymente.com/salud/ceguera>. [Último acceso: 24 10 2019].
- [16 D. Price, «Scribd,» 20 10 2011. [En línea]. Available:
] <https://es.scribd.com/doc/69569271/Habilidades-Desarrolladas-Por-Personas-Invidentes>. [Último acceso: 24 10 219].
- [17 Orcam, «Conoce los colores de los bastones guía para ciegos,» 31 05 2018.
] [En línea]. Available: <https://www.orcam.com/es/blog/conoce-los-colores-de-los-bastones-guia-para-ciegos/>. [Último acceso: 14 05 2020].
- [18 Animales Mascotas, «PERROS GUÍA – RAZAS, PRECIOS Y
] ENTRENAMIENTO (DISCAPACIDAD VISUAL),» 17 04 2019. [En línea]. Available: <https://animalesmascotas.com/perros-guia-un-respaldo-incondicional-para-las-personas-ciegas/>. [Último acceso: 14 05 2020].
- [19 Ortoweb, «Los perros guía para ciegos,» 08 02 2016. [En línea]. Available:
] <http://www.ortoweb.com/blogortopedia/perros-guia-para-ciegos/>. [Último acceso: 14 05 2020].
- [20 Ionos Digital Guide, «Lectores de pantalla: accesibilidad web para todos,» 17
] 05 2018. [En línea]. Available: <https://www.ionos.es/digitalguide/paginas->

web/desarrollo-web/lectores-de-pantalla-software-para-necesidades-especiales/. [Último acceso: 14 05 2020].

- [21 A. Raya, «La tablet con pantalla de braille diseñada para personas ciegas,»
] 12 01 2017. [En línea]. Available:
https://www.elespanol.com/omicron/tecnologia/20170112/tablet-pantalla-braille-disenada-personas-ciegas/185482544_0.html. [Último acceso: 14 05 2020].
- [22 KZgunea, «GEOLOCALIZACIÓN, QUÉ ES Y CÓMO FUNCIONA,» 31 03
] 2017. [En línea]. Available:
<http://kzgunaea.blog.euskadi.eus/blog/2017/03/31/geolocalizacion-que-es/>.
[Último acceso: 14 05 2020].
- [23 Neosentec, «Geolocalización,» 05 10 2017. [En línea]. Available:
] <https://www.neosentec.com/desarrollo-localizadores-gps-mapas/>. [Último
acceso: 14 05 2020].
- [24 Carvalza, «QUÉ ES UN GPS,» 21 07 2017. [En línea]. Available:
] <https://www.carvalza.es/que-es-un-gps>. [Último acceso: 14 05 2020].
- [25 P. Juliá, «Qué es el Indoor Mapping,» 17 04 2017. [En línea]. Available:
] <https://geographica.com/es/blog/que-es-el-indoor-mapping/>. [Último acceso:
14 05 2020].
- [26 MundoSig, «¿Qué es posicionamiento interior? – Indoor Positioning,» 15 05
] 2019. [En línea]. Available: <http://www.mundosig.com/blog/que-es-posicionamiento-interior-indoor-positioning/>. [Último acceso: 14 05 2020].
- [27 The Valley , «Qué son los Beacons y cuál es su potencial,» 11 09 2014. [En
] línea]. Available: <https://thevalley.es/blog/que-son-los-beacons-y-cual-es-su-potencial>. [Último acceso: 14 05 2020].
- [28 Developer Apple, «Getting Started with iBeacon,» 2 06 2014. [En línea].
] Available: <https://developer.apple.com/ibeacon/Getting-Started-with-iBeacon.pdf>. [Último acceso: 14 05 2020].
- [29 kontakt.io, «iBeacon Parameters,» 2018 11 2018. [En línea]. Available:
] <https://support.kontakt.io/hc/en-gb/articles/201620741-iBeacon-Parameters-UUID-Major-and-Minor>. [Último acceso: 14 05 2020].

- [30 A. B. Library, «Eddystone Support,» 16 07 2015. [En línea]. Available:
] <https://altbeacon.github.io/android-beacon-library/eddystone-support.html>.
[Último acceso: 14 05 2020].
- [31 C. Agustín y A. Chardon, «Algoritmos avanzados de posicionamiento en
] interiores utilizando la combinación de distintos tipos de sensores,» 04 2019.
[En línea]. Available:
<https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/2046/Tesis%20Cejas-Chardon.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: 14 05 2020].
- [32 b. F. A. S. A. C. ,. A. C. y. A. J. R. Alejandro J. Péreza, «ALGORITMOS
] AVANZADOS DE POSICIONAMIENTO EN INTERIORES UTILIZANDO LA
COMBINACIÓN DE DISTINTOS TIPOS DE SENSORES,» 05 11 2019. [En
línea]. Available:
<https://cimec.org.ar/ojs/index.php/mc/article/download/6019/6012>. [Último
acceso: 14 05 2020].
- [33 Nfon, «Comandos de voz,» 03 08 2016. [En línea]. Available:
] [https://www.nfon.com/es/servicio/base-de-conocimiento/base-de-
conocimiento-destacar/comandos-de-voz/](https://www.nfon.com/es/servicio/base-de-conocimiento/base-de-conocimiento-destacar/comandos-de-voz/). [Último acceso: 14 05 2020].
- [34 QodeBlog, «¿Que es una App?,» 31 10 2012. [En línea]. Available:
] <https://www.qode.pro/blog/que-es-una-app/>. [Último acceso: 14 05 2020].
- [35 J. J. Isaza, «17 herramientas para crear apps móviles,» 08 09 2015. [En
] línea]. Available: [https://bienpensado.com/17-herramientas-para-crear-apps-
moviles/](https://bienpensado.com/17-herramientas-para-crear-apps-moviles/). [Último acceso: 14 05 2020].
- [36 Nube Colectiva, «Lenguajes de Programación para Desarrollar Aplicaciones
] Móviles,» 08 09 2018. [En línea]. Available:
[https://blog.nubecolectiva.com/lenguajes-de-programacion-para-desarrollar-
aplicaciones-moviles/](https://blog.nubecolectiva.com/lenguajes-de-programacion-para-desarrollar-aplicaciones-moviles/). [Último acceso: 14 05 2020].
- [37 D. P. Valdés, «¿Qué son las bases de datos?,» 26 10 2007. [En línea].
] Available: <http://www.maestrosdelweb.com/que-son-las-bases-de-datos/>.
[Último acceso: 02 06 2020].
- [38 Desarrolladores de Android, «Descripción general del almacenamiento de
] archivos y datos,» 27 12 2019. [En línea]. Available:
<https://developer.android.com/guide/topics/data/data-storage?hl=es>. [Último
acceso: 02 06 2020].

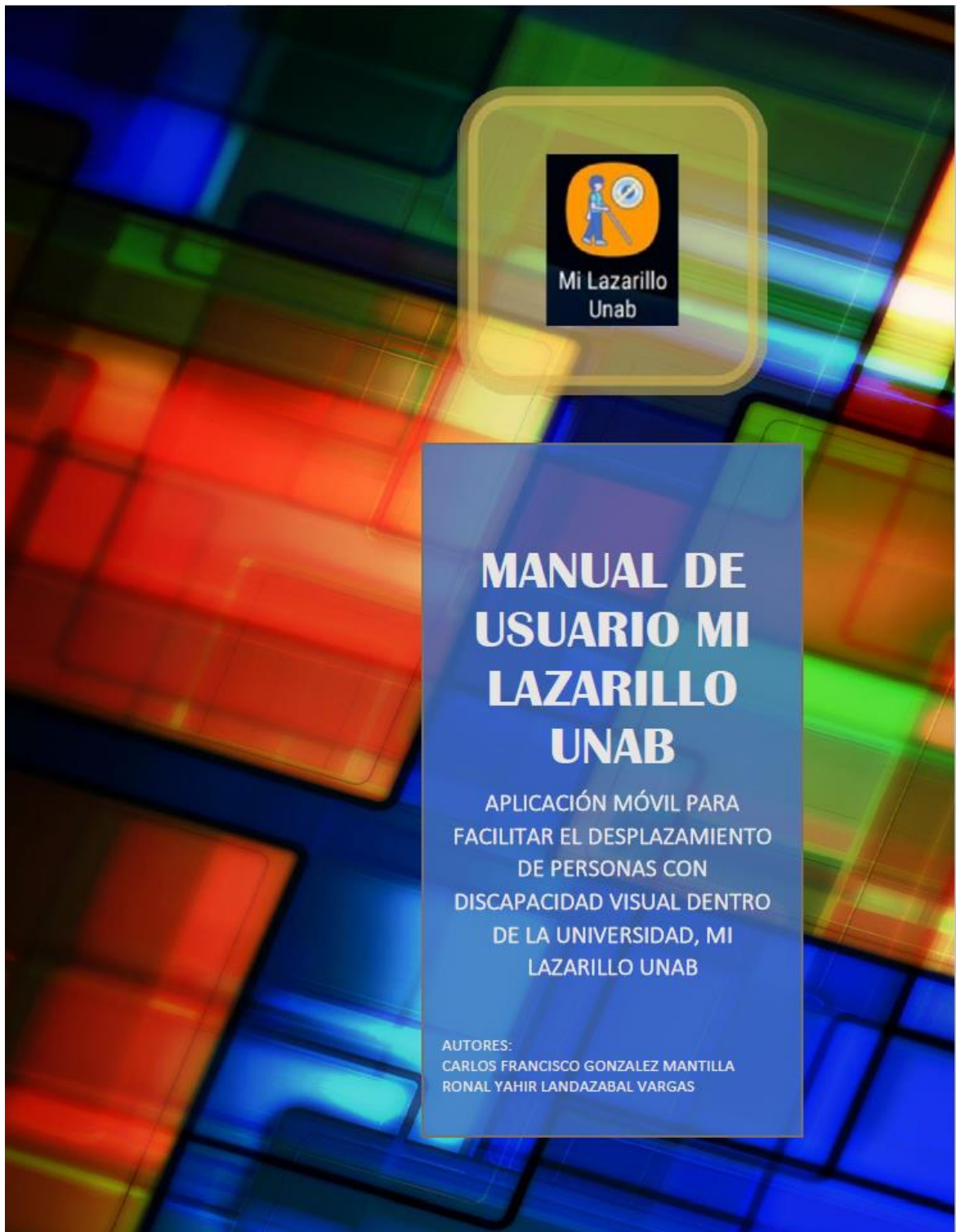
- [39 Y. M. M, «SQLite para Android: La herramienta definitiva,» 23 03 2018. [En línea]. Available: <https://openwebinars.net/blog/sqlite-para-android-la-herramienta-definitiva/>. [Último acceso: 02 06 202].
- [40 A. Marquez, «Caja blanca vs Caja negra,» 15 03 2020. [En línea]. Available: <https://www.testermoderno.com/caja-blanca-vs-caja-negra/>. [Último acceso: 14 05 2020].
- [41 Ingeniero de Gestion, «Pruebas de Caja Negra y Caja Blanca,» 03 06 2009. [En línea]. Available: <http://ingenierogestion.blogspot.com/2009/06/pruebas-de-caja-negra-y-caja-blanca.html>. [Último acceso: 14 05 2020].
- [42 Diagramas Uml, «Desarrollo rápido de aplicaciones (RAD): ¿Qué es y como funciona?,» 10 01 2019. [En línea]. Available: <https://diagramasuml.com/desarrollo-rapido-de-aplicaciones-rad-que-es-y-como-funciona/>. [Último acceso: 14 05 2020].
- [43 Panda919, «VoiceRecognition-android-demo-Panda,» [En línea]. Available: <https://github.com/panda919/VoiceRecognition-android-demo-Panda>. [Último acceso: 14 05 2020].
- [44 Wikipedia, «Baliza electrónica,» [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Baliza_electr%C3%B3nica. [Último acceso: 14 05 2020].
- [45 Wikipedia, «Eddystone (Google),» [En línea]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Eddystone_\(Google\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Eddystone_(Google)). [Último acceso: 14 05 2020].
- [46 Android Beacon Library, «Android Beacon Library,» [En línea]. Available: <https://altbeacon.github.io/android-beacon-library/index.html>. [Último acceso: 14 05 2020].
- [47 android-beacon-library, «android-beacon-library,» [En línea]. Available: <https://altbeacon.github.io/android-beacon-library/javadoc/reference/classes.html>. [Último acceso: 14 05 2020].
- [48 C. Muir, «MCS: 68. Working with Android Beacons,» 05 07 2016. [En línea]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=BGNXwWGoR2o>. [Último acceso: 14 05 2020].

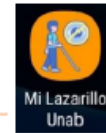
[49 D. G. Verdugo, «Beacons en Android,» 27 07 2017. [En línea]. Available:
] <https://solidgargroup.com/beacons-en-android/?lang=es>. [Último acceso: 14
05 2020].

ANEXOS

Anexo A Manual de usuario

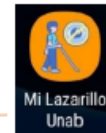
ANEXO A





CONTENIDO

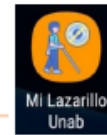
	pág.
INTRODUCCIÓN	3
REQUERIMIENTOS.....	4
INSTALACIÓN.....	5
USO DE LA APLICACIÓN MI LAZARILLO UNAB.....	6
I. ACCEDER A MI LAZARILLO UNAB.....	6
II. INICIAR UNA BÚSQUEDA	8
III. EMPEZAR LOCALIZACIÓN.....	10
IV. ASISTIDO.....	12
V. CANCELACIÓN DE ASISTIDO.....	12



INTRODUCCIÓN

Este manual proporciona los detalles y requerimientos para el uso de la aplicación móvil Mi Lazarillo UNAB. La aplicación fue diseñada para que sea un lazarillo digital, guíe a las personas con discapacidad visual para poder conocer su ubicación con respecto a su lugar de destino.

Este documento se realiza con el fin de proporcionar los detalles y requerimientos para el uso correcto de la aplicación móvil, esto con la finalidad de brindar al usuario una herramienta que asegure el uso correcto de la misma.



REQUERIMIENTOS

Los requerimientos mínimos para que la aplicación **Mi Lazarillo UNAB** funcione correctamente son los siguientes:

1. Sistema operativo Android 5.0 (LOLLIPOP).
2. 6MB espacio de almacenamiento
3. Acelerómetro
4. Sensor de campo magnético terrestre
5. Procesador de 400 MHz.
6. Memoria RAM de 256 Mb.
7. Acceso a internet
8. Bluetooth 5.0
9. Micrófono



INSTALACIÓN

Una vez que se descarga la aplicación en el teléfono, la instalación de esta se realiza de manera automática.

Cuando la aplicación se ha instalado correctamente es preciso ubicar el icono ejecutable, para asegurarse que se encuentra instalada correctamente (como se muestra en la Figura 1).

Antes de usar la aplicación se recomienda configurar previamente TalkBack, que ofrece usar el smartphone o tablet sin ver la pantalla, mediante mensajes de voz, y lo mejor es que Android lo tiene preinstalado o se puede descargar desde Google Play Store, solo en necesario abrir Ajustes > Accesibilidad ** y activar TalkBack.

Para empezar a usar la aplicación, se recomienda conceder los permisos de micrófono, localización y bluetooth de la aplicación en Ajustes > Aplicaciones > Administrar aplicaciones > Mi Lazarillo Unab > Permisos de la aplicación.





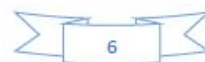
Figura 1 Pantalla en el teléfono que muestra el icono de Mi Lazarillo UNAB

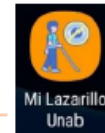
USO DE LA APLICACIÓN MI LAZARILLO UNAB

A continuación, se muestran los pasos a seguir para el uso de Mi Lazarillo UNAB en un dispositivo móvil.

I. Acceder a Mi Lazarillo UNAB

Con TalkBack habrá que deslizar dos dedos hacia arriba desde la parte inferior de la pantalla y después tocar dos veces la app seleccionada para abrirla.





De manera visual bastara con seleccionar el icono de la aplicación Mi Lazarillo UNAB en el menú de aplicaciones o en la pantalla del teléfono.

Al ingresar a la aplicación, es requerido permitir el acceso a la ubicación para que la aplicación funcione, (si ya se concedió este permiso omitir este paso) se muestra en pantalla la solicitud de permiso para acceder a la ubicación del móvil tal y como se muestra en la figura 2, en el que debes seleccionar "PERMITIR".

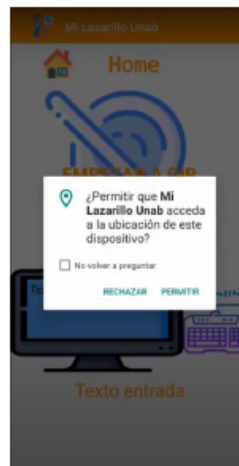


Figura 2 Permitir permiso para acceder a la ubicación del dispositivo

Una vez concedido el permiso se mostrara la pantalla principal "home" e indicara por audio que ha ingresado a Mi Lazarillo UNAB (Ver Figura 3).



Figura 3 Pantalla principal Mi Lazarillo UNAB

II. Iniciar una búsqueda

Para iniciar la búsqueda de un sitio se debe seleccionar el botón "EMPEZAR A OIR", ubicado en la parte central de la pantalla, inmediatamente el sistema indicara por audio "Te escucho..." y el botón cambiara a "...ESCUCHANDO..." ver en la Figura 4, es en ese momento el usuario puede indicar por voz el sitio que desea buscar.

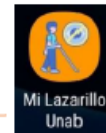


Figura 4 "...Escuchando..." en pantalla principal de Mi Lazarillo UNAB

Una vez se ha terminado de hablar se debe presionar el botón "...ESCUCHANDO..." para detener el reconocimiento por voz.

Si el sitio ingresado no se encuentra, la aplicación indicara por audio "Su destino no se encontró. Intente de nuevo", mensaje que también mostrara en la pantalla ver Figura 5. En ese momento puede iniciar una nueva búsqueda.

Si el sitio buscado ha sido encontrado, la aplicación preguntara por audio si lo ha reconocido correctamente reproduciendo "¿su destino es?, seguido del sitio reconocido. ¿Si o No?", también lo puedes observar en pantalla como se muestra en la Figura 5. Para esto se debe presionar nuevamente el botón e indicar por voz "SI" si es correcto o "NO" para realizar otra búsqueda.



Figura 5 Sitio no encontrado en Mi Lazarillo UNAB

III. Empezar localización

Una vez se ha iniciado una búsqueda satisfactoriamente, es necesario el permiso para usar el Bluetooth (si ya está activo el permiso omitir este paso). Se pedirá permiso para usar el Bluetooth (Ver Figura 6), es requerido activar el servicio para realizar la búsqueda de los dispositivos encargados de realizar la localización del destino (Beacons).

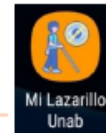


Figura 6 Petición para encender el dispositivo Bluetooth

Una vez concedido el permiso de uso del Bluetooth, la aplicación cambiara a la pantalla "Búsqueda", en la cual indicara una descripción del sitio previamente buscado y empezara a realizar la búsqueda de Beacons en la zona y puede dirigirse al modo asistido indicando por voz "MODO ASISTIDO".

En el momento de dirigirse al modo asistido, si no se reconocen Beacons en la zona, no podrá obtener la ubicación e indicara por audio "no se encuentran Beacons en la zona o prueba esperar un momento", de lo contrario cambiara de interfaz exitosamente.

IV. Asistido

La opción en modo asistido cambia a la pantalla "Asistido" (Ver Figura 7), en donde indica la ruta a tomar, si esta es muy larga estará dividida en secciones, cada vez que se llegue al objetivo de cada tramo se debe indicar por voz "CONTINUAR" hasta lograr llegar al destino final.



Figura 7 Pantalla Asistido Mi Lazarillo UNAB

V. Cancelación de asistido

En modo "Asistido" se puede presionar el botón "EMPEZAR A OIR" e indicarle por voz "CANCELAR", la aplicación volverá a su pantalla principal "Home".

Anexo B Documento desarrollo Mi Lazarillo UNAB

ANEXO B

PROYECTO DE GRADO

**Documento De Desarrollo
Mi Lazarillo Unab**

Versión <5.0>

Mi lazarrillo Unab	Versión: <5,0>
Documento de desarrollo	Fecha: <01 /06 / 2020>

Historial de revisiones

Fecha	Versión	Descripción	Autor
19/02/2020	1.0	Especificación de requerimientos	Carlos Francisco González Mantilla Ronald Yahir Landazábal Vargas
22/04/2020	2.0	Se especifica el diseño de la aplicación Se añade la explicación de arquitectura del sistema Se adjuntan los diseños de las interfaces de la aplicación Se muestran avances en las pruebas	Carlos Francisco González Mantilla Ronald Yahir Landazábal Vargas
6/05/2020	3.0	Se modifica la arquitectura del sistema Se modifican y adjuntan interfaces de la aplicación Se muestran avances en las pruebas	Carlos Francisco González Mantilla Ronald Yahir Landazábal Vargas
14/05/2020	4.0	Se diseña el diagrama de secuencias Se listan las versiones Se muestran avances en las pruebas	Carlos Francisco González Mantilla Ronald Yahir Landazábal Vargas
02/06/2020	5.0	Se diseña una nueva arquitectura con la base de datos ROOM Se realiza el modelado de la base de datos	Carlos Francisco González Mantilla Ronald Yahir Landazábal Vargas

Mi lazarrillo Unab	Versión: <5,0>
Documento de desarrollo	Fecha: <01 /06 / 2020>

Tabla de contenido

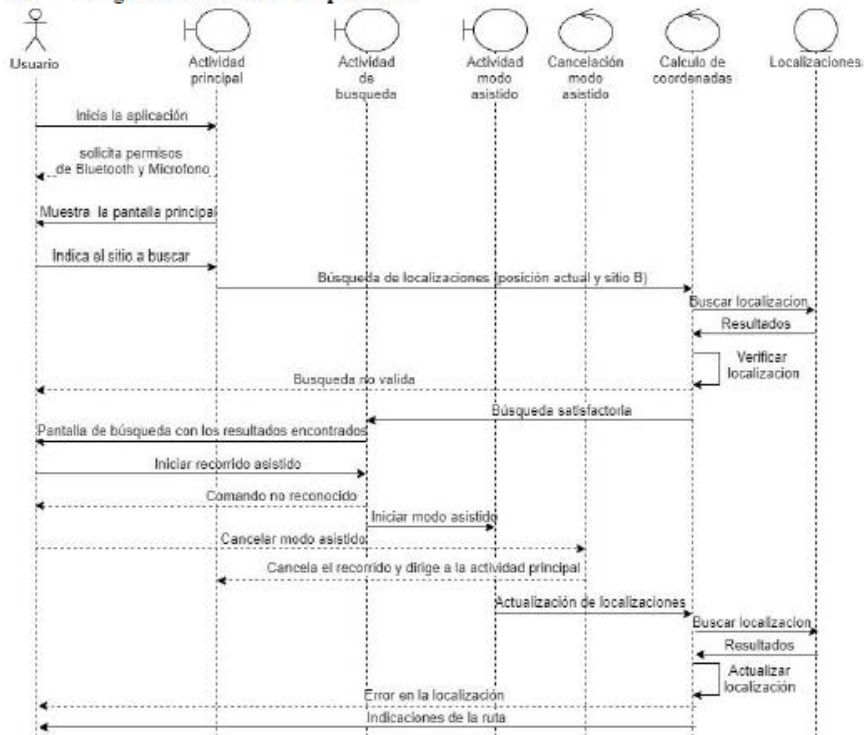
1. Descripción general	4
1.1 Diagrama de funciones del producto	4
2. Requerimientos	5
3. Prototipos desarrollados	8
4. Diseño de la aplicación	9
4.1 Arquitectura del sistema	9
4.2 Base de datos	10
4.3 Interfaces	12
5. Pruebas	15
6. Lista de chequeo de requerimientos	16

Mi lazarrillo Unab	Versión: <5,0>
Documento de desarrollo	Fecha: <01 /06 / 2020>

Desarrollo Mi Lazarillo Unab

1. Descripción general

1.1 Diagrama de funciones del producto



Mi lazarrillo Unab	Versión: <5.0>
Documento de desarrollo	Fecha: <01 /06 / 2020>

2. Requerimientos

ID	01
Nombre	Búsqueda de lugares
Crítico	Si
Prioridad de desarrollo	Alta
Entrada	Sitio para ubicar
Salida	Ruta de acceso al destino
Precondición	Tener la aplicación descargada y activa Conexión a los dispositivos de localización Acceso a internet
Descripción	El usuario hace la búsqueda por medio de comandos de voz del sitio del que necesita conocer su ubicación dentro de la plazoleta de la UNAB con el nombre del lugar u oficina y tendrá su respuesta por audio
Postcondición	La aplicación pasa a modo de ruta asistida o a proceso de cancelación es decir desiste de tomar la asistencia sobre la ruta
Manejo de situaciones anormales	La aplicación no tiene acceso a internet o micrófono El celular no cuenta con micrófono La aplicación no estableció comunicación con los dispositivos de localización (Beacons) Sitio no encontrado o no existe Error en el reconocimiento de datos por voz

Mi lazarrillo Unab	Versión: <5.0>
Documento de desarrollo	Fecha: <01 /06 / 2020>

ID	02
Nombre	Ruta asistida
Critico	Si
Prioridad de desarrollo	Alta
Entrada	Localización del usuario con el dispositivo móvil
Salida	Audio con las indicaciones de la ruta a seguir
Precondición	Tener activo la comunicación con los dispositivos de localización (Beacons) Haber realizado la búsqueda del lugar satisfactoriamente Acceso a internet
Descripción	El usuario hace la búsqueda por medio de comandos de voz del sitio del que necesita conocer su ubicación dentro de la plazoleta de la UNAB con el nombre del lugar u oficina y tendrá su respuesta por audio
Postcondición	La aplicación le describe la ruta a tomar, mediante puntos del desplazamiento, en cada punto le indica un cambio o una advertencia sobre su ruta hasta llegar a su destino. Las indicaciones de la ruta se mostrarán en pantalla y se leerán al usuario. En cualquier momento puede cancelar la asistencia.
Manejo de situaciones anormales	La aplicación no tiene acceso a internet, bluetooth o micrófono El celular no cuenta con bluetooth, micrófono, acelerómetro o sensor de campo magnético terrestre La aplicación no estableció comunicación con los dispositivos de localización (Beacons) Error al reproducir audio sobre las indicaciones de la ruta a seguir Error al mostrar indicaciones en pantalla Error al reconocer el comando de cancelar la asistencia

Mi lazarrillo Unab	Versión: <5.0>
Documento de desarrollo	Fecha: <01 /06 / 2020>

ID	03
Nombre	Cancelación de ruta asistida
Critico	Si
Prioridad de desarrollo	Alta
Entrada	Acción de cancelación de ruta asistida
Salida	Menú principal
Precondición	Tener activo la comunicación con los dispositivos de localización (Beacons). Estar dentro de una ruta con el modo asistido. Acceso a internet
Descripción	En el momento que el usuario está en el Modo Asistido, puede decirle a la aplicación por comando de voz "CANCELAR" para finalizar esta actividad y poder volver a la pantalla principal
Postcondición	El usuario ingresa la acción de cancelar ruta por comando de voz o por la opción en pantalla.
Manejo de situaciones anormales	Error al reconocer el comando de cancelar la asistencia No hay acceso a internet o al micrófono El celular no posee micrófono

Mi lazarrillo Unab	Versión: <5,0>
Documento de desarrollo	Fecha: <01 /06 / 2020>

3. Prototipos desarrollados

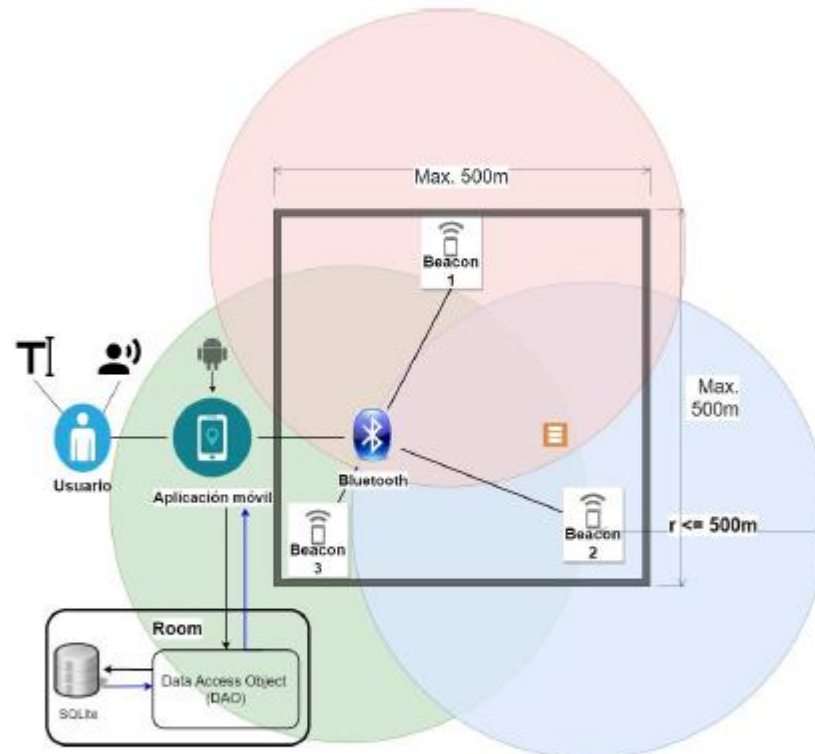
VERSION	DESCRIPCION
V1	La aplicación es capaz de convertir una cadena de texto a voz y reconocer voz para convertirlo en una cadena de texto.
V2	Se adaptó un prototipo basado en el proyecto llamado Android Voice Recognition Panda, que aporta mayores funcionalidades sobre el control del reconocimiento de voz, con el uso de mediante botones eliminando la ventana emergente que se encargaba del reconocimiento de voz y que no siempre funciona correctamente.
V3	Se incorporó un botón que ocupa la mayor parte de la pantalla, funcionando como interruptor del reconocimiento por voz y el uso de vibraciones para indicar los cambios de estado del botón.
V4	Se creó el icono de la aplicación y se agregó al ActionBar que es la barra superior donde presenta el nombre de la aplicación.
V5	Se incluyeron las bases tomadas del proyecto Android Voice Recognition Panda y se logra tener un control total del reconocimiento de voz, también se incorpora una forma visual que indica los cambios de estado del botón interruptor.
V6	Se implementó las transiciones entre las tres vistas de la aplicación mediante la validación de los datos obtenidos por el reconocimiento de voz.
V7	Se adaptó un prototipo de aplicación basado en el proyecto SG-Bootcamp-Beacons sobre la búsqueda y conexión de los beacons con el objetivo de comprender su funcionamiento y programación.
V8	Se incluye la búsqueda y conexión de los beacons tomando como referencia la segunda versión de la aplicación prototipada en base al proyecto SG-Bootcamp-Beacons.
V9	Se replanteó el diseño de las vistas para darle una mejor apariencia y realizaron mejoras en la programación, se añadió la biblioteca de persistencia Room junto con la base de datos SQLite y se configuró el uso de sensores para conocer la orientación del móvil con la aplicación en la posición calculada.

Mi lazarrillo Unab	Versión: <5.0>
Documento de desarrollo	Fecha: <01 /06 / 2020>

4. Diseño de la aplicación

4.1 Arquitectura del sistema

La arquitectura general para la implementación del proyecto es la siguiente:



La arquitectura general para la implementación del proyecto estará compuesta por 3 dispositivos Beacons los cuales se enlazan vía bluetooth con la aplicación móvil implementada en un dispositivo con sistema operativo Android.

De acuerdo con las especificaciones del fabricante, cada dispositivo Beacons tiene un alcance máximo de señal 500m aproximadamente, es decir los dispositivos deben ubicarse en un área que no supere estas dimensiones, los 3 dispositivos deben ubicarse de manera que se intercepten sus radios de acción

Mi lazarillo Unab	Versión: <5.0>
Documento de desarrollo	Fecha: <01 /06 / 2020>

para poder realizar los cálculos respectivos del algoritmo de posicionamiento.

Desde la aplicación instalada en un dispositivo móvil, el usuario tendrá la opción de buscar un sitio por comando de voz, el sistema detecta los Beacons formando una red y en base a la posición del celular y los 3 Beacons puede determinar la distancia entre el dispositivo (celular) hasta el Beacons más próximo devolviendo la distancia en metros.

Para la ejecución, se le debe dimensionar la zona a la aplicación y los puntos de referencia con respecto a los beacons, en los cuales según la intensidad de señal recibida ubicara al usuario mediante el algoritmo de localización basado en el método de trilateración.

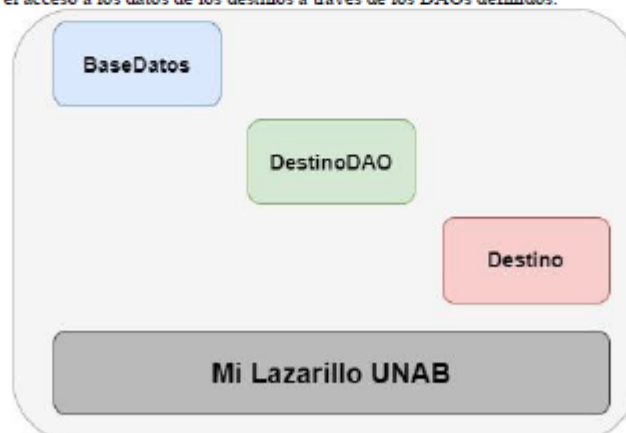
La aplicación cuenta con una base de datos SQLite dentro de la biblioteca de persistencia Room, en donde se almacenan los datos de los puntos de referencia, esta es accedida a través de la interfaz de acceso DestinoDAO, esta información obtenida es usada para la comprobación de que el sitio de destino sea válido y para conocer el punto en el que se encuentra la persona en el momento de activar el modo asistido.

Durante las pruebas realizadas se pudo comprobar que para los Beacons usados para el proyecto el radio de acción efectivo identificado entre cada dispositivo fue de 15 metros aproximadamente. El alcance de cada dispositivo depende de la calibración que se le realice, en nuestro caso no se cuenta con documentación sobre cómo realizar la calibración así que se trabajó con la configuración que trae el dispositivo por defecto. El área definida para las pruebas fue un espacio de 9 metros de largo por 12 metros de ancho.

4.2 Base de datos

Para el desarrollo del proyecto se utiliza una base de datos local con el uso de la biblioteca de persistencia Room, la cual le proporciona al proyecto una capa de abstracción sobre SQLite, permitiendo el acceso a la base de datos.

Los componentes de la arquitectura de Room son la entidad Destino la cual es perteneciente a una clase java de la aplicación, el objeto de acceso a los datos DestinoDAO, el cual es una interfaz común entre la aplicación y la base de datos permitiendo el acceso a los datos, además de poder añadir y borrar datos de los destinos, como tercer componente tenemos BaseDatos, una clase abstracta, que extiende de la clase RoomDatabase, la cual se encarga de inicializar la instancia de la base de datos y permitir el acceso a los datos de los destinos a través de los DAOs definidos.



Mi lazarrillo Unab	Versión: <5,0>
Documento de desarrollo	Fecha: <01 /06 / 2020>

```
private String nombre;  
private double ymin;  
private double ymax;  
private double r1min;  
private double r1max;  
private double r2min;  
private double r2max;  
private double r3min;  
private double r3max;  
private String descripcion;
```

Mi lazarillo Unab	Versión: <5.0>
Documento de desarrollo	Fecha: <01 /06 / 2020>

4.3 Interfaces



Mi lazarillo Unab	Versión: <5.0>
Documento de desarrollo	Fecha: <01 /06 / 2020>



Mi lazarrillo Unab	Versión: <5.0>
Documento de desarrollo	Fecha: <01 /06 / 2020>



Mi lazarrillo Unab	Versión: <5.0>
Documento de desarrollo	Fecha: <01 /06 / 2020>

5. Pruebas

Versión	Prueba	Resultado
V1	Ingresar cadena de texto y verificar que lo convierta a voz	Exitoso
	Ingresar un comando de voz y verificar que la aplicación lo interpreta	Exitoso
	Iniciar el reconocimiento de voz y verificar que se cierra el cuadro de dialogo	Fallido, se pierden los datos
V2	Seleccionar botón para iniciar la captura de voz, verificar se inicia el reconocimiento de voz	Exitoso
	Verificar se visualice en pantalla un segundo botón que permita detener la captura de voz	Fallido, no captura los datos
V3	Seleccionar botón para iniciar la captura de voz, verificar se inicia el reconocimiento de voz y que el botón ocupe toda la pantalla.	Exitoso
	Verificar que el móvil use el modo vibración al presionar el botón.	Exitoso
	Verificar detiene el reconocimiento de voz al presionar el botón por segunda vez.	Exitoso
	Verificar se capturan los datos al detener el reconocimiento de voz	Exitoso
V4	Verificar se visualice icono en la aplicación	Exitoso
	Verificar se visualice en el ActionBar el icono de la aplicación	Exitoso
V5	Verificar se muestre en la pantalla la información capturada por el reconocimiento por voz	Exitoso
V6	Ingresar un comando de voz en la primera vista y verificar que haga transición a la segunda vista	Exitoso
	Ingresar un comando de voz en la segunda vista y verificar que haga transición a la tercera vista	Exitoso
V7 - V1 Beacons	Verificar que al presionar el botón se active la búsqueda de Beacons	Exitoso

Mi lazarrillo Unab	Versión: <5.0>
Documento de desarrollo	Fecha: <01 /06 / 2020>

	Verificar se realice enlace los Beacons y se muestre en pantalla información sobre los mismos.	Fallido, Es necesaria la configuración del tipo de cada Beacon. Exitoso en la segunda prueba.
	Verificar que al presionar un segundo botón se detenga la búsqueda de Beacons	Exitoso
V7 - V2 Beacons	Verificar que al presionar un primer botón que se active la búsqueda de Beacons	Exitoso
	Visualizar en pantalla la información obtenida de los Beacons	Exitoso
	Verificar que al presionar un segundo botón se detenga la búsqueda de Beacons	Exitoso
V8	Verificar que la aplicación detecte y enlace los Beacons.	Exitoso
	Visualizar en la pantalla principal la información obtenida de los Beacons	Exitoso
V9	Visualizar nuevo diseño de las vistas y verificar transición entre las vistas	Exitoso
	Comprobar el correcto funcionamiento de la base de datos Room para los datos de los puntos de destino	Exitoso
	Obtención de datos mediante el uso del sensor de orientación para conocer la orientación del celular	Exitoso

6. Lista de chequeo de requerimientos

Lista de Chequeo de Requerimientos				
ID	Nombre	Descripción	Cumple (Si/No)	Observaciones
01	Búsqueda de	El usuario hace la búsqueda	Si	

Mi lazarrillo Unab	Versión: <5.0>
Documento de desarrollo	Fecha: <01 /06 / 2020>

	lugares	por medio de comandos de voz del sitio del que necesita conocer su ubicación dentro de la plazoleta de la UNAB con el nombre del lugar u oficina y tendrá su respuesta por audio		
02	Ruta asistida	El usuario hace la búsqueda por medio de comandos de voz del sitio del que necesita conocer su ubicación dentro de la plazoleta de la UNAB con el nombre del lugar u oficina y tendrá su respuesta por audio	No	<p>En este requerimiento se localiza al usuario y al sitio buscado, pero no puede indicarle la localización en tiempo real a medida que se desplace porque se presentan las siguientes dificultades:</p> <ul style="list-style-type: none"> •En el manejo de la tecnología. •El conocimiento de los desarrolladores es escaso en esta tecnología, la cual es nueva en esta región y la información accesible es muy limitada. •Los dispositivos son de baja gama y no se cuenta con la capacitación para poder configurarlos completamente por lo que se usa la que traen por defecto.
03	Cancelación de ruta asistida	En el momento que el usuario está en el Modo Asistido, puede decirle a la aplicación por comando de voz	Si	

Mi lazarrillo Unab	Versión: <5.0>
Documento de desarrollo	Fecha: <01 /06 / 2020>

		"CANCELAR" para finalizar esta actividad y poder volver a la pantalla principal		
--	--	---	--	--