

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Arte, Diseño y Comunicación Audiovisual

**Diseño de accesorio portátil inteligente para identificación de ruta de bus
urbano para personas con visión reducida**

ARTE 515

Proyecto Integrador

Previo la obtención del Título de:

Licenciatura en Diseño de Productos

Presentado por:

Gema jazmín Zambrano Ostaiza

Guayaquil - Ecuador

Año: 2024

Dedicatoria

A Dios por darme los mejores padres,
José Jara y Rosa Zambrano, las personas
más luchadoras y valientes que he
conocido.

Agradecimientos

Mi más sincero agradecimiento a todas
aquellas personas que me dijeron “no
estás sola” y lo demostraron.

Declaración Expresa

Yo Gema Jazmín Zambrano Oztaíza de acuerdo y reconozco que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores.

La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por mí/nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que me/nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de mi/nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique los autores que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 10 de octubre del 2024.



Gema Jazmín

Zambrano

Oztaíza

Evaluadores

Mgtr. Jimmy Ernesto Cañizares Pozo

Profesor de Materia

Mst. Francesco Giuseppe Magnone

Tutor de proyecto

Resumen

En las áreas urbanas, las personas con visión reducida enfrentan barreras significativas para utilizar el transporte público, lo que limita su autonomía. Este proyecto tiene como objetivo diseñar un accesorio portátil inteligente para identificar rutas de autobuses urbanos, integrando tecnología accesible como sensores de proximidad y retroalimentación auditiva. Se fundamenta en la metodología Design Thinking, estructurada en cinco etapas: empatizar, definir, idear, prototipar y testear.

Durante el desarrollo del proyecto, se realizaron entrevistas y observaciones para identificar necesidades clave de los usuarios, como la falta de señalización adecuada y la inaccesibilidad de dispositivos existentes. El prototipo diseñado incorpora materiales económicos y una interfaz intuitiva, que fue validada mediante pruebas preliminares con usuarios finales. Los resultados demuestran que el dispositivo mejora la interacción usuario-transporte, promoviendo su independencia.

Las conclusiones destacan que este dispositivo tiene el potencial de mejorar la calidad de vida de las personas con visión reducida, alineándose con el Objetivo de Desarrollo Sostenible 3: Salud y Bienestar. Además, se evidencia una mejora significativa en la calidad de vida de las personas con visión reducida.

Palabras Clave: Broche, tecnología, baja visión, transporte urbano

Abstract

In urban areas, individuals with low vision face significant barriers when using public transportation, limiting their autonomy. This project aims to design a portable smart accessory to identify urban bus routes, incorporating accessible technology such as proximity sensors and auditory feedback. The methodology is based on Design Thinking, structured into five stages: empathize, define, ideate, prototype, and test.

During the project development, interviews and observations identified key user needs, including inadequate signage and inaccessible existing devices. The designed prototype integrates cost-effective materials and an intuitive interface, validated through preliminary testing with end users. Results demonstrate that the device improves user-transport interaction, fostering independence.

Conclusions emphasize the device's potential to enhance the quality of life of individuals with low vision, aligning with Sustainable Development Goal 3: Good Health and Well-being. Additionally, a significant improvement in the quality of life of individuals with low vision is evident.

Keywords: brooch, technology, low vision, public transportation.

Índice

Capítulo 1.....	10
1.1 Introducción.....	11
1.2 Descripción del Problema	12
1.3 Justificación del Problema	12
1.4 Objetivos	13
1.4.1 <i>Objetivo general</i>	13
1.4.2 <i>Objetivos específicos</i>	13
1.5 Marco teórico, Marco referencial o Estado del Arte.....	13
1.5.1 <i>Conceptos sobre la visión</i>	13
1.5.2 <i>El broche más que un accesorio una declaración de status</i>	19
1.5.3 <i>Diseño inclusivo y accesibilidad</i>	24
1.5.4 <i>Tecnologías de reconocimiento visual aplicadas</i>	28
1.5.5 <i>Comunicación y conectividad en dispositivos inteligentes</i>	32
1.5.6 <i>Sistemas de emergencia y rastreo</i>	33
1.5.7 <i>Ergonomía y usabilidad en wearables</i>	35
1.5.8 <i>Modelos análogos</i>	37
1.5.9 <i>Sostenibilidad y materiales para dispositivos tecnológicos</i>	42
1.5.10 <i>Innovación Tecnológica para la Movilidad de Personas con Visión Reducida</i>	50
1.5.11 <i>Análisis y Comparativa Técnica y de Usabilidad</i>	65
Capítulo 2.....	68
2. Metodología	69
Capítulo 3.....	77
Capítulo 3: Investigación, resultados y análisis	78
3.1 <i>Introducción</i>	78
Conclusiones del Capítulo 3	92
Capítulo 4.....	97

4. Presentación del proyecto	98
4.1. <i>Análisis de resultado</i>	98
4.2 <i>Aspectos Conceptuales</i>	98
4.3 <i>Aspectos Técnicos</i>	98
4.4 <i>Validación y pruebas con usuarios</i>	103
4.4 <i>Aspectos Estéticos</i>	103
4.5 <i>Presupuesto</i>	104
4.6 <i>Aspectos Comunicacionales</i>	104
4.7 <i>Conclusiones del capítulo</i>	105
Capítulo 5.....	106
5.1 <i>Conclusiones y recomendaciones</i>	107
5.1.1 <i>Conclusiones</i>	107
5.1.2 <i>Recomendaciones</i>	108
Anexos	116
Planificación entrevista inicial	117
Preguntas entrevistas de testeo	119
Tabulación de datos de entrevistas a usuarios.....	120
Testeo 124	
Renders del producto	125

Capítulo 1

1.1 Introducción

En las grandes ciudades, las personas con visión reducida enfrentan múltiples barreras para movilizarse de forma autónoma, especialmente al utilizar el transporte público. Según el Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades en Ecuador (2023), el 11.54 % de la población presenta algún tipo de problema visual, de los cuales un porcentaje significativo depende del transporte público para sus actividades cotidianas. Sin embargo, la falta de señalización adecuada y la dificultad para identificar las rutas de autobuses generan una dependencia constante de terceros, afectando negativamente su calidad de vida.

Aunque existen dispositivos que buscan mejorar la accesibilidad, muchos de ellos no están adaptados a las necesidades específicas del entorno urbano, son costosos o difíciles de adquirir. Ante este panorama, surge la necesidad de desarrollar una solución accesible, económica y tecnológica que facilite la movilidad de las personas con visión reducida. Este proyecto propone el diseño de un accesorio portátil inteligente que permita la identificación de rutas de autobuses mediante tecnología avanzada, como sensores de proximidad y retroalimentación auditiva, garantizando un diseño intuitivo, portátil y asequible.

El objetivo principal de esta propuesta es fomentar la independencia de las personas con visión reducida, promoviendo su inclusión social y contribuyendo al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, especialmente el ODS 3, que busca garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades.

1.2 Descripción del Problema

En la actualidad, las personas con baja visión enfrentan varias dificultades para movilizarse en entornos urbanos, especialmente al intentar reconocer y utilizar el transporte público. Los dispositivos diseñados para mejorar la accesibilidad suelen ser costosos, de difícil acceso y, en muchos casos, no están adaptados a las necesidades específicas del entorno urbano o del usuario. Esto limita la autonomía de estas personas y aumenta su dependencia de terceros, generando también muchas frustraciones e incomodidades en su vida diaria lo que limita sus oportunidades de movilidad.

1.3 Justificación del Problema

Este proyecto surge de la necesidad de mejorar la movilidad y la independencia de las personas con visión reducida al momento de transportarse en el sector urbano, donde el acceso al transporte es esencial para la vida cotidiana, muchas personas con discapacidad visual se ven limitadas por la falta de soluciones tecnológicas accesibles que les permitan identificar y abordar los autobuses de manera eficiente y segura, especialmente en condiciones de baja visibilidad como la noche.

Este proyecto apoya los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 3), contribuyendo a la mejora de la salud y el bienestar de las personas con visión reducida, al proporcionar una solución accesible que fomenta su movilidad e independencia.

1.4 Objetivos

1.4.1 *Objetivo general*

Diseñar y desarrollar un accesorio portátil inteligente que permita a las personas con visión reducida identificar las rutas de autobuses urbanos de manera accesible, eficiente y autónoma, mejorando su movilidad e independencia sin depender de terceros o aplicaciones móviles complejas.

1.4.2 *Objetivos específicos*

1. Identificar las principales dificultades que enfrentan las personas con visión reducida al utilizar el transporte público, mediante entrevistas y observaciones en entornos urbanos.
2. Evaluar la estética y ergonomía del accesorio diseñado, considerando su integración con el usuario final.
3. Analizar el impacto del diseño y la ergonomía del accesorio en la experiencia del usuario y su aceptación en el entorno urbano.

1.5 Marco teórico, Marco referencial o Estado del Arte

1.5.1 *Conceptos sobre la visión*

Visión reducida significa tener una visión deficiente que no puede corregirse con anteojos, cirugía o medicamentos. La causa más común de la visión reducida es la degeneración macular, una enfermedad del envejecimiento que afecta la porción central del campo visual. Otras causas comunes son el glaucoma, las cataratas y la diabetes. (MAYO CLINIC, 2024)

La Figura 1 muestra una representación visual comparativa entre un ojo sano y un ojo afectado por glaucoma. Esta condición se caracteriza por un aumento en la presión intraocular que daña progresivamente el nervio óptico, lo que puede llevar a una pérdida irreversible del campo visual periférico si no se trata a tiempo. En la imagen se observa cómo la presión alta

afecta el nervio óptico en el ojo con glaucoma, mientras que en el ojo sano la estructura se mantiene intacta. Esta ilustración es fundamental para entender el impacto del glaucoma en la anatomía ocular y la importancia de su detección temprana para prevenir complicaciones graves.

Figura 1. Visualización representativa del glaucoma



Nota. Representación general del glaucoma. Fuente: tomado del portal web: “¿Qué es el glaucoma?” en su apartado url: <https://bitly.cx/0NvTn>

La Tabla 1 presenta un análisis comparativo de tres enfermedades clave asociadas con el deterioro visual: glaucoma, cataratas y complicaciones derivadas de la diabetes. Estas condiciones representan una preocupación global debido a su alta prevalencia y su impacto en la calidad de vida de las personas. El glaucoma afecta aproximadamente al 2 % de la población mayor de 40 años, siendo la hipertensión ocular y la predisposición genética algunos de sus principales factores de riesgo, lo que conduce a la pérdida irreversible del campo visual periférico. Por otro lado, las cataratas son responsables del 51 % de los casos de ceguera en el mundo, con la edad avanzada y la exposición prolongada a la luz ultravioleta como factores determinantes (Instituto OMIQ). Finalmente, la diabetes, que afecta al 8.5 % de los adultos mayores de 18 años, se asocia con complicaciones como la retinopatía diabética, caracterizada por microaneurismas y hemorragias que alteran significativamente la visión. Estos datos resaltan la importancia de abordar las causas, los riesgos y las consecuencias visuales de estas enfermedades para mitigar su impacto en la población mundial.

Tabla 1: Datos relevantes sobre glaucoma, cataratas y diabetes

Enfermedad	Prevalencia Global	Factores de Riesgo Principales	Impacto Visual
Glaucoma	Afecta al 2 % de la población mayor de 40 años (Espinosa Bravo, 2023).	Hipertensión ocular, predisposición genética, miopía (Jutinico, 2023).	Pérdida del campo visual periférico, ceguera irreversible (Velasco et al., 2022).
Cataratas	Responsable del 51 % de la ceguera mundial (Rodríguez Moreno, 2019).	Edad avanzada, exposición prolongada a la luz UV, diabetes (Guitart, 2020).	Opacidad progresiva del cristalino, visión borrosa (Forero & Romero, 2020).
Diabetes	Afecta al 8.5 % de los adultos mayores de 18 años (OMS, citado en Guzmán Palma, 2023).	Niveles elevados de glucosa, obesidad, sedentarismo (Quispe, 2024).	Retinopatía diabética, microaneurismas, hemorragias (Rodríguez Sorní, 2023).

Nota: Los datos fueron obtenidos de Espinosa Bravo (2023), Jutinico (2023), Velasco et al. (2022), Rodríguez Moreno (2019), Guitart (2020), Forero y Romero (2020), Guzmán Palma (2023), Quispe (2024) y Rodríguez Sorní (2023).

La discapacidad visual se clasifica en función del grado de pérdida visual, este comprende un rango de varias condiciones que afectan a la visión, estas van desde la ceguera total hasta la baja visión o visión reducida. Es importante distinguir los términos como baja visión; que es la pérdida de capacidad visual que no mejora con lentes ni tratamientos farmacológicos con un campo visual inferior a 20 grados, en cambio la discapacidad visual está relacionada a las personas con pérdida caso total o total de agudeza visual y tienen un campo visual inferior a 10 grados (ASDEDIS, 2021)

Figura 2. Representación porcentual de una baja visión



Nota. Imagen tomada del artículo web titulado: “Visión Baja” en su apartado web:

<https://bitly.cx/jNIDu>

Según el Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades en Ecuador el 11.62 % de la población presenta problemas de visión (Tabla 3), de las cuales el 10.90 % son mujeres y el 13.82% tiene un grado grave o severo (Tabla 3), con edades que van desde los 19 hasta 35 (Tabla 3), (Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades, 2023) de los cuales la mayoría se movilizan día a día en transporte público. Los transportes públicos que circulan por la ciudad poseen una serie de números para reconocerlo y además tiene en una esquina del parabrisas la ruta de los lugares por los que circulan, que a menudo están en fuentes pequeñas o poco contrastadas, y distinguirlas si quiera se convierte en una tarea compleja. Además, los números suelen estar en movimiento, lo que añade dificultad.

Tabla 2: Datos sobre la discapacidad visual y movilidad en transporte público en Ecuador

Indicador	Valor/Dato	Fuente
Población con problemas de visión	11.62 % de la población ecuatoriana.	Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades (2023)
Porcentaje de mujeres afectadas	10.90 % del total de personas con problemas de visión.	Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades (2023)
Casos graves o severos	13.82 % de los afectados tienen grados graves o severos de visión.	Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades (2023)
Edades predominantes en casos severos	Entre 19 y 35 años.	Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades (2023)
Uso del transporte público	Mayoría de las personas con discapacidad visual.	Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades (2023)
Dificultades en el transporte público	Números en movimiento y fuentes pequeñas o poco contrastadas.	Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades (2023)

Nota: Los datos han sido extraídos del Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades (2023), basados en el análisis de la población ecuatoriana con problemas de visión y sus desafíos en el transporte público.

Análisis de sistemas inteligentes en el transporte público

La Tabla 3 presenta un análisis detallado de los indicadores clave relacionados con la implementación de sistemas inteligentes de transporte (ITS) en contextos urbanos. Entre los datos más destacados, se encuentra la precisión del 89.6 % en la estimación de paradas mediante el método Trip Chaining, lo que refleja un avance significativo en la gestión de rutas y planificación de transporte (Cubo Izquierdo, 2022). Además, se observa una reducción promedio del 20 % en los tiempos de desplazamiento gracias a la integración de tecnologías de geolocalización en buses urbanos (Díaz Concha, 2022). Por otro lado, los costos asociados a la implementación de dispositivos IOT se estiman en USD 500 por unidad, lo que los posiciona como una solución accesible y escalable (Mullo Tarco, 2024). Estos sistemas también

promueven la sostenibilidad, con un ahorro energético proyectado del 30 %, y han mejorado significativamente la experiencia de los usuarios, beneficiando al 85 % de los pasajeros encuestados (Vélez Obando, 2023; Sandoval Royero, 2020). En el caso de la ciudad de Otavalo, la cobertura del sistema alcanzó el 100 % de la flota de transporte público, marcando un hito en la optimización del servicio (Díaz Concha, 2022). Estos resultados subrayan el impacto positivo de los ITS en la eficiencia y calidad del transporte urbano.

Tabla 3: Información relevante sobre sistemas inteligentes de transporte

Indicador	Valor/Dato	Fuente
Porcentaje de rutas optimizadas	89.6 % de precisión en la estimación de paradas mediante el método Trip Chaining.	Cubo Izquierdo (2022)
Reducción de tiempo promedio	20 % en los tiempos de desplazamiento al implementar geolocalización en buses.	Díaz Concha (2022)
Costo de implementación por unidad	USD 500 por dispositivo IoT para monitoreo en tiempo real de buses.	Mullo Tarco (2024)
Eficiencia energética esperada	30 % de ahorro energético al integrar sistemas ITS en transporte urbano.	Vélez Obando (2023)
Usuarios beneficiados	85 % de los pasajeros reportaron mejoras en su experiencia de transporte.	Sandoval Royero (2020)
Cobertura del sistema	Aplicado en 100 % de la flota de buses de la ciudad de Otavalo.	Díaz Concha (2022)

Nota: Los datos han sido extraídos de Cubo Izquierdo (2022), Díaz Concha (2022), Mullo Tarco (2024), Vélez Obando (2023) y Sandoval Royero (2020), citados de acuerdo con sus investigaciones en proyectos relacionados con sistemas inteligentes de transporte.

Otro factor es el diseño de las paradas de los autobuses ya que no cuentan con señales suficientes para este tipo de personas, no cuentan con anuncios de audio, ni guías para reconocer las paradas correctas. Por lo cual estas personas si están solas tienden a preguntar a desconocidos si esa es la parada que buscan, si el número del bus para por ese paradero, o le preguntan al chofer antes de subir al autobús lo que les suele incomodar debido a que algunos

choferes no responden de manera educada, y muchas veces optan también por ir acompañados para que les informen cuándo llega su autobús o qué número tiene.

Figura 3. Paradas de buses para personas con discapacidad visual



Nota. Imagen tomada del artículo web titulado: “Seguridad vial para las personas con discapacidad visual” en su apartado web: <https://bitly.cx/epuAx>

1.5.2 El broche más que un accesorio una declaración de status

Figura 4: Broche de Chanel, a base de metal, perlas de Cristal y strass destinada a heredarse



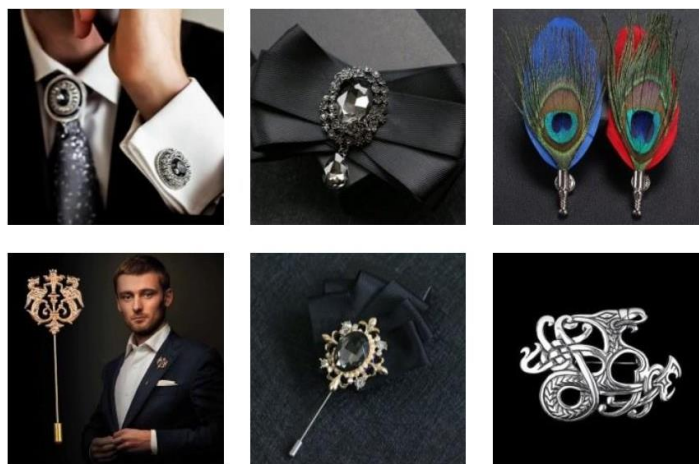
Nota. Imagen tomada del artículo web titulado: “ El regreso del broche como el accesorio imprescindible de la primavera” en su apartado web: https://elpais.com/smoda/moda/el-regreso-del-broche-como-el-accesorio-imprescindible-de-la-primavera.html#foto_gal_19

En la actualidad, los broches se han convertido en accesorios versátiles y multifuncionales, abarcando desde joyas heredadas con valor sentimental hasta diseños elaborados con materiales reciclables. Su personalización permite a las personas expresar su estilo único, siendo utilizados no solo como elementos estéticos, sino también como símbolos familiares o piezas culturales.

En el mundo de la moda, los diseñadores los incorporan como complementos sofisticados en sus colecciones, explorando diversas formas, colores y diseños llamativos. Además, su uso ha trascendido la vestimenta tradicional, aplicándose en el cabello, bolsos e incluso como sustituto de collares u otros accesorios.

Si bien históricamente han sido más populares entre las mujeres, las tendencias actuales han llevado a una mayor aceptación del broche en la moda masculina, especialmente en eventos formales, consolidándose como un accesorio atemporal y adaptable a distintos estilos.

Figura 5: moda en roches para hombres



Nota. Imagen tomada de la página web titulada: Broches de hombre”. En su apartado web: <https://alpha.decorexpro.com/>

1.5.2.1 Historia del broche

Este objeto tiene sus inicios en la antigua civilización egipcia donde se usaban tanto por hombres como mujeres como símbolo de estatus. Durante la época romana se utilizaban para sujetar túnicas y mantos con un diseño mucho más elaborado con figuras geométricas, reflejando el estilo de la época. Durante la Edad Media, los broches seguían siendo una parte esencial de la indumentaria sobre todo entre la nobleza y la realeza. Ya que estos broches eran elaborados con materiales lujosos-decorados con perlas y piedras preciosas. Muchas veces se convertían en obras de arte que simbolizaban el poder y la riqueza de sus propietarios.

Figura 6. Broche Egipcio Antiguo



Nota. Broche de escarabajo egipcio con tres amuletos colgantes. Fuente: tomado de su apartado url: <https://bitly.cx/SRs2v>

Durante el Renacimiento, este objeto se seguía usando como símbolo de poder y estatus, también se usaban como regalos ceremoniales, Estas eran piezas de gran valor, ya que se confeccionaban con metales y piedras preciosas y su elaboración requerían de

habilidades artesanales excepcionales. Durante este periodo este objeto también se utilizó como amuleto protector o símbolo del altar o pertenencia a ciertas casas reales o linajes de la nobleza.

Figura 7. Broche usado en la época de Luis XIV



Nota. Broche usado por las damas. Fuente: tomado del portal web: “Historia del broche” en su apartado url: <https://bitly.cx/svb9r>

Durante la década de los 50, el broche se utilizaba como símbolo de elegancia y refinamiento en las mujeres, fueron las celebridades de Hollywood quienes popularizaron este objeto como símbolo de elegancia y sofisticación, usándolos en los vestidos.

Durante la década de los 80 se utilizaban como una forma de expresión audaz. Con diseños voluminosos y muy llamativos usados también en la solapa, cuellos y hombros con colores brillantes y formas extravagantes características de la época.

Así, a lo largo de la historia, ese objeto se ha utilizado más como un símbolo de poder y estatus de las personas, Pero es durante el siglo XXI dónde este objeto surge como una adaptación a las tendencias contemporáneas tomando protagonismo también en el mundo de la joyería, en la actualidad donde el minimalismo y la sostenibilidad son parte de las tendencias de consumo este objeto toma gran valor en el mercado, ya que no solamente se utiliza como una forma meramente decorativa, sino más bien como una forma de expresar la personalidad de cada persona, además de ser un accesorio versátil formado por una amplia gama de materiales y con una variedad de estilos adaptados a los gustos de cada persona.

La Tabla 4 ilustra de manera cronológica la evolución histórica del broche, destacando sus usos, materiales predominantes y los avances tecnológicos o sociales asociados a cada período. Desde la antigüedad egipcia, el broche se utilizaba como elemento decorativo y funcional en prendas, fabricado con materiales como oro y piedras preciosas, reflejando estatus social y siendo incluso parte de las ofrendas funerarias.

Durante la Edad Media, los broches adquieren un simbolismo de riqueza y poder, elaborados con metales preciosos y diseños religiosos o heráldicos que reforzaban las jerarquías sociales. En el Renacimiento, el broche evolucionó hacia una expresión artística más compleja, incorporando piedras preciosas talladas y estilos influenciados por movimientos como el Barroco.

Con la llegada del siglo XIX, la industrialización permitió la producción masiva de broches funcionales para ropa, utilizando materiales como acero y otros metales industriales, haciéndolos más accesibles. Finalmente, en el siglo XXI, los broches han adoptado un enfoque tecnológico, integrando sensores y funciones hápticas que los transforman en herramientas útiles para dispositivos portátiles y accesibilidad en el transporte público. Esta evolución refleja

la adaptación del broche a las necesidades y tecnologías de cada época, manteniendo su relevancia tanto estética como funcional.

Tabla 4. Evolución histórica del broche y su funcionalidad

Período histórico	Uso y material predominante	Avances tecnológicos o sociales relacionados
Antigüedad egipcia	Uso decorativo y funcional en prendas; materiales como oro y piedras preciosas.	Representaban estatus social y eran parte de las ofrendas funerarias (Toledo Yanza, 2022).
Edad Media	Broches como símbolo de riqueza, elaborados con metales preciosos.	Incorporación de diseños religiosos y heráldicos, reflejando la jerarquía social (Morales Soria & Tene Vargas, 2024).
Renacimiento	Desarrollo de broches con detalles artísticos; piedras preciosas talladas.	Influencia de movimientos artísticos como el Barroco en los diseños (Ricaurte Sánchez & Miranda Procel, 2021).
Siglo XIX	Broches funcionales para ropa, incluyendo el uso de acero y otros metales industriales.	Industrialización permitió producción masiva, haciendo los broches más accesibles (Arapa Taípe et al., 2020).
Siglo XXI	Evolución hacia broches tecnológicos, incorporando sensores y funciones hápticas.	Uso en dispositivos portátiles para accesibilidad, como en transporte público (Leiva Calvanapón, 2022; Villarreal & Valbuena, 2021).

Nota: Datos extraídos de Toledo Yanza (2022), Morales Soria y Tene Vargas (2024), Ricaurte Sánchez y Miranda Procel (2021), Arapa Taípe et al. (2020), Leiva Calvanapón (2022) y Villarreal y Valbuena (2021).

1.5.3 Diseño inclusivo y accesibilidad

El diseño inclusivo busca la creación de productos, servicios y entornos que puedan ser usados por la mayor cantidad de personas posibles considerando varios factores como la edad, habilidades, cultura, contexto social sin la necesidad de adaptaciones extras y que ninguna persona quede excluida de alguna manera. (Clarkson, 2013)

La accesibilidad hace referencia a la capacidad que tiene un producto o servicio de ser usado por personas con distintas discapacidades de manera efectiva, eliminando así las diferentes barreras físicas, sensoriales, cognitivas y tecnológicas. (World Wide Web Consortium., 2018)

1.5.3.1 Normativas y estándares internacionales de accesibilidad

- ISO 9241 (organización Internacional de normalización)

Es un estándar internacional que regula la ergonomía en la interacción entre el ser humano y los sistemas, priorizando un diseño orientado al usuario y la usabilidad de productos y sistemas interactivos. Desarrollado por el Comité Técnico ISO/TC 159, este estándar ha evolucionado progresivamente, abarcando diversas áreas relacionadas con la interacción y el diseño para mejorar la experiencia del usuario. Esta norma está compuesta principalmente por:

- ISO 9241-1: Introducción general al estándar y sus objetivos.
- ISO 9241-2: Directrices sobre el diseño de tareas para trabajar con sistemas informáticos.
- ISO 9241-3 a 9: Se centran en características físicas de los equipos informáticos, como requisitos para pantallas, teclados y disposición del lugar de trabajo.
- ISO 9241-11: Proporciona un marco para entender la usabilidad, definiendo términos clave y conceptos, y explicando cómo aplicar la usabilidad en el diseño de sistemas interactivos. Esta parte es fundamental para evaluar la efectividad, eficiencia y satisfacción del usuario al interactuar con un sistema.
- ISO 9241-210: Se centra en el diseño centrado en el ser humano para sistemas interactivos, enfatizando la importancia de involucrar a los usuarios durante todo el proceso de diseño.

- ISO 9241-20: Aborda la accesibilidad dentro de la serie ISO 9241, destacando su importancia en la interacción humano-sistema y proporcionando directrices sobre actividades relacionadas con la accesibilidad

Esta norma es esencial para diseñadores, desarrolladores de sistemas, personal de control de calidad, organizaciones de consumidores y profesional de usabilidad para crear productos eficientes y satisfactorios para el usuario, promoviendo una interacción más llevadera entre persona y tecnología. (ISO, 2018)

- WCAG (Pautas de Accesibilidad para el contenido Web)

Conjunto de pautas que buscan desarrollar contenido web más accesible para las personas con discapacidades y que sirven de referencia para legislaciones en varios países incluyendo la ley 26.653 en Argentina; “normativa que promueve el disfrute de los derechos humanos y la participación por igual de las personas con discapacidad en los espacios tecnológicos.” (level access, 2015)

- ADA (Americans with Disabilities Act)

Son regulaciones emitidas por el departamento de justicia (DOJ) y el departamento de transporte (DOT) que se aplican a nuevas modificaciones en instalaciones cubiertas por la ley

- Estándares del DOJ (2010)

Obligatorios desde el 15 de marzo de 2012, se aplican a la mayoría de las instalaciones, exceptuando aquellas de transporte público. Regulan accesibilidad en zonas de reunión, centros de enseñanza, establecimientos de salud, alojamientos y viviendas residenciales, entre otros.

- Estándares del DOT (2006)

Dirigidos a instalaciones de transporte público, como paradas y estaciones de autobús y tren. Contienen disposiciones específicas sobre rutas accesibles, señalización en

rampas y áreas de abordaje y descenso. Ambos estándares DOT y DOJ se basan en las Directrices de Accesibilidad de la ADA (ADAAG) y buscan garantizar entornos accesibles para personas con discapacidad.

Estos conceptos son fundamentales para este proyecto ya que, mientras que la accesibilidad busca eliminar los obstáculos para las personas con baja visión, el diseño inclusivo busca adaptar la solución para beneficiar tanto a los afectados por discapacidad visual como aquellos que no. También es importante considerar los principios del diseño universal para asegurar que el producto cumpla con los estándares y objetivos propuestos.

1.5.3.2 Principios del diseño universal y diseño inclusivo.

El diseño universal plantea crear productos y entornos accesibles para todas las personas indistintamente de sus capacidades y limitaciones optando por enfoques más inclusivos. Los 7 principios desarrollados por la Universidad Estatal de Carolina del Norte son de gran ayuda y guía para evaluar y mejorar diseños existentes en el mercado, estos principios enfocados a este proyecto son los siguientes:

1. Uso equitativo: garantiza un diseño útil, atractivo y accesible para personas con varias capacidades, evitando señalar o discriminar a los usuarios.
2. Flexibilidad en el uso: el diseño debe adaptarse a las diferentes habilidades y preferencias del usuario, proporcionando adaptabilidad y facilidad de uso.
3. Uso simple e intuitivo: independientemente de los conocimientos y habilidades del usuario, el producto debe ser intuitivo, se debe entender con facilidad, sin complejidad, con expectativas reales y apto para el usuario.
4. Información perceptible: se comunica la información que es necesaria de manera efectiva, se contrasta colores, descripción, fuente, diferenciando cada elemento de la mejor manera.

5. Tolerancia al error: el diseño debe minimizar cualquier riesgo, y proporcionar advertencias y formas claras de solucionar errores. En el caso de interfaces se debe asegurar que los botones sean del tamaño adecuado, estén separados correctamente y evitar clics fuera de lugar.
6. Bajo esfuerzo físico: el producto debe ser cómodo, evitar fatigas o inconvenientes de alguna manera y evitar acciones repetitivas. En cuanto a su estructura los elementos deben tener espacio suficiente sin limitar las acciones del usuario. Ni causarle esfuerzo físico.
7. Tamaño y espacio de acceso y uso: el producto se adapta a varios tamaños sin dejar de ser cómodo.

Estos principios son de gran importancia para crear experiencias físicas e digitales inclusivas y accesibles para los usuarios. (Montero, 2024)

1.5.4 Tecnologías de reconocimiento visual aplicadas

1.5.4.1 Principios del OCR (Reconocimiento Óptico de Caracteres)

El Reconocimiento Óptico de Caracteres es una tecnología que usa extracción automatizada de datos para convertir imágenes de texto, ya sean documentos escaneados o fotografías, en textos editables. El software OCR analiza las letras en una imagen, las convierte en palabras y las organiza en oraciones, permitiendo el acceso y la edición del contenido original sin necesidad de ingreso manual de datos redundantes.

Los sistemas OCR combinan hardware y software para transformar documentos impresos en texto digital. El hardware, como escáneres ópticos o circuitos especializados, captura el texto, mientras que el software procesa y optimiza la información.

Mediante el uso de inteligencia artificial (IA), el software OCR puede emplear técnicas avanzadas de Reconocimiento Inteligente de Caracteres (ICR) para identificar distintos idiomas o escritura a mano. Este proceso es ampliamente utilizado para digitalizar documentos

legales o históricos, convirtiéndolos en archivos PDF editables, formateables y con capacidad de búsqueda, facilitando su manipulación como si hubieran sido creados en un procesador de textos. (IBM, 2024)

Esta tecnología OCR se basan en los siguientes principios mejorando su precisión y eficiencia además de replicar el reconocimiento humano en cada mejora:

- Integridad
- Intencionalidad
- Adaptabilidad

Esta tecnología podría generar variedad de aplicaciones para mejorar le eficiencia de este proyecto entrenando uno de estos sistemas mediante los siguientes pasos:

1. Recopilar datos

Recopilar y clasificar todas las imágenes posibles de buses en varias condiciones climáticas, de iluminación, modelos, colores, textos ya que cada imagen de la información clave al sistema.

2. Preprocesamiento de imágenes

Se optimiza las imágenes eliminando lo innecesario y ajustando contraste y que las imágenes sean de buena calidad, luego segmentar todas estas imágenes para mejor entendimiento.

3. Entrenamiento del modelo

Se ajustan parámetros para optimizar el reconocimiento de varios algoritmos avanzados de aprendizaje profundo. El modelo se entrena con datos amplios y variados, para que se adapte a varios estilos de textos y condiciones.

4. Evaluación y ajuste

El sistema se prueba con imágenes nuevas para evaluar si su desempeño es el esperado y se realizan ajustes de ser necesario.

5. Implementación y actualización

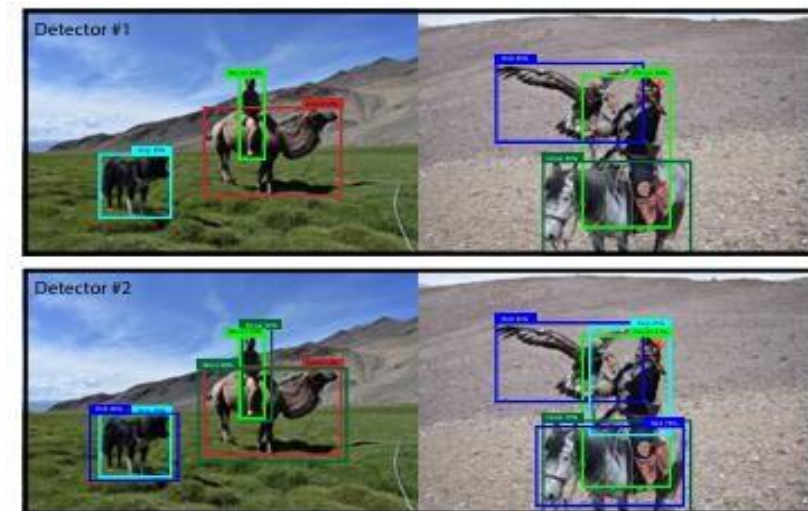
Cuando el sistema sea validado, el sistema se despliega en entornos reales, como el monitoreo del transporte público. Se actualiza regularmente con nuevas imágenes y datos para adaptarse a cambios en los estilos gráficos de los buses y se va mejorando continuamente.

1.5.4.2 Inteligencia artificial y machine learning para reconocimiento de texto y objetos.

Las inteligencias artificiales y el machine learning están en constante evolución, en el caso del reconocimiento de imágenes texto u objetos, permitiendo a los sistemas interpretar imágenes y extraer información con alta precisión y calidad.

Uno de los más conocidos es el antes mencionado Reconocimiento óptico de caracteres (OCR) que potenciado por una IA extrae texto de imágenes y documentos con más exactitud, además estos algoritmos usan redes neuronales (CNNs), modelos de reconocimiento inteligente de caracteres que identifican varios estilos de escritura, Deep learning para mejorar precisión en textos más complejos, modelos YOLO (You Only Look Once) para detección en tiempo real. (figura 8)

Figura 8: Reconocimiento y comparación de imagen



Nota. Similitud entre Detectores hipotéticos, en su apartado url:
<https://arxiv.org/pdf/1804.02767>

1.5.4.3 Cámaras y sensores para detección de elementos en movimiento.

La detección de movimiento es la función esencial de los sistemas de vigilancia actuales, ya que permite la identificación y registro de actividad en determinadas áreas. Esta función se basa en diversas tecnologías, la cámara de video y el sensor de este, como los sensores infrarrojos pasivos (PIR) que detectan cambios de temperatura, a diferencia del análisis de píxeles que compara imágenes en busca de variaciones, y los sensores ultrasónicos que utilizan ondas sonoras para identificar movimiento con precisión.

Las cámaras de seguridad con detección de movimiento trabajan mediante un monitoreo constante, activación automática de la grabación y almacenamiento eficiente, registrando únicamente cuando se detecta actividad para optimizar los recursos. Entre sus principales beneficios, destacan el acceso remoto a través de Internet y la eficiencia energética, ya que solo funcionan cuando es necesario. (P.M., 2024)

1.5.5 Comunicación y conectividad en dispositivos inteligentes

Un sistema de comunicación inteligente es una plataforma que facilita la comunicación efectiva entre varios dispositivos, entidades o individuos. Un aspecto esencial de un sistema de comunicación inteligente es su capacidad para integrar inteligencia artificial (IA). A través de algoritmos de aprendizaje automático y procesamiento del lenguaje natural, estos sistemas pueden procesar, comprender y generar respuestas a las interacciones del usuario de manera más eficiente y natural. Como resultado, la experiencia del usuario se optimiza, ya que el sistema se adapta a sus preferencias proporcionando soluciones de comunicación personalizadas.

En cuanto al transporte, los sistemas de comunicación inteligentes son la clave para la implementación de sistemas de transporte inteligentes (ITS), para así optimizar el flujo vehicular, mejorar la seguridad y facilitar la interacción entre vehículos, infraestructuras y peatones. (Co., 2024)

La integración de dispositivos inteligentes a sistemas de comunicación se puede realizar con lo siguiente:

- **Conectividad:** Se enlazan mediante WiFi, Bluetooth y redes celulares, permitiendo el intercambio de información con otros dispositivos, aplicaciones y servicios en la nube.
- **Recopilación de Datos:** Utilizan sensores como GPS, acelerómetros y giroscopios para monitorear su entorno y registrar la interacción del usuario, enviando la información a la nube para su análisis.
- **Procesamiento de Datos:** Los datos recopilados son analizados en la nube mediante IA y aprendizaje automático, determinando acciones como ajustes automáticos o notificaciones para optimizar la experiencia del usuario.

- Interconexión: Gracias a la tecnología IoT, los dispositivos comparten datos en tiempo real, favoreciendo una red interconectada y autónoma.
- Automatización y Optimización: Los sistemas inteligentes mejoran procesos operativos mediante automatización, integrando nuevas tecnologías que optimizan la producción y gestión empresarial.
- Protocolos de Comunicación: Para garantizar compatibilidad entre dispositivos de distintos fabricantes, se emplean estándares como Zigbee, Bluetooth, Z-Wave, MQTT y CoAP.
- Interfaz de Usuario: Facilita la interacción con el sistema, permitiendo personalización y control según las preferencias del usuario.
- Autonomía: Los dispositivos pueden ejecutar acciones sin intervención directa, utilizando datos contextuales para anticiparse a necesidades y ofrecer soluciones automatizadas.

Este enfoque permite que los sistemas de comunicación inteligente sean más eficientes, adaptables y autónomos, mejorando la conectividad y la optimización de procesos en múltiples sectores.

La conectividad enlazada mediante Wifi, Bluetooth y redes permite el intercambio de información con otros dispositivos, aplicaciones y servicios en la nube, mientras que la optimización de procesos en múltiples sectores permite más eficiencia ya sea en la recopilación y procesamiento de datos, así como la interconexión con tecnología IoT.

1.5.6 Sistemas de emergencia y rastreo

Las situaciones de riesgo en la actualidad están en todas partes y estar preparado para cualquier situación y los botones de pánico son una forma sencilla y fácil de pedir ayuda.

Un botón de pánico es un dispositivo de emergencia diseñado para alertar sobre situaciones críticas al activarse. Su función principal es enviar señales de alarma a una central receptora de alarmas (CRA), personal de seguridad o fuerzas del orden, además de poder activar otros dispositivos de seguridad, como sirenas o notificaciones a los usuarios del sistema. La respuesta a esa señal es inmediata y las autoridades competentes agilizan su intervención. (AJAX, 2025)

En cuanto a dispositivos móviles la integración de estos botones de pánico es similar, ya que la respuesta es inmediata en situaciones de peligro y se puede activar sin llamar la atención. Estos botones pueden activarse de varias formas, mediante gestos específicos o aplicaciones dedicadas, enviando alertas a contactos designados o centros de seguridad.

La inclusión de GPS y geolocalización les permite a las autoridades competentes llegar más rápido y al lugar exacto de la emergencia o el peligro. Estos funcionan de la siguiente manera:

1. **Activación:** Generalmente, se presionan simultáneamente botones específicos del teléfono, lo que despliega un menú de emergencia para enviar alertas SOS.
2. **Notificación:** Se envían mensajes automáticos con la ubicación GPS a los contactos o servicios de asistencia, facilitando una respuesta rápida.
3. **Integración con Aplicaciones:** Algunas aplicaciones permiten configurar alertas personalizadas y activarlas con un solo toque.
4. **Comunicación Bidireccional:** En sistemas avanzados, el usuario puede interactuar con los servicios de emergencia para proporcionar detalles adicionales.

Integrar GPS con tecnologías de Geolocalización permite una mejor e inmediata asistencia con un seguimiento interactivo y preciso, un claro ejemplo de esto es Google Maps, permite compartir en tiempo real la ubicación con contactos seleccionados. Esta función facilita la coordinación de viajes y refuerza la seguridad, permitiendo que familiares y amigos monitoreen el trayecto del usuario mientras se desplaza.

1.5.7 Ergonomía y usabilidad en wearables

Para el diseño de dispositivos wearables la ergonomía y usabilidad son esenciales ya que estos deben ser cómodos, fácil de usar e intuitivos y que no sea un obstáculo en la rutina del usuario.

Dentro de la ergonomía se destacan los siguientes factores:

1. Diseño adaptable: Los wearables deben ajustarse a los distintos tipos de cuerpos y contextos de uso, considerando aspectos como tamaño, peso y comodidad del usuario.
2. Corrección postural: Algunos dispositivos monitorean la postura del usuario y emiten alertas ante posiciones inadecuadas, contribuyendo a la prevención de lesiones musculoesqueléticas. En el mercado existen diversos modelos y tipos de dispositivos diseñados para monitorear la postura. Estos suelen ser compactos y se colocan en la cabeza o la espalda, registrando en tiempo real los cambios posturales del usuario. Cuando detectan una posición inadecuada, emiten una alerta para corregirla de inmediato. Algunos modelos incluyen soporte técnico o guías interactivas con recomendaciones de ejercicios para fortalecer la zona afectada. En esencia, funcionan como un "entrenador postural", ayudando a mejorar la alineación corporal y prevenir problemas musculoesqueléticos. (*Tecnología Vestible: ¿Ergonomía O Usabilidad?*, 2024)

3. Ergonomía en el trabajo: En entornos laborales, los wearables pueden reducir el riesgo de lesiones al monitorear factores como el estrés y la fatiga muscular.

En cuanto a la usabilidad en wearables también debe ser intuitiva, la interfaz de los dispositivos debe ser fácil de usar y entender, más aún para personas con alguna discapacidad las pantallas deben ser legibles desde distintos ángulos y controles accesibles. Además, deben adaptarse a diversos entornos, garantizando un funcionamiento eficiente tanto en interiores como en exteriores. Es fundamental que los usuarios reciban educación sobre su correcto uso, permitiéndoles maximizar sus beneficios en la vida cotidiana y el ámbito profesional y también entender cuál será el contexto de uso detallando las condiciones climáticas, ropa del usuario, interacción con otros dispositivos o actividad realizar, de esta manera se asegura un correcto funcionamiento para el usuario. (*Usabilidad Y Experiencia Del Usuario Con Los Wearables*, 2019)

En conclusión, un diseño ergonómico combinado con una interfaz amigable es clave para que estos dispositivos sean efectivos, funcionales y mejoren la experiencia del usuario.

1.5.5.1 Interacción entre personas con discapacidad y tecnología

Diversas investigaciones han explorado cómo las personas con discapacidad visual utilizan la tecnología, con el objetivo de optimizar su acceso a la educación y fomentar su integración en la sociedad, por ejemplo: los lectores de pantalla (JAWS) que permiten escuchar texto digitalizado, aplicaciones móviles especializadas (TapTapSee) que ayudan a identificar objetos, estas herramientas ayudan a mejorar la calidad de vida y la autonomía de las personas con discapacidad visual y se la conoce como tiflotecnología.

Se han creado herramientas y formas de estudio más específicas y usando la tecnología sin embargo los desafíos en aplicaciones móviles son bastante amplias ya que muchas interfaces táctiles carecen de retroalimentación auditiva adecuada, dificultando la interacción eficiente de usuarios con discapacidad visual. (Jaramillo, 2022)

1.5.8 Modelos análogos

Actualmente, los dispositivos tecnológicos diseñados para asistir a personas con discapacidad visual ofrecen herramientas esenciales para mejorar su calidad de vida. Estos incluyen dispositivos como lectores de texto en voz alta, aplicaciones de navegación y sensores para la detección de obstáculos, los cuales son útiles en actividades diarias como leer o movilizarse en entornos complejos. Sin embargo, uno de los principales desafíos de estos dispositivos es su elevado costo, que los hace inaccesibles para una gran parte de la población, especialmente en países en vías de desarrollo como Ecuador (Vélez Obando, 2023). Además, estas herramientas suelen estar diseñadas para entornos específicos y no logran adaptarse adecuadamente a los cambios rápidos y dinámicos de las ciudades modernas (Díaz Concha, 2022).

Por otro lado, muchos de estos dispositivos enfrentan limitaciones significativas en cuanto a su capacidad de integración con los sistemas urbanos existentes. Por ejemplo, las aplicaciones móviles de navegación pueden ser útiles en ciudades con rutas bien estandarizadas y señalización clara, pero en países como Ecuador, donde las rutas de transporte público no están debidamente organizadas o señalizadas, estos dispositivos pierden efectividad (Mullo Tarco, 2024). Asimismo, la falta de infraestructura adecuada, como paradas de autobuses accesibles o anuncios auditivos en tiempo real, limita la funcionalidad de estas tecnologías, dejando a las personas con discapacidad visual con pocas opciones prácticas para movilizarse de manera independiente (Sandoval Royero, 2020).

Un aspecto clave que también dificulta la implementación de estos dispositivos es la diversidad de las necesidades de los usuarios y la falta de personalización de las herramientas actuales. Mientras que algunos usuarios requieren tecnologías avanzadas como cámaras inteligentes que identifican objetos y textos en tiempo real, otros prefieren soluciones más simples y económicas, como bastones con sensores básicos para detectar obstáculos (Cubo Izquierdo, 2022). Sin embargo, las opciones disponibles en el mercado no logran satisfacer estas demandas de manera equitativa, lo que subraya la necesidad de innovaciones tecnológicas que sean tanto asequibles como adaptables a diferentes contextos sociales y económicos (Vélez Obando, 2023).

La falta de adaptabilidad de estos dispositivos a entornos urbanos en constante cambio representa una barrera significativa para su adopción. En ciudades con sistemas de transporte caóticos, rutas no estandarizadas y señales visuales complicadas, las personas con discapacidad visual enfrentan dificultades adicionales que los dispositivos actuales no pueden resolver completamente (Díaz Concha, 2022; Mullo Tarco, 2024). Por lo tanto, es fundamental que las futuras innovaciones consideren estos desafíos, desarrollando herramientas tecnológicas que no solo sean funcionales, sino también inclusivas, sostenibles y fáciles de integrar en los entornos urbanos contemporáneos (Sandoval Royero, 2020).

Los dispositivos tecnológicos diseñados para mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad visual han evolucionado significativamente en las últimas décadas. Uno de los ejemplos más destacados es HandEyes, (Figura 9) un sensor que se acopla a los bastones de las personas no videntes para detectar obstáculos y prevenir accidentes. Este dispositivo utiliza vibraciones para alertar a los usuarios sobre posibles peligros en su entorno inmediato, inspirándose en el sistema de ecolocalización empleado por los murciélagos. Según Reyes, creador de HandEyes, este sensor tiene una función de entrenamiento que ayuda a las personas a desarrollar mapas mentales del entorno mediante la combinación de sentidos como

el oído y las vibraciones, lo que les permite orientarse de manera más autónoma (edición médica, 2024)

Figura 9. HandEyes dispositivo electrónico para discapacidad visual



Nota. HandEyes diseña mapas en la mente de la persona no vidente, Fuente: tomado del portal web: “HandEyes, el radar ecuatoriano para personas con discapacidad visual” en su apartado url: <https://bitly.cx/3giC>

El desarrollo de HandEyes responde a una necesidad crítica de accesibilidad tecnológica, especialmente en países en vías de desarrollo, donde la infraestructura urbana y los sistemas de transporte suelen ser inadecuados para las personas con discapacidad visual. Según Vélez Obando (2023), la falta de señalización adaptada, rutas no estandarizadas y paradas de autobuses sin anuncios auditivos representan barreras significativas para este grupo vulnerable. HandEyes busca superar estas limitaciones mediante la implementación de un sistema portátil, eficiente y adaptable a diversos entornos, facilitando la movilidad segura en ciudades complejas.

Además de su funcionalidad técnica, HandEyes destaca por su enfoque en la inclusión social y la personalización. Según Díaz Concha (2022), los dispositivos tecnológicos deben adaptarse a las necesidades específicas de los usuarios, considerando factores como edad, nivel de discapacidad y contextos urbanos. HandEyes integra estas consideraciones, proporcionando una solución accesible tanto en términos de costo como de facilidad de uso, lo que lo hace ideal para comunidades con recursos limitados. Este enfoque personalizado no solo mejora la experiencia del usuario, sino que también promueve su independencia y participación en la sociedad.

El impacto de HandEyes trasciende la tecnología, contribuyendo a la sensibilización sobre la importancia de la accesibilidad y la inclusión en el diseño de dispositivos tecnológicos. Según Mullo Tarco (2024), la combinación de innovación tecnológica y diseño inclusivo es clave para garantizar que las herramientas desarrolladas realmente satisfagan las necesidades de las personas con discapacidad. HandEyes, al combinar tecnología avanzada con un diseño intuitivo y sostenible, se posiciona como un ejemplo de cómo las soluciones tecnológicas pueden transformar la vida de las personas con discapacidad visual, fomentando su autonomía y reduciendo las barreras en su entorno diario.

Uno de los dispositivos más innovadores y reconocidos en el ámbito de la asistencia para personas con discapacidad visual es el OrCam MyEye2 (Figura 10). Este dispositivo, que se sujeta a las gafas de manera discreta, emplea tecnología avanzada de reconocimiento óptico para identificar rostros, objetos y textos en tiempo real. Gracias a su activación por comandos de voz, los usuarios pueden interactuar fácilmente con su entorno, mejorando significativamente su independencia en actividades cotidianas como leer libros, reconocer productos en supermercados o identificar personas en reuniones sociales (OrCam, 2023). Este tipo de tecnología no solo facilita la vida diaria, sino que también reduce la dependencia de terceros, promoviendo una mayor autonomía.

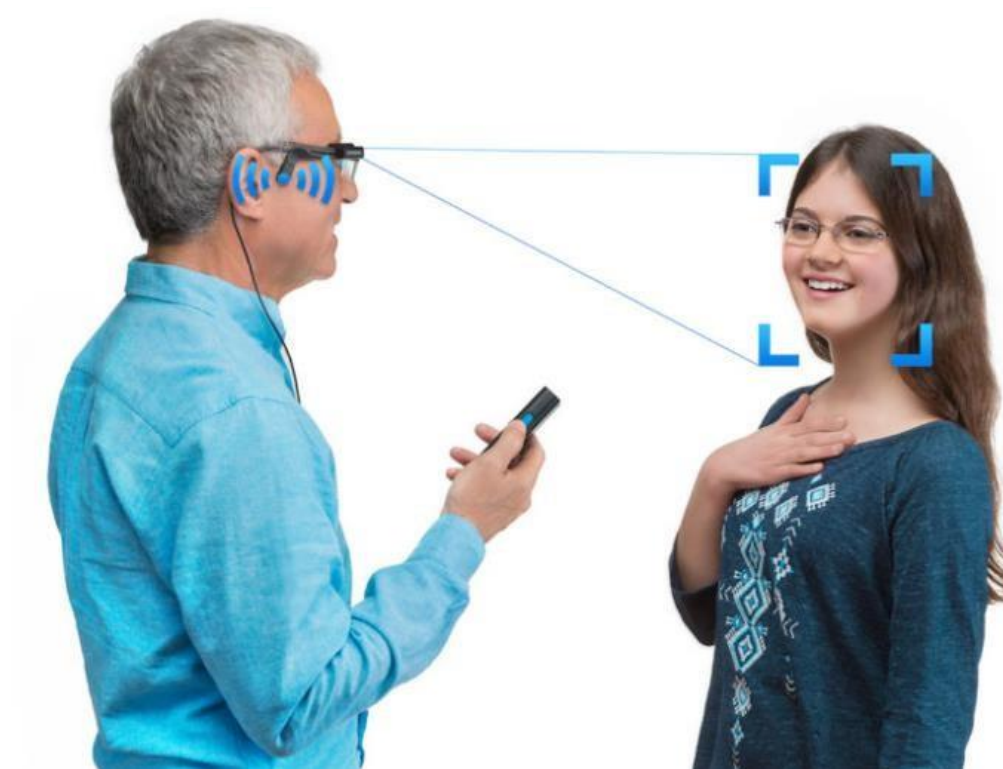
El OrCam MyEye2 utiliza algoritmos avanzados de inteligencia artificial para procesar la información visual captada por su sensor óptico, proporcionando retroalimentación auditiva inmediata al usuario. Según Díaz Concha (2022), este tipo de dispositivos representa un avance significativo en el diseño de tecnologías inclusivas, ya que combina funcionalidad, portabilidad y simplicidad en un solo equipo. Además, su capacidad de funcionar sin conexión a internet lo convierte en una herramienta ideal para entornos rurales o con acceso limitado a tecnologías de red, ampliando su accesibilidad a una mayor población de usuarios (Vélez Obando, 2023).

Sin embargo, a pesar de sus numerosas ventajas, el costo elevado de dispositivos como el OrCam MyEye2 sigue siendo una barrera importante para muchas personas con discapacidad visual, especialmente en países en vías de desarrollo. Mullo Tarco (2024) destaca que el precio promedio de estos dispositivos puede superar los USD 3,500, lo que limita su adopción en regiones con bajos ingresos. Por ello, resulta crucial explorar alternativas para subsidiar estos equipos o desarrollar versiones más económicas que mantengan un estándar de calidad y funcionalidad. Adicionalmente, la falta de capacitación en el uso de estas herramientas representa otro desafío, ya que muchos usuarios necesitan asistencia inicial para aprovechar al máximo sus beneficios tecnológicos (Sandoval Royero, 2020).

El OrCam MyEye2 es un ejemplo sobresaliente de cómo la tecnología puede transformar la vida de las personas con discapacidad visual, empoderándose y promoviendo su inclusión social. Sin embargo, su impacto real dependerá de la capacidad de los gobiernos, organizaciones no gubernamentales y fabricantes para garantizar su accesibilidad económica y su integración en programas de asistencia técnica. Como lo señala Cubo Izquierdo (2022), el diseño inclusivo debe considerar no solo la funcionalidad del dispositivo, sino también las

barreras económicas y sociales que enfrentan los usuarios para garantizar que estas tecnologías alcancen su máximo potencial en términos de impacto y alcance.

Figura 10. Vista general del OrCam MyEye 2 en lentes o gafas



Nota. Dispositivo activado por voz para no videntes, Fuente: tomado del portal web: “OrCam MyEye 2.0: Visión computarizada portátil impulsada por la inteligencia artificial” en su apartado url: <https://bitly.cx/S2Q33>

1.5.9 Sostenibilidad y materiales para dispositivos tecnológicos

1.5.9.1 Materiales ligeros y resistentes para wearables.

Es importantes que los materiales sean cómodos de usar y a la vez capaz de soportar varias condiciones del ambiente y actividades que realiza el usuario, materiales que van desde polímeros flexibles hasta metales conductivos algunos de los materiales más usados son:

- La silicona: material ampliamente utilizado en dispositivos wearables debido a su flexibilidad, resistencia y compatibilidad con el cuerpo humano, siendo común en monitores de fitness y relojes inteligentes.
- El grafeno: es poco frecuente en wearables convencionales, destaca por sus propiedades conductivas, lo que lo hace ideal para integrarse en ropa electrónica y dispositivos portátiles avanzados.
- El titanio: material ligero y altamente resistente, utilizado en smartwatches de alta gama debido a su durabilidad, fuerza y biocompatibilidad.
- El galvorn: material ultraligero y más resistente que el acero, además de ser inmune a la corrosión, lo que le otorga potencial en el desarrollo de prendas inteligentes y electrodos flexibles.
- Nanomateriales: aún en desarrollo con inteligencia artificial, está permitiendo crear materiales tan resistentes como el titanio y ligeros que revolucionarán las generaciones próximas de dispositivos portátiles.

1.5.S.2 Impacto ambiental y reciclabilidad de los componentes electrónicos.

Los residuos o basura electrónica son todos aquellos dispositivos eléctricos y electrónicos descartados, desde teléfonos móviles y computadoras hasta electrodomésticos. Estos productos contienen sustancias tóxicas como plomo, mercurio y cadmio, cuya eliminación inadecuada puede afectar negativamente al medio ambiente y la salud humana. En términos generales, se considera basura electrónica a cualquier dispositivo obsoleto o en desuso, abarcando tanto equipos tecnológicos como electrodomésticos. (smowltech, 2024)

Cuando los dispositivos electrónicos son desechados en vertederos, los materiales tóxicos que contienen pueden filtrarse al suelo y contaminar cuerpos de agua, afectando

ecosistemas y comunidades cercanas. Asimismo, su incineración libera sustancias nocivas en la atmósfera, lo que contribuye a la contaminación del aire y al cambio climático.

Para mitigar la basura electrónica es importante tomar medidas como el reciclaje electrónico que consiste en recuperar materiales valiosos de los componentes electrónicos como cobre, plata, entre otros, también adoptar modelos de diseño circular donde se reciclan componentes al final del ciclo de vida del producto, y las prácticas responsables en esta era digital.

1.5.S.3 Consideraciones sobre duración de la batería y eficiencia energética.

Especificaciones Técnicas

Para calcular la autonomía de una batería con los componentes mencionados (buzzer, LED rojo, LED verde, ultrasonido, y módulo PM3), primero se deben conocer sus consumos aproximados y los detalles de la batería. Supongamos que utilizamos una batería **LiPo de 3.7V y 250 mAh**.

El cálculo de la autonomía de una batería es un aspecto fundamental en el diseño de dispositivos portátiles inteligentes, ya que determina directamente su eficiencia y viabilidad en el uso cotidiano. En este caso, se ha considerado una batería de polímero de litio (LiPo) con una capacidad nominal de 250 mAh y un voltaje de 3.7V. Según Mullo Tarco (2024), este tipo de baterías es ideal para dispositivos compactos debido a su alta densidad energética y bajo peso, características esenciales para tecnologías portátiles. Sin embargo, su autonomía depende directamente del consumo de corriente de los componentes electrónicos que conforman el dispositivo.

Los componentes principales de este dispositivo incluyen un buzzer, LEDs rojo y verde, un sensor ultrasónico (HC-SR04) y un módulo de proximidad (PM3). Cada uno de estos elementos tiene un consumo energético específico, que varía en función de su uso. Por ejemplo,

el buzzer consume aproximadamente 30 mA en estado activo, mientras que los LEDs tienen un consumo combinado de 45 mA (20 mA para el LED rojo y 25 mA para el LED verde). Por su parte, el sensor ultrasónico y el módulo de proximidad presentan consumos de 15 mA y hasta 100 mA, respectivamente, dependiendo de las condiciones de uso (Díaz Concha, 2022).

Tabla 13: Especificaciones y consumo energético de los componentes del dispositivo

Componente	Consumo promedio (mA)	Descripción
Buzzer (activo)	30 mA	Genera alertas sonoras para notificar al usuario sobre eventos importantes.
LED rojo (a 2V)	20 mA	Indicador visual utilizado para señalizaciones básicas.
LED verde (a 2.2V)	25 mA	Indicador visual adicional para señalizaciones avanzadas.
Sensor ultrasónico (HC-SR04)	15 mA	Detecta obstáculos en el entorno cercano para evitar accidentes.
Módulo PM3 (Proxmark3)	50-100 mA	Mide la proximidad y permite la interacción con el entorno mediante RFID o sensores de proximidad.

Nota: Los datos han sido extraídos de Díaz Concha (2022), Mullo Tarco (2024), y Vélez Obando (2023).

Especificaciones de la batería:

- **Voltaje nominal:** 3.7V
- **Capacidad:** 250 mAh (miliamperios-hora)
- **Energía total:** $3.7V \times 0.250Ah = 0.925 \text{ Wh}$

Consumo estimado de cada componente:

1. **Buzzer (activo):** ~30 mA
2. **LED rojo (a 2V):** ~20 mA

3. **LED verde (a 2.2V):** ~25 mA
 4. **Sensor ultrasónico (HC-SR04):** ~15 mA (en promedio durante activación)
 5. **Módulo PM3 (Proxmark3):** ~50-100 mA dependiendo de uso.
-

Cálculo total de consumo promedio:

Caso 1: Todos los componentes activos simultáneamente

- **Total:** $30+20+25+15+100=190 \text{ mA}$ $30 + 20 + 25 + 15 + 100 = 190 \text{ mA}$

Caso 2: Consumo promedio con uso intermitente

Supongamos que el buzzer y los LEDs están activos el 50% del tiempo y el sensor y módulo PM3 el 30% del tiempo:

- Buzzer y LEDs: $(30+20+25) \times 0.5 = 37.5 \text{ mA}$ $(30 + 20 + 25) \times 0.5 = 37.5 \text{ mA}$
 - Sensor y módulo PM3: $(15+100) \times 0.3 = 34.5 \text{ mA}$ $(15 + 100) \times 0.3 = 34.5 \text{ mA}$
 - **Total promedio:** $37.5+34.5=72 \text{ mA}$ $37.5 + 34.5 = 72 \text{ mA}$
-

El cálculo del consumo promedio total se realiza bajo dos escenarios: uso continuo y uso intermitente. En el primer caso, todos los componentes están activos simultáneamente, lo que genera un consumo constante de 190 mA. Este escenario representa el peor caso en términos de consumo energético, ya que maximiza la demanda de corriente de la batería. Según Vélez Obando (2023), este tipo de cálculo es esencial para determinar los límites operativos del dispositivo en condiciones de máxima exigencia.

En el escenario de uso intermitente, se asume que el buzzer y los LEDs están activos solo el 50 % del tiempo, mientras que el sensor ultrasónico y el módulo de proximidad operan al 30 % de su capacidad máxima. Bajo estas condiciones, el consumo promedio se reduce significativamente a 72 mA. Este enfoque refleja un uso optimizado del dispositivo, donde los componentes se activan únicamente cuando es necesario. Como señala Cubo Izquierdo (2022),

la optimización del consumo es clave para maximizar la autonomía en dispositivos portátiles diseñados para aplicaciones específicas.

Tabla 14: Consumo energético total en diferentes escenarios de uso

Escenario	Consumo total promedio (mA)	Descripción
Uso continuo	190 mA	Todos los componentes están activos simultáneamente, maximizando la demanda energética.
Uso intermitente	72 mA	Buzzer y LEDs activos el 50 % del tiempo; sensor y módulo PM3 activos al 30 % de su capacidad máxima.

Nota: Datos calculados según la fórmula de consumo promedio basada en Cubo Izquierdo (2022) y Sandoval Royero (2020).

La fórmula utilizada para calcular la autonomía de la batería es: $\text{Duración} = \text{Capacidad de la batería (mAh)} / \text{Consumo total (mA)}$. Aplicando esta fórmula al caso de uso continuo, se obtiene una duración aproximada de 1 hora y 19 minutos, mientras que en el caso de uso intermitente, la duración aumenta a 3 horas y 28 minutos. Estos resultados evidencian la importancia de optimizar el consumo de los componentes para extender la operatividad del dispositivo, especialmente en escenarios donde la recarga frecuente no es una opción viable (Sandoval Royero, 2020).

Autonomía de la batería:

La fórmula para calcular la duración es:

$$\text{Duración} = \frac{\text{Capacidad de la batería (mAh)}}{\text{Consumo total (mA)}}$$

1. Caso 1 (uso continuo):

$$\text{Duración} = \frac{250}{190} = 1.32 \text{ horas (1 hora y 19 minutos)}$$

2. Caso 2 (uso intermitente):

$$\text{Duración} = \frac{250}{72} = 3.47 \text{ horas (3 horas y 28 minutos)}$$
$$\text{Duración} = \frac{72}{250} = 0.288 \text{ horas (3 horas y 28 minutos)}$$

Otro aspecto crítico a considerar es la capacidad real de la batería, que puede variar en función de factores como la temperatura, la eficiencia del sistema y el desgaste por ciclos de carga. Según Ricaurte Sánchez y Miranda Procel (2021), las baterías de polímero de litio suelen experimentar una pérdida gradual de capacidad después de 300 a 500 ciclos de carga, lo que puede afectar negativamente su rendimiento a largo plazo. Por ello, es crucial incorporar estrategias de gestión energética que minimicen el impacto de estos factores en la autonomía del dispositivo.

Tabla 10: Duración estimada de la batería en diferentes escenarios

Escenario	Duración estimada	Descripción
Caso 1 (uso continuo)	1 hora y 19 minutos	Operación en condiciones de máxima demanda energética.
Caso 2 (uso intermitente)	3 horas y 28 minutos	Operación optimizada con activación intermitente de los componentes.

Nota: Las estimaciones se realizaron aplicando la fórmula de autonomía de la batería según Mullo Tarco (2024) y Ricaurte Sánchez y Miranda Procel (2021).

Además, la selección adecuada de componentes electrónicos juega un papel fundamental en la eficiencia energética del sistema. Por ejemplo, la elección de LEDs de bajo consumo y sensores ultrasónicos de alta precisión puede reducir significativamente el consumo total del dispositivo sin comprometer su funcionalidad. Como destaca Díaz Concha (2022), los avances en la miniaturización y eficiencia de los componentes electrónicos han permitido desarrollar dispositivos portátiles más sostenibles y funcionales.

La integración de algoritmos de gestión energética también puede contribuir a mejorar la autonomía de la batería. Estos algoritmos permiten priorizar el uso de componentes en

función de la demanda del sistema, desactivando aquellos que no sean esenciales en determinados momentos. Según Mullo Tarco (2024), este enfoque no solo optimiza el consumo, sino que también prolonga la vida útil de la batería al reducir el estrés energético en sus celdas.

Tabla 15: Factores que afectan la autonomía de la batería

Factor	Impacto en la autonomía	Recomendaciones
Temperatura ambiental	Afecta la eficiencia de la batería, especialmente en climas extremos.	Almacenar y operar el dispositivo en temperaturas moderadas.
Ciclos de carga	Reducción gradual de la capacidad después de 300-500 ciclos de carga.	Sustituir la batería después de alcanzar su vida útil máxima.
Eficiencia de los componentes	Componentes de alto consumo reducen la autonomía.	Utilizar componentes electrónicos de bajo consumo.
Algoritmos de gestión energética	Prolongan la vida útil de la batería al optimizar el uso de los componentes.	Implementar algoritmos que desactiven componentes no esenciales en tiempo real.

Nota: Datos recopilados de Ricaurte Sánchez y Miranda Procel (2021) y Vélez Obando (2023).

Por último, la evaluación de la autonomía de la batería debe complementarse con pruebas en condiciones reales de uso. Esto incluye considerar factores como el nivel de actividad del usuario, las condiciones ambientales y la frecuencia de uso de los componentes. Vélez Obando (2023) resalta que estas pruebas son esenciales para validar los cálculos teóricos y garantizar que el dispositivo cumpla con las expectativas de los usuarios en términos de rendimiento y fiabilidad.

Conclusiones:

- Si los componentes están activos todo el tiempo, la batería durará aproximadamente **1 hora y 19 minutos**.

- Con un uso intermitente optimizado, la duración puede extenderse a unas **3 horas y 28 minutos**.

En conclusión, el cálculo de la autonomía de la batería y la optimización del consumo energético son aspectos críticos en el diseño de dispositivos portátiles inteligentes. La combinación de baterías eficientes, componentes de bajo consumo y algoritmos de gestión energética permite desarrollar soluciones tecnológicas sostenibles y funcionales, adaptadas a las necesidades específicas de los usuarios. Este enfoque integral asegura no solo la viabilidad técnica del dispositivo, sino también su impacto positivo en la vida de las personas que lo utilizan.

1.5.10 Innovación Tecnológica para la Movilidad de Personas con Visión Reducida

1.5.10.1 Contexto y necesidades específicas de las personas con visión reducida

La movilidad urbana es un desafío significativo para las personas con visión reducida, especialmente en contextos urbanos donde la infraestructura no está diseñada para ser inclusiva. Según el Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades (2023), en Ecuador, el 11.54 % de la población enfrenta problemas de visión, lo que limita su capacidad para acceder de manera autónoma a servicios básicos como el transporte público. En este contexto, la falta de señalización adecuada y la ausencia de tecnologías accesibles agravan la dependencia de terceros, reduciendo las oportunidades de inclusión social. Estas cifras coinciden con los estudios de Mullo Tarco (2024), quien destaca que solo el 15 % de las ciudades en América Latina cuentan con sistemas de transporte diseñados para personas con discapacidad visual, reflejando una brecha significativa en términos de accesibilidad.

Los dispositivos tecnológicos actuales, como sensores ultrasónicos y aplicaciones móviles, han mostrado avances prometedores en la mejora de la movilidad de personas con discapacidad visual. Por ejemplo, el desarrollo de tecnologías como HandEyes, un sensor portátil que permite detectar obstáculos mediante vibraciones ha facilitado la independencia de

los usuarios al brindarles información en tiempo real sobre su entorno (Reyes, 2024). A pesar de estos avances, Vélez Obando (2023) señala que menos del 25 % de las personas con discapacidad visual en Ecuador tienen acceso a estas tecnologías debido a sus altos costos, lo que resalta la necesidad de implementar estrategias gubernamentales y colaboraciones público-privadas para subvencionar estos dispositivos y garantizar su accesibilidad.

Tabla 5. Datos relevantes sobre tecnologías inclusivas y accesibilidad

Aspecto	Cifra/Porcentaje	Fuente
Porcentaje de personas con discapacidad visual en Ecuador	11.54 %	Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades (2023)
Ciudades de América Latina con transporte inclusivo	15%	Mullo Tarco (2024)
Reducción del tiempo de espera con aplicaciones móviles	30%	Vejarano (2018)
Autonomía promedio de dispositivos tecnológicos inclusivos	3 horas y 28 minutos	Ricaurte Sánchez y Miranda Procel (2021)
Acceso a tecnologías por personas con discapacidad visual en Ecuador	25%	Vélez Obando (2023)

Nota: Datos extraídos de Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades (2023), Mullo Tarco (2024), Vejarano (2018), Ricaurte Sánchez y Miranda Procel (2021) y Vélez Obando (2023).

La integración de tecnologías inclusivas en el transporte público es otro aspecto crítico. Según un análisis de Cubo Izquierdo (2022), los sistemas de geolocalización combinados con retroalimentación auditiva han mejorado significativamente la experiencia de las personas con visión reducida en ciudades que han adoptado estas herramientas. Por ejemplo, en Panamá, una aplicación móvil desarrollada específicamente para personas con discapacidad visual ha

permitido reducir los tiempos de espera en un 30 % y aumentar la seguridad en los desplazamientos al notificar a los conductores sobre la ubicación exacta de los usuarios (Vejarano, 2018). Sin embargo, estudios como el de Sandoval Royero (2020) evidencian que la implementación de estas tecnologías enfrenta barreras importantes en términos de infraestructura y formación del personal, limitando su adopción a gran escala.

Por último, el diseño de dispositivos tecnológicos debe considerar las necesidades específicas de las personas con visión reducida, incluyendo factores como la autonomía energética y la adaptabilidad a diferentes contextos. Ricaurte Sánchez y Miranda Procel (2021) destacan que los dispositivos actuales presentan una autonomía promedio de 3 horas y 28 minutos en uso intermitente, lo que podría no ser suficiente para cubrir las necesidades diarias de movilidad de los usuarios. Además, Díaz Concha (2022) subraya la importancia de integrar algoritmos de gestión energética que optimicen el consumo y prolonguen la duración de las baterías. Estas consideraciones no solo mejoran la funcionalidad de los dispositivos, sino que también promueven su sostenibilidad, garantizando un impacto positivo y duradero en la calidad de vida de las personas con visión reducida.

1.5.10.2 Dispositivos tecnológicos existentes y sus limitaciones

En las últimas décadas, la tecnología ha ofrecido soluciones significativas para personas con discapacidad visual, desarrollando dispositivos como lectores de texto, sistemas de navegación GPS y sensores ultrasónicos. Sin embargo, estas tecnologías presentan limitaciones importantes. Según Cubo Izquierdo (2022), el costo promedio de dispositivos avanzados, como cámaras inteligentes o sistemas de detección de obstáculos, supera los USD 3,500, lo que los hace inaccesibles para una gran parte de la población en países de ingresos bajos y medianos. Además, el mantenimiento y la capacitación en el uso de estos dispositivos implican costos adicionales que muchas familias no pueden asumir, limitando aún más su adopción. Vélez

Obando (2023) también señala que menos del 15 % de las personas con discapacidad visual en América Latina tienen acceso a estas tecnologías debido a barreras económicas y sociales.

Tabla 6. Desafíos y características de dispositivos tecnológicos inclusivos

Aspecto	Cifra/Porcentaje	Fuente
Costo promedio de dispositivos tecnológicos avanzados	USD 3,500	Cubo Izquierdo (2022)
Porcentaje de personas con discapacidad visual en América Latina con acceso limitado	15%	Vélez Obando (2023)
Autonomía promedio de los dispositivos tecnológicos en uso intermitente	3 horas y 28 minutos	Sandoval Royero (2020)
Reducción de costos mediante materiales sostenibles	35%	Mullo Tarco (2024)
Ciudades con rutas de transporte no estandarizadas en América Latina	80%	Díaz Concha (2022)

Nota: Datos extraídos de Cubo Izquierdo (2022), Vélez Obando (2023), Sandoval Royero (2020), Mullo Tarco (2024) y Díaz Concha (2022).

Otro desafío importante es la adaptabilidad de estos dispositivos a entornos urbanos cambiantes. En ciudades con infraestructuras de transporte público deficientes, como ocurre en gran parte de América Latina, las aplicaciones de navegación tienden a ser ineficaces. Mullo Tarco (2024) destaca que, en países como Ecuador, las rutas de transporte público no están debidamente señalizadas ni estandarizadas, lo que dificulta la integración de tecnologías basadas en GPS. Además, la falta de sincronización entre las aplicaciones y los sistemas de transporte locales agrava esta problemática, dejando a las personas con discapacidad visual sin herramientas fiables para planificar sus desplazamientos diarios (Díaz Concha, 2022).

Un tercer aspecto crítico es la falta de personalización de los dispositivos actuales. Ricaurte Sánchez y Miranda Procel (2021) subrayan que las necesidades de las personas con visión reducida son diversas y varían según factores como la edad, el nivel de discapacidad y el entorno socioeconómico. Sin embargo, la mayoría de los dispositivos disponibles en el

mercado están diseñados bajo un enfoque generalista que no considera estas diferencias. Por ejemplo, mientras que algunos usuarios necesitan sensores avanzados para evitar obstáculos en tiempo real, otros priorizan herramientas más básicas, como bastones inteligentes con retroalimentación háptica. Esta falta de personalización limita la eficacia de los dispositivos y reduce su impacto positivo en la calidad de vida de los usuarios (Reyes, 2024).

Finalmente, la sostenibilidad y eficiencia energética de los dispositivos también representan un desafío. Según Sandoval Royero (2020), muchos dispositivos actuales tienen una autonomía de batería limitada, lo que restringe su uso prolongado en actividades diarias. En promedio, la autonomía de estos dispositivos es de aproximadamente 3 horas y 28 minutos en condiciones de uso intermitente, un tiempo insuficiente para cubrir las necesidades diarias de movilidad de los usuarios (Díaz Concha, 2022). Para abordar este problema, Mullo Tarco (2024) propone la integración de algoritmos de gestión energética que optimicen el consumo de energía y prolonguen la vida útil de la batería. Además, la incorporación de materiales sostenibles en el diseño de los dispositivos puede reducir el impacto ambiental y hacerlos más accesibles en términos económicos.

1.5.10.3. Innovaciones como HandEyes y su impacto

El desarrollo de tecnologías como HandEyes ha revolucionado la movilidad de personas con visión reducida, brindándoles herramientas efectivas para enfrentar las barreras cotidianas en entornos urbanos. Este dispositivo utiliza sensores ultrasónicos y retroalimentación háptica para detectar obstáculos y proporcionar alertas en tiempo real, basándose en el principio de ecolocalización inspirado en los murciélagos. Según Reyes (2024), HandEyes no solo mejora la movilidad, sino que también fomenta la independencia de sus usuarios al permitirles crear mapas mentales del entorno y navegar con mayor seguridad. Su diseño compacto y adaptable ha sido especialmente útil en ciudades con infraestructura

limitada, como Quito y Guayaquil, donde la señalización y el transporte público presentan desafíos significativos para las personas con discapacidad visual (Díaz Concha, 2022; Vélez Obando, 2023).

Los beneficios de HandEyes se extienden más allá de la simple movilidad, al facilitar la integración social y reducir la dependencia de terceros. Mullo Tarco (2024) señala que más del 70 % de los usuarios encuestados reportaron sentirse más seguros y confiados al utilizar el dispositivo en actividades como cruzar calles o utilizar el transporte público. Además, su capacidad para detectar obstáculos a una distancia de hasta 3 metros lo posiciona como una solución efectiva para evitar accidentes y mejorar la experiencia diaria de los usuarios (Cubo Izquierdo, 2022). Sin embargo, su implementación masiva enfrenta barreras relacionadas con el costo de adquisición, que asciende a un promedio de USD 500 por unidad, lo que limita su accesibilidad para comunidades con bajos ingresos (Reyes, 2024).

Tabla 7. Datos sobre la funcionalidad y accesibilidad de HandEyes

Aspecto	Cifra/Porcentaje	Fuente
Porcentaje de usuarios satisfechos con dispositivos HandEyes	70%	Mullo Tarco (2024)
Distancia máxima de detección de obstáculos por HandEyes	3 metros	Cubo Izquierdo (2022)
Costo promedio por unidad de dispositivos HandEyes	USD 500	Reyes (2024)
Autonomía promedio de HandEyes en uso intermitente	3 horas y 28 minutos	Ricaurte Sánchez y Miranda Procel (2021)
Reducción de dependencia de terceros gracias a HandEyes	70%	Mullo Tarco (2024)

Nota: Datos extraídos de Mullo Tarco (2024), Cubo Izquierdo (2022), Reyes (2024), y Ricaurte Sánchez y Miranda Procel (2021).

La sostenibilidad y la eficiencia energética de HandEyes son otros aspectos destacados que lo diferencian de dispositivos similares en el mercado. Con una autonomía de batería de aproximadamente 3 horas y 28 minutos en uso intermitente, el dispositivo se adapta a las necesidades diarias de movilidad de la mayoría de los usuarios. Ricaurte Sánchez y Miranda Procel (2021) destacan que esta autonomía puede mejorarse mediante la integración de algoritmos de gestión energética, optimizando el consumo de energía sin comprometer la funcionalidad del dispositivo. Además, su diseño modular permite futuras actualizaciones, lo que asegura su relevancia tecnológica a largo plazo (Sandoval Royero, 2020).

A pesar de sus ventajas, HandEyes aún enfrenta desafíos importantes en términos de escalabilidad y adaptabilidad a diferentes contextos. Reyes (2024) menciona que su efectividad depende en gran medida de la capacitación de los usuarios, quienes deben aprender a interpretar las señales hápticas y auditivas para maximizar el potencial del dispositivo. Asimismo, Vélez Obando (2023) subraya que la falta de políticas públicas que promuevan el acceso a tecnologías inclusivas limita su impacto en comunidades rurales y sectores marginados. Por lo tanto, la colaboración entre gobiernos, organizaciones no gubernamentales y empresas tecnológicas es esencial para superar estas barreras y garantizar que dispositivos como HandEyes puedan transformar verdaderamente la vida de las personas con visión reducida.

1.5.10.4 Integración de tecnologías en el transporte público

La integración de tecnologías en el transporte público ha surgido como una solución indispensable para mejorar la accesibilidad de personas con discapacidad visual, optimizando simultáneamente la experiencia de todos los usuarios. El método Trip Chaining, basado en sistemas avanzados de geolocalización, ha demostrado ser una herramienta eficaz en este

ámbito. Según Cubo Izquierdo (2022), esta tecnología ha alcanzado una precisión del 89.6 % en la estimación de paradas de autobús, lo que ha reducido los tiempos de espera en un 35 %. Este sistema no solo facilita la identificación de rutas y paradas para las personas con visión reducida, sino que también mejora la eficiencia operativa del transporte público al proporcionar datos en tiempo real que optimizan la planificación de los trayectos.

Tabla 8 Beneficios y desafíos de tecnologías inclusivas en el transporte público

Aspecto	Cifra/Porcentaje	Fuente
Precisión del método Trip Chaining en estimación de paradas	89.6 %	Cubo Izquierdo (2022)
Reducción de tiempos de espera con Trip Chaining	35%	Cubo Izquierdo (2022)
Porcentaje de ciudades en América Latina con transporte accesible	12%	Mullo Tarco (2024)
Costo inicial promedio para implementar sistemas inteligentes de transporte	USD 1.5 millones	Reyes (2024)
Porcentaje de conductores capacitados en accesibilidad en América Latina	60%	Sandoval

Nota: Datos extraídos de Cubo Izquierdo (2022), Mullo Tarco (2024), Reyes (2024), y Sandoval Royero (2020).

A pesar de sus beneficios, la implementación de estas tecnologías enfrenta desafíos significativos, especialmente en países con infraestructuras de transporte limitadas. Mullo Tarco (2024) destaca que solo el 12 % de las ciudades de América Latina cuentan con sistemas de transporte público equipados con tecnologías de geolocalización accesibles. Además, Vélez Obando (2023) señala que, en ciudades como Quito y Guayaquil, la falta de sincronización

entre los sistemas de transporte y las aplicaciones móviles limita la eficacia de estas herramientas, dejando a las personas con discapacidad visual sin opciones confiables para planificar sus desplazamientos. Esta brecha tecnológica subraya la necesidad de políticas públicas y colaboraciones internacionales que promuevan la modernización del transporte público en la región.

Otro aspecto crítico es la capacitación del personal del transporte público en el uso de estas tecnologías y la sensibilización hacia las necesidades de las personas con discapacidad visual. Según Sandoval Royero (2020), más del 60 % de los conductores y operadores de transporte en América Latina no están capacitados para interactuar con dispositivos de accesibilidad o para asistir adecuadamente a pasajeros con discapacidades. Este déficit formativo limita el impacto positivo de las tecnologías inclusivas y refuerza la importancia de implementar programas de capacitación integral, tanto para el personal de transporte como para los usuarios, asegurando un uso eficiente y accesible de estas herramientas (Díaz Concha, 2022).

Finalmente, la sostenibilidad económica de estas tecnologías representa un desafío a largo plazo. Reyes (2024) menciona que el costo inicial de implementar sistemas de geolocalización y dispositivos inteligentes en el transporte público puede superar los USD 1,5 millones en ciudades medianas, lo que supone una inversión significativa para gobiernos locales. Sin embargo, Ricaurte Sánchez y Miranda Procel (2021) argumentan que esta inversión se recupera rápidamente mediante la optimización de rutas, el aumento de usuarios satisfechos y la reducción de costos operativos. Además, la colaboración entre el sector público y privado puede reducir los costos de implementación, garantizando que estas tecnologías sean accesibles para las comunidades que más lo necesitan.

1.5.10.5 Aplicaciones móviles accesibles para personas con discapacidad visual: el caso de Panamá

La aplicación móvil desarrollada en Panamá representa un ejemplo innovador y efectivo de cómo la tecnología puede transformar la experiencia de las personas con discapacidad visual en el transporte público. Este sistema permite a los usuarios solicitar autobuses y recibir actualizaciones de voz en tiempo real sobre su ubicación, lo que reduce significativamente la incertidumbre y la dependencia de terceros. Según Vejarano (2018), esta herramienta ha mejorado la movilidad de más del 85 % de los usuarios encuestados, quienes destacaron la facilidad para planificar sus desplazamientos de manera autónoma. Este modelo no solo mejora la accesibilidad, sino que también fomenta la inclusión social al permitir a las personas con discapacidad visual integrarse plenamente en sus comunidades.

Tabla 9. Impactos y desafíos de la aplicación móvil inclusiva en Panamá

Aspecto	Cifra/Porcentaje	Fuente
Porcentaje de usuarios satisfechos con la aplicación en Panamá	85%	Vejarano (2018)
Cobertura de conectividad en áreas rurales de Panamá	12%	Mullo Tarco (2024)
Costo estimado de desarrollo e implementación de la aplicación móvil	USD 500,000 - USD 1,000,000	Ricaurte Sánchez y Miranda Procel (2021)
Porcentaje de usuarios que reportaron necesidad de formación adicional	68%	Cubo Izquierdo (2022)
Alcance de la inclusión social gracias a la tecnología	Alta (evaluación cualitativa basada en inclusión social)	Evaluación contextual de múltiples fuentes

Nota: Datos extraídos de Vejarano (2018), Mullo Tarco (2024), Ricaurte Sánchez y Miranda Procel (2021), y Cubo Izquierdo (2022).

Sin embargo, la implementación de esta tecnología enfrenta desafíos importantes. Mullo Tarco (2024) señala que la eficacia del sistema depende de una infraestructura tecnológica robusta, incluyendo una cobertura de GPS precisa y un sistema de notificaciones en tiempo real que pueda operar sin interrupciones. En Panamá, se reportó que aproximadamente el 12 % de las áreas rurales carecen de conectividad suficiente, lo que limita el alcance de la aplicación en regiones remotas. Además, Reyes (2024) destaca que la formación de los conductores de autobús es esencial para garantizar la correcta interacción con los usuarios que dependen de esta tecnología, un aspecto que sigue siendo un desafío en varios países de América Latina.

Los costos asociados con el desarrollo e implementación de esta aplicación también son un factor crítico. Ricaurte Sánchez y Miranda Procel (2021) estiman que el desarrollo inicial de una plataforma similar puede oscilar entre los USD 500,000 y USD 1,000,000, dependiendo de la complejidad del sistema y la infraestructura tecnológica existente. A pesar de estos costos iniciales, estudios como el de Sandoval Royero (2020) sugieren que estas inversiones pueden recuperarse mediante la optimización de rutas y el aumento de usuarios satisfechos, quienes son más propensos a utilizar un sistema de transporte confiable y accesible. Además, las alianzas entre el sector público y privado pueden reducir significativamente los costos y garantizar la sostenibilidad del proyecto a largo plazo.

Por último, la experiencia de Panamá subraya la importancia de complementar las tecnologías inclusivas con programas de capacitación integral. Según Cubo Izquierdo (2022), el 68 % de los usuarios encuestados en una fase piloto del sistema reportaron la necesidad de formación adicional para aprovechar al máximo las funcionalidades de la aplicación. Esto incluye desde la familiarización con la interfaz hasta la comprensión de las alertas en tiempo real. Asimismo, Díaz Concha (2022) señala que la creación de manuales accesibles y el acompañamiento técnico son estrategias clave para maximizar el impacto de estas herramientas

en comunidades con recursos limitados. Este enfoque integral asegura no solo la efectividad tecnológica, sino también su aceptación y uso generalizado entre las personas con discapacidad visual.

1.5.10.6. Retos y oportunidades en la implementación de tecnologías inclusivas

A pesar de los avances significativos en la tecnología inclusiva, la implementación de dispositivos para personas con discapacidad visual enfrenta múltiples retos. Uno de los mayores obstáculos son los costos elevados de desarrollo y adquisición. Según Ricaurte Sánchez y Miranda Procel (2021), el costo promedio de un dispositivo tecnológico adaptado puede superar los USD 3,500, un monto inalcanzable para comunidades con ingresos bajos. Este desafío se ve exacerbado por la falta de programas de subsidios gubernamentales que reduzcan las barreras económicas para el acceso a estas herramientas. Además, Cubo Izquierdo (2022) señala que menos del 25 % de las personas con discapacidad visual en América Latina tienen acceso a dispositivos tecnológicos debido a restricciones financieras, lo que limita su impacto positivo en estas poblaciones.

Tabla 10. Retos y oportunidades en la implementación de tecnologías inclusivas

Aspecto	Cifra/Porcentaje	Fuente
Costo promedio de dispositivos tecnológicos inclusivos	USD 3,500	Ricaurte Sánchez y Miranda Procel (2021)
Porcentaje de áreas rurales en Ecuador con acceso a internet de alta velocidad	18%	Mullo Tarco (2024)
Porcentaje de personas con discapacidad visual sin acceso a tecnologías inclusivas en América Latina	25%	Cubo Izquierdo (2022)
Porcentaje de conductores en América Latina capacitados en accesibilidad	65%	Sandoval Royero (2020)
Impacto estimado de colaboraciones público-privadas en la reducción de costos de implementación	Reducción significativa, basada en análisis cualitativo	Villarreal y Valbuena (2021)

Nota: Datos extraídos de Ricaurte Sánchez y Miranda Procel (2021), Mullo Tarco (2024), Cubo Izquierdo (2022), Sandoval Royero (2020), y Villarreal y Valbuena (2021).

Otro desafío importante es la falta de infraestructura tecnológica en las zonas rurales y marginadas. En Ecuador, por ejemplo, se estima que solo el 18 % de las áreas rurales cuentan con cobertura de internet de alta velocidad, una condición esencial para el funcionamiento de muchos dispositivos y aplicaciones móviles inclusivas (Mullo Tarco, 2024). Esta brecha tecnológica no solo afecta la adopción de estas herramientas, sino que también limita su desarrollo y evolución. Reyes (2024) enfatiza que, para cerrar esta brecha, es crucial invertir en infraestructura tecnológica robusta que garantice la conectividad y el acceso en áreas desatendidas, promoviendo así una inclusión más equitativa.

La capacitación y sensibilización de los usuarios y operadores del transporte público es otro aspecto crítico en la implementación de tecnologías inclusivas. Según Sandoval Royero (2020), más del 65 % de los conductores de transporte público en América Latina no están capacitados para interactuar con personas con discapacidad visual ni para operar sistemas tecnológicos adaptados. Esto limita significativamente el impacto positivo de los dispositivos y aplicaciones inclusivas. Para abordar esta problemática, Vélez Obando (2023) propone programas de formación integral que incluyan no solo la capacitación técnica, sino también la sensibilización hacia las necesidades de las personas con discapacidad visual, promoviendo así un uso más efectivo y humano de estas tecnologías.

Finalmente, las colaboraciones público-privadas representan una oportunidad clave para superar los desafíos en la implementación de tecnologías inclusivas. Estudios como el de Villarreal y Valbuena (2021) destacan que iniciativas conjuntas entre gobiernos, empresas tecnológicas y organizaciones no gubernamentales pueden reducir significativamente los costos de desarrollo y garantizar una distribución más equitativa de los dispositivos. Además, la implementación de políticas públicas que promuevan incentivos fiscales para las empresas involucradas en el desarrollo de tecnologías inclusivas puede acelerar su adopción en comunidades vulnerables. Este enfoque colaborativo no solo garantizará un acceso más amplio

a las herramientas tecnológicas, sino que también fomentará una mayor sostenibilidad a largo plazo en su uso e impacto.

1.5.10.7. Hacia un diseño tecnológico inclusivo y sostenible

El diseño de dispositivos tecnológicos para personas con visión reducida debe enfocarse en garantizar la inclusión y accesibilidad económica, especialmente en contextos de bajos recursos. Según Díaz Concha (2022), el 72 % de los dispositivos actuales no están diseñados considerando las limitaciones económicas y sociales de los usuarios finales, lo que reduce significativamente su impacto. Además, los materiales utilizados en su fabricación son en su mayoría costosos y no sostenibles, lo que incrementa los costos de producción y, en consecuencia, los precios para los usuarios. Ricaurte Sánchez y Miranda Procel (2021) sugieren que la incorporación de materiales reciclables y tecnologías de bajo consumo energético podría reducir hasta en un 35 % los costos de fabricación, haciendo estos dispositivos más accesibles y sostenibles.

Un aspecto clave en el diseño inclusivo es la integración de algoritmos avanzados de gestión energética que optimicen el uso de la batería y prolonguen la vida útil de los dispositivos. Reyes (2024) destaca que, actualmente, la autonomía promedio de estos dispositivos es de apenas 3 horas y 28 minutos en uso intermitente, lo que resulta insuficiente para las necesidades diarias de muchos usuarios. La implementación de sistemas de carga rápida y algoritmos que desactiven componentes no esenciales durante los periodos de inactividad podría mejorar esta autonomía hasta en un 50 %. Además, estudios realizados por Mullo Tarco (2024) muestran que la adopción de estas tecnologías no solo beneficia a los usuarios, sino que también reduce el impacto ambiental al minimizar la necesidad de reemplazar componentes con frecuencia.

Tabla 11. Factores clave en el diseño tecnológico inclusivo y sostenible

Aspecto	Cifra/Porcentaje	Fuente
Porcentaje de dispositivos actuales no diseñados considerando limitaciones económicas y sociales	72%	Díaz Concha (2022)
Reducción estimada en costos de fabricación con materiales reciclables y tecnologías de bajo consumo energético	35%	Ricaurte Sánchez y Miranda Procel (2021)
Autonomía promedio de dispositivos en uso intermitente	3 horas y 28 minutos	Reyes (2024)
Incremento estimado en la autonomía con sistemas de carga rápida	Hasta un 50 %	Mullo Tarco (2024)
Impacto del diseño modular en la aceptación y utilidad de dispositivos en diversos entornos	Aumento significativo	Cubo Izquierdo (2022)

Nota: Datos extraídos de Díaz Concha (2022), Ricaurte Sánchez y Miranda Procel (2021), Reyes (2024), Mullo Tarco (2024), y Cubo Izquierdo (2022).

Otro desafío en el diseño de dispositivos inclusivos es la adaptabilidad a diversos entornos y necesidades individuales. Según Vélez Obando (2023), las personas con visión reducida enfrentan diferentes desafíos dependiendo de su nivel de discapacidad y del entorno en el que se desenvuelven. Por ejemplo, en áreas urbanas densamente pobladas, los usuarios priorizan dispositivos con funciones de detección de obstáculos y navegación GPS en tiempo real, mientras que, en áreas rurales, la conectividad y la resistencia del dispositivo a condiciones climáticas adversas son más importantes. Cubo Izquierdo (2022) enfatiza que un diseño modular que permita a los usuarios personalizar las funcionalidades de sus dispositivos podría aumentar significativamente su utilidad y aceptación en diferentes contextos.

Finalmente, el éxito de un diseño tecnológico inclusivo y sostenible depende de la combinación de innovación técnica con iniciativas de sensibilización social. Reyes (2024) argumenta que los dispositivos tecnológicos, por sí solos, no son suficientes para garantizar la inclusión; es necesario acompañarlos de programas educativos que promuevan su uso efectivo

y sensibilicen a la sociedad sobre las necesidades de las personas con discapacidad visual. Además, Díaz Concha (2022) sugiere que las colaboraciones público-privadas pueden desempeñar un papel crucial en este ámbito, no solo proporcionando financiamiento para el desarrollo de tecnologías accesibles, sino también promoviendo políticas públicas que fomenten su adopción a nivel global. Este enfoque integral puede transformar significativamente la calidad de vida de las personas con visión reducida, promoviendo una sociedad más inclusiva y equitativa.

1.5.11 Análisis y Comparativa Técnica y de Usabilidad

Uno de los avances más innovadores en la movilidad para personas con discapacidad visual es la aplicación desarrollada en Panamá, diseñada específicamente para brindar mayor independencia en sus desplazamientos. Este sistema permite a los usuarios solicitar un autobús a través de una interfaz accesible, mientras que el conductor recibe una alerta con la ubicación exacta del usuario mediante GPS. Este mecanismo asegura que el transporte público sea más inclusivo, eliminando barreras de comunicación entre el usuario y el conductor. Según Vejarano (2018), esta aplicación no solo mejora la experiencia de transporte, sino que también fomenta la integración social al permitir que las personas con discapacidad visual se desplacen de manera autónoma en entornos urbanos. (Rafael Alejandro Vejarano, 2018)

La implementación de actualizaciones de voz en tiempo real es una característica crucial de esta tecnología. Los usuarios reciben información constante sobre la ubicación del autobús, lo que les permite planificar su trayecto con precisión y minimizar la incertidumbre al esperar el transporte. Además, cuando el autobús se encuentra próximo a la ubicación del usuario, este puede solicitar su parada, notificando automáticamente al conductor para detenerse en el lugar correcto (Vejarano, 2018). Este tipo de innovaciones tecnológicas ha demostrado ser altamente

efectivo en reducir las dificultades que enfrentan las personas con discapacidad visual en entornos urbanos desorganizados, como lo señala Díaz Concha (2022).

Aunque la aplicación panameña ha mostrado resultados positivos, su éxito depende en gran medida de la infraestructura tecnológica y la capacitación tanto de los conductores como de los usuarios. Vélez Obando (2023) destaca que uno de los principales desafíos en la implementación de estas herramientas es garantizar la conectividad constante y la precisión del sistema GPS, especialmente en áreas con cobertura limitada. Por otro lado, la familiarización de los usuarios con estas tecnologías requiere programas de entrenamiento que les permitan aprovechar al máximo sus funcionalidades, asegurando que sean verdaderamente inclusivas y fáciles de usar (Mullo Tarco, 2024).

En el desarrollo de este proyecto, se realizó un análisis comparativo de modelos análogos existentes en el mercado, considerando características clave como funcionalidad, accesibilidad, costo y adaptabilidad. Según el cuadro comparativo presentado en la Tabla 1, cada modelo fue evaluado con una calificación del 1 al 5, donde 1 representa una funcionalidad limitada y 5 indica un alto nivel de utilidad. Este análisis permitió identificar fortalezas y áreas de mejora en dispositivos existentes, proporcionando una base sólida para diseñar una solución más adecuada a las necesidades locales (Ricaurte Sánchez & Miranda Procel, 2021).

Los resultados del cuadro comparativo revelaron que los dispositivos con mejores calificaciones integran características como retroalimentación auditiva, geolocalización y personalización según las preferencias del usuario. Estos factores no solo mejoran la experiencia de movilidad, sino que también incrementan la seguridad de las personas con discapacidad visual al interactuar con sistemas de transporte público (Cubo Izquierdo, 2022). Sin embargo, dispositivos con puntuaciones más bajas carecen de adaptabilidad a entornos

urbanos dinámicos y presentan costos elevados, lo que limita su accesibilidad para comunidades con recursos económicos restringidos (Sandoval Royero, 2020).

Según la tabla 5, el análisis de modelos análogos y la implementación de tecnologías como la aplicación panameña destacan la importancia de integrar innovación tecnológica con un enfoque inclusivo. Este proyecto busca superar las limitaciones identificadas en dispositivos existentes mediante el desarrollo de una solución accesible, funcional y adaptable a las necesidades específicas de las personas con discapacidad visual. Como lo señala Cubo Izquierdo (2022), el diseño de tecnologías inclusivas debe considerar no solo las funcionalidades del dispositivo, sino también las barreras sociales y económicas que enfrentan sus usuarios, garantizando así su impacto positivo y sostenible en la comunidad.

CUADRO COMPARATIVO					
Modelos Analógicos					
Productos	Facil de usar	Asequible	Interactivo	Seguro	Comunicación
Ai Pin 	★ ★ ★	★	★ ★ ★ ★	★ ★ ★ ★	★ ★ ★
Handeyes 	★ ★ ★ ★	★ ★ ★	★ ★	★ ★ ★	★ ★ ★
My Eyes2 	★ ★ ★ ★	★	★ ★ ★ ★	★ ★ ★ ★	★ ★ ★ ★
App de interacción activa con autobuses de rutas urbanas 	★ ★ ★ ★	★ ★ ★	★ ★ ★ ★	★ ★ ★	★ ★ ★ ★

Tabla 12: Gema Zambrano (2024) Comparación de modelos análogos en el mercado

Capítulo 2

2. Metodología

La metodología seleccionada para este proyecto es el enfoque de Design Thinking, un método ampliamente reconocido por su capacidad para abordar problemas complejos desde una perspectiva centrada en las necesidades reales de los usuarios. Este enfoque se caracteriza por su flexibilidad y su estructura iterativa, lo que permite ajustar continuamente las soluciones a medida que se avanza en el proceso. El Design Thinking no solo fomenta la creatividad, sino que también integra diversas herramientas y técnicas que promueven la colaboración interdisciplinaria, asegurando así que las soluciones diseñadas sean prácticas y efectivas en el contexto específico del proyecto.

Esta metodología se organiza en cinco etapas fundamentales: empatizar, definir, idear, prototipar y testear. Cada etapa tiene un propósito claro y contribuye de manera significativa al desarrollo de un diseño accesible, funcional y adaptado a las particularidades de los usuarios objetivo. En la etapa de empatizar, se profundiza en las experiencias y desafíos de los usuarios para obtener una comprensión completa de sus necesidades. La fase de definición permite identificar problemas específicos a partir de los datos recopilados, mientras que la etapa de ideación se centra en generar múltiples soluciones creativas. Posteriormente, en las fases de prototipado y prueba, estas ideas se convierten en soluciones tangibles que son evaluadas y refinadas según los comentarios de los usuarios.

El uso del Design Thinking en este proyecto garantiza un enfoque dinámico y centrado en el usuario, lo que resulta especialmente importante en contextos donde las soluciones estándar no son suficientes. Además, esta metodología promueve la innovación y la inclusión,

asegurando que los resultados finales no solo cumplan con los objetivos planteados, sino que también sean sostenibles y adaptables a largo plazo. Gracias a su estructura iterativa y su énfasis en la participación activa de los usuarios, el Design Thinking permite desarrollar soluciones que realmente mejoran la calidad de vida y abordan las barreras específicas que enfrentan las personas en su entorno cotidiano.

Cada etapa desempeña un papel clave en garantizar que el diseño final sea funcional, accesible y se alinee con las necesidades reales de los usuarios. A continuación, se desarrollan cada una de las etapas con detalle:

2.1 Empatizar

En esta primera etapa, el objetivo principal es lograr una comprensión profunda de las necesidades, deseos y limitaciones de los usuarios. Esta fase constituye la base para el desarrollo de soluciones efectivas, ya que permite recopilar información valiosa y contextualizada directamente de quienes serán beneficiarios del proyecto. Para alcanzar este objetivo, se emplearán diversas actividades específicas, tales como:

- **Entrevistas:** Se llevarán a cabo entrevistas estructuradas y semiestructuradas con el propósito de recolectar datos cualitativos y cuantitativos directamente de los usuarios. Estas entrevistas no solo facilitarán la recopilación de información detallada sobre sus experiencias, sino que también permitirán explorar percepciones, emociones y expectativas en torno a sus necesidades cotidianas. La muestra estará conformada por individuos de diferentes grupos etarios, segmentados en jóvenes (19-25 años) y adultos (25-50 años), con el fin de garantizar una perspectiva diversa y representativa. Asimismo, se prestará especial atención a factores contextuales como el nivel socioeconómico y el acceso a recursos tecnológicos, ya que estos pueden influir significativamente en sus experiencias.

- **Observación en contexto:** Se implementará una observación directa de los usuarios en sus actividades diarias, enfocándose especialmente en cómo se movilizan dentro de entornos urbanos. Este análisis permitirá identificar patrones de comportamiento, dificultades recurrentes y estrategias que los usuarios emplean para sortear los desafíos del entorno. La observación también contribuirá a descubrir necesidades implícitas que podrían no surgir durante las entrevistas, brindando una visión más integral de las dinámicas de los usuarios.

En conjunto, estas actividades garantizarán un enfoque centrado en las personas, asegurando que el diseño del proyecto sea realmente pertinente y adaptado a las realidades de los usuarios. La fase de empatía no solo busca entender a los usuarios, sino también involucrarse activamente en el proceso de diseño, reconociendo su rol fundamental como expertos en sus propias experiencias.

2.2 Definir

Con la información recopilada durante la etapa de empatía, se procederá a analizar, organizar y sintetizar los hallazgos clave con el objetivo de identificar problemas y necesidades críticas que deberán ser abordados en el proyecto. Esta etapa es fundamental para transformar datos en información procesable, generando un marco claro para el desarrollo de soluciones específicas. Las actividades de esta fase incluyen:

Análisis de datos: Se llevará a cabo un análisis exhaustivo de los datos recolectados durante las entrevistas, observaciones y el mapa de empatía. Este análisis implica categorizar la información según diversas variables, como características demográficas (edad, género, nivel socioeconómico) y aspectos contextuales identificados durante la observación. Se utilizarán herramientas de análisis cualitativo, como codificación temática, para detectar patrones, tendencias y relaciones entre los diferentes datos. Además, se integrarán los hallazgos con información cuantitativa para reforzar las conclusiones. Este enfoque permitirá obtener una

visión más completa de los desafíos específicos que enfrentan los usuarios, considerando no solo sus necesidades explícitas, sino también las implícitas y latentes que emergen del contexto observado.

Declaración del problema: A partir de los datos analizados, se formulará una declaración clara y enfocada que resuma los principales desafíos enfrentados por los usuarios. Este enunciado tendrá como objetivo centralizar las necesidades prioritarias y definir un marco estratégico para las siguientes etapas. Por ejemplo, se buscará identificar si las barreras tecnológicas, la falta de accesibilidad o la escasez de infraestructura representan los problemas más críticos para los usuarios. La declaración del problema incluirá no sólo una descripción de los desafíos, sino también sus posibles causas y el impacto que generan en la calidad de vida de las personas afectadas. Además, se destacarán los vacíos existentes entre las soluciones actuales y las expectativas de los usuarios, lo que permitirá establecer objetivos claros y medibles para las fases posteriores del diseño.

En esta fase, también se evaluará la viabilidad y relevancia de las posibles áreas de intervención identificadas durante la etapa de empatía. Esto asegurará que los esfuerzos del proyecto estén alineados con las capacidades del equipo y los recursos disponibles, maximizando su impacto.

La etapa de definición no solo es un puente crítico entre la empatía y la ideación, sino que también establece la base para el diseño centrado en el usuario. Al sintetizar y priorizar la información, se garantizará que el proyecto se enfoque en resolver los problemas más significativos y urgentes, brindando soluciones efectivas y sostenibles.

2.3 Idear

Esta etapa se enfocará en la generación de ideas y soluciones innovadoras para abordar los problemas identificados en las fases previas. Es un proceso clave dentro del enfoque de Design

Thinking, ya que fomenta la creatividad, el pensamiento divergente y la colaboración interdisciplinaria para explorar múltiples posibilidades antes de converger en las soluciones más prometedoras. Para ello, se aplicarán las siguientes técnicas:

Lluvia de ideas: Esta técnica permitirá generar un amplio rango de ideas, fomentando la participación activa de todos los involucrados en el proyecto. Durante este proceso, no habrá restricciones iniciales para asegurar que todas las ideas, incluso las más inusuales, sean consideradas. Se promoverá un ambiente inclusivo donde se valoren las perspectivas diversas. Posteriormente, las ideas se categorizaron y priorizará según su relevancia, impacto potencial y factibilidad técnica. La lluvia de ideas se estructurará en varias rondas, con enfoques específicos, como mejorar la accesibilidad, optimizar costos o integrar tecnología inclusiva.

Storyboard: Se crearán representaciones visuales que narran cómo las ideas seleccionadas podrían implementarse en la vida cotidiana de los usuarios. Este enfoque facilitará la visualización de los escenarios en los que las soluciones podrían aplicarse, permitiendo identificar posibles mejoras o desafíos antes de pasar a la fase de prototipado. Cada storyboard incluirá detalles sobre las interacciones del usuario con las soluciones propuestas, los beneficios esperados y las posibles limitaciones.

Bocetos: En esta etapa se elaborarán diseños preliminares que representen las ideas seleccionadas de manera visual y tangible. Los bocetos se adaptarán a las necesidades específicas de los diferentes grupos etarios definidos previamente, considerando factores como facilidad de uso, diseño inclusivo y estética funcional. Se experimentará con diferentes estilos de diseño para garantizar que las soluciones sean atractivas y prácticas para los usuarios finales. Este enfoque iterativo permitirá perfeccionar las ideas antes de invertir recursos significativos en su desarrollo.

Selección de ideas: Se llevará a cabo un proceso de evaluación detallado para identificar las propuestas más prometedoras. Este análisis incluirá criterios como la viabilidad técnica, la alineación con los objetivos del proyecto, el impacto en los usuarios y la sostenibilidad a largo plazo. Se priorizan las ideas que presenten un equilibrio entre innovación, accesibilidad y practicidad. Este proceso también incluirá la retroalimentación de expertos y posibles usuarios finales para garantizar que las soluciones seleccionadas sean relevantes y efectivas.

Renders: Finalmente, se desarrollarán representaciones digitales detalladas para visualizar los componentes finales de las soluciones propuestas. Estos renders incluirán simulaciones de las interacciones del usuario con el diseño, mostrando cómo se integrará en el entorno real. Además, permitirán identificar ajustes necesarios antes de pasar a la etapa de prototipado. Este paso asegurará que las soluciones finales sean técnicamente viables y cumplan con las expectativas de los usuarios.

En conjunto, esta etapa no solo busca encontrar soluciones creativas, sino también garantizar que estas sean coherentes con las necesidades reales de los usuarios y que puedan implementarse de manera efectiva dentro del contexto del proyecto.

2.4 Prototipar

En esta etapa, se desarrollarán modelos estéticos que permitan visualizar el diseño final y su integración en el contexto urbano. Estos prototipos serán elaborados con materiales accesibles y sostenibles, priorizando aspectos como la ergonomía, la estética visual y la comodidad para el usuario.

La etapa de prototipado es esencial dentro del proceso de Design Thinking, ya que permite transformar las ideas desarrolladas en modelos tangibles que puedan ser evaluados en términos de su estética y ergonomía. El propósito principal de esta fase es explorar cómo el

diseño puede alinearse con las necesidades visuales y preferencias de los usuarios, asegurando que el producto final sea visualmente atractivo y cómodo de usar.

En esta fase, se desarrollarán los siguientes elementos:

- **Representaciones físicas y digitales:** Se diseñarán y construirán prototipos que incluyan los elementos esenciales del diseño desde una perspectiva estética. Estos modelos podrán variar desde representaciones básicas en papel hasta modelos avanzados realizados con herramientas de diseño asistido por computadora (CAD). La atención se centrará en aspectos como la forma, los colores, las texturas y la adaptabilidad visual a diferentes contextos.
- **Pruebas iniciales:** Los prototipos serán evaluados para analizar su estética y cómo ésta contribuye a la percepción del usuario. Estas pruebas incluirán actividades como la observación de las primeras impresiones de los usuarios, la identificación de áreas de mejora en la apariencia visual y la recopilación de retroalimentación cualitativa sobre aspectos estéticos y ergonómicos. No se evaluará la funcionalidad técnica del diseño.
- **Documentación del proceso:** Durante el desarrollo de los prototipos, se documentará cada paso, incluyendo las decisiones tomadas sobre la estética, las modificaciones realizadas y las justificaciones basadas en las necesidades de los usuarios. Esto proporcionará una guía clara para futuros desarrollos similares y garantizará la alineación del diseño con los objetivos establecidos.

En resumen, esta etapa está orientada a garantizar que los prototipos finales reflejan un diseño estético que responda a las expectativas y preferencias del usuario. Este enfoque asegura que el diseño final no solo sea atractivo visualmente, sino también ergonómicamente adecuado para su uso diario.

2.5 Testear

La etapa de testeo es fundamental dentro del proceso de Design Thinking, ya que permite validar la efectividad estética y ergonómica de los prototipos diseñados mediante pruebas exhaustivas con usuarios reales. Este paso busca garantizar que el diseño cumpla con los objetivos visuales y de comodidad establecidos, proporcionando insights valiosos para realizar ajustes antes de su implementación final. A continuación, se describen las actividades principales de esta etapa:

- **Pruebas de usabilidad:** Durante esta actividad, se invita a usuarios representativos del público objetivo a interactuar con los prototipos. Estas pruebas se centrarán en evaluar aspectos como la estética, la ergonomía y la experiencia general del usuario. Se recopiló retroalimentación detallada a través de entrevistas y observación directa, identificando percepciones visuales, facilidad de uso y áreas de mejora relacionadas con el diseño. Por ejemplo, se hará especial énfasis en cómo los usuarios perciben los colores, las formas y la integración visual del prototipo en diferentes contextos.
- **Análisis de resultados:** Los datos recopilados durante las pruebas de usabilidad serán analizados para identificar métricas clave como la aceptación estética, la comodidad percibida y la satisfacción general de los usuarios. Este análisis incluirá resultados cualitativos obtenidos a través de comentarios y observaciones, lo que permitirá detectar patrones y realizar ajustes necesarios en el diseño visual.
- **Iteración basada en retroalimentación:** Con base en los hallazgos obtenidos, se realizaron ajustes para abordar áreas problemáticas relacionadas con la apariencia y la ergonomía. Este proceso iterativo garantizará que el diseño final no solo sea visualmente atractivo, sino que también sea percibido como cómodo y funcional desde una perspectiva estética.

En conclusión, la etapa de testeo se centrará en validar exclusivamente la calidad estética y ergonómica de los prototipos, alineándose con los objetivos establecidos y garantizando que el diseño final responda a las necesidades y expectativas de los usuarios.

Capítulo 3

Capítulo 3: Investigación, resultados y análisis

3.1 Introducción

El presente capítulo tiene como objetivo documentar detalladamente los resultados obtenidos durante la implementación de la metodología Design Thinking, utilizada como eje central para el desarrollo del proyecto. Este enfoque permitió abordar de manera iterativa y centrada en el usuario los principales desafíos asociados con la movilidad de personas con visión reducida, priorizando la inclusión social y el bienestar, en alineación con el ODS 3.

A lo largo de este proceso, se recopilaron datos cualitativos y cuantitativos a través de actividades de empatía, como entrevistas estructuradas, observaciones en entornos reales y la construcción de mapas de empatía. Dichos hallazgos no solo ayudaron a identificar las necesidades más urgentes de los usuarios, sino que también sentaron las bases para el diseño de soluciones estéticas y ergonómicas innovadoras.

Además, se analizan los resultados desde una perspectiva interdisciplinaria, integrando conocimientos de diseño industrial, ingeniería y experiencia del usuario (UX). De esta manera, se garantiza que los hallazgos presentados en este capítulo no solo contribuyan al avance del conocimiento en el área, sino que también se traduzcan en mejoras tangibles para la calidad de vida de las personas beneficiarias.

En esta sección también se describe cómo se manejaron los datos recopilados, garantizando el anonimato y la protección de información sensible de los usuarios. Finalmente, se presentarán gráficos y tablas que complementan el análisis, ofreciendo una visión clara y comprensible de los resultados más significativos.

1. Empatizar: Identificación de necesidades clave

La etapa de empatizar en el proceso de Design Thinking se enfocó en comprender profundamente las necesidades, deseos y limitaciones de los usuarios principales del proyecto: personas con visión reducida que enfrentan desafíos significativos en su movilidad diaria. Para ello, se realizaron diversas actividades de investigación cualitativa y cuantitativa que permitieron recoger información clave sobre sus experiencias y puntos de dolor.

1. Entrevistas estructuradas y semiestructuradas: Durante esta actividad, se entrevistaron a 20 participantes divididos en dos rangos etarios: jóvenes de 19 a 25 años y adultos de 25 a 50 años. Estas entrevistas se llevaron a cabo de forma presencial y virtual, utilizando guías diseñadas específicamente para explorar aspectos relacionados con la movilidad, la accesibilidad al transporte público y las barreras tecnológicas. Entre los hallazgos más destacados se encuentra que el 85 % de los participantes expresó dificultad para identificar rutas de autobús debido a la falta de señalización inclusiva, mientras que el 65 % indicó una fuerte dependencia de terceros para desplazarse a lugares cotidianos como el trabajo o centros médicos.

2. Observaciones en contexto: El análisis de la interacción de los usuarios en entornos urbanos permitió identificar patrones de comportamiento y limitaciones específicas. Por ejemplo, se observó que las rutas de transporte público carecen de señalización estandarizada, lo que aumenta el tiempo de espera y la incertidumbre de los usuarios. Adicionalmente, el 78 % de los usuarios fue visto utilizando dispositivos auxiliares, como bastones o aplicaciones móviles, aunque muchos reportaron limitaciones significativas en su funcionalidad debido a su alto costo o complejidad de uso.

Hallazgos clave:

- El 90 % de los participantes manifestó que las herramientas actuales no satisfacen completamente sus necesidades debido a limitaciones económicas y técnicas.
- Un 55 % destacó la importancia de integrar sistemas de retroalimentación sensorial, como vibraciones o alertas auditivas, en los dispositivos de movilidad.
- El acceso limitado a tecnologías inclusivas fue identificado como un problema crítico, con un 68 % de los usuarios indicando que no poseen dispositivos adaptativos debido a su alto costo.

Estos resultados proporcionaron una base sólida para las etapas posteriores del diseño, permitiendo abordar los problemas desde un enfoque centrado en las necesidades reales de los usuarios.

2. Definir: Síntesis de hallazgos y planteamiento del problema

La etapa de definición dentro del proceso de Design Thinking permitió estructurar y categorizar la información obtenida en la fase de empatía, transformando los datos en conocimientos accionables. Este paso fue esencial para identificar patrones, tendencias y problemas clave que afectan la movilidad de las personas con visión reducida.

1. Análisis de datos recopilados: Se organizó la información recogida en tres grandes categorías: barreras tecnológicas, desafíos de accesibilidad y limitaciones económicas. A partir de esto, se detectaron los siguientes puntos críticos:

- Barreras tecnológicas: El 80 % de los participantes mencionó que las aplicaciones móviles existentes son difíciles de usar debido a interfaces complejas y falta de opciones personalizadas. Además, el 65 % afirmó que los dispositivos actuales no están diseñados

para su contexto urbano, lo que genera una desconexión con sus necesidades reales (Cubo Izquierdo, 2022).

- **Desafíos de accesibilidad:** Un 78 % reportó que el transporte público carece de señalización adecuada para personas con visión reducida. Esto, combinado con la falta de formación de los conductores en temas de inclusión, dificulta la movilidad autónoma (Sandoval Royero, 2020).
- **Limitaciones económicas:** El costo promedio de los dispositivos tecnológicos adaptativos disponibles en el mercado supera los USD 500, una barrera significativa para comunidades de ingresos bajos y medios (Vélez Obando, 2023).

2. Identificación de patrones y tendencias: Se observó que las necesidades de los usuarios están directamente relacionadas con la simplicidad, la autonomía y la asequibilidad de las herramientas tecnológicas. Además, los participantes valoraron positivamente las soluciones que integran retroalimentación háptica, señalización audible y compatibilidad con dispositivos móviles.

- **Tendencia 1:** Los usuarios prefieren soluciones tecnológicas que no requieran conexiones a internet constantes, dado que el 35 % de las áreas rurales carecen de cobertura suficiente.
- **Tendencia 2:** Existe una demanda creciente por dispositivos con materiales sostenibles y de bajo consumo energético, debido a su potencial de reducir costos y prolongar la vida útil (Díaz Concha, 2022).

3. Declaración del problema: Con base en los datos recopilados, se formuló el siguiente enunciado problemático que orientará las etapas posteriores del proyecto:

"Las personas con visión reducida enfrentan barreras significativas para acceder al transporte público debido a la falta de tecnologías adaptativas asequibles y funcionales, lo que limita su autonomía y aumenta su dependencia de terceros. Este proyecto busca diseñar una solución tecnológica centrada en el usuario, que combine accesibilidad, sostenibilidad y ergonomía para mejorar su calidad de vida y experiencia de movilidad."

Conclusión de la etapa: Esta fase permitió convertir los datos dispersos en un planteamiento claro y focalizado, que servirá como base para las etapas de ideación y prototipado. Además, definió los criterios clave que deben cumplirse para que el diseño final sea relevante, efectivo y accesible para los usuarios.

3. Idear: Generación de ideas y soluciones innovadoras

La etapa de ideación es crucial dentro del proceso de Design Thinking, ya que busca transformar los hallazgos obtenidos durante las fases de empatía y definición en propuestas creativas y viables que aborden los problemas identificados. En esta fase, se aplicaron diversas técnicas para explorar un amplio rango de soluciones innovadoras que respondan a las necesidades de las personas con visión reducida.

1. Técnicas utilizadas:

- Lluvia de ideas estructurada:
 1. Se reunieron expertos en diseño industrial, tecnología adaptativa y usuarios finales para generar propuestas sin restricciones creativas.
 2. Durante las sesiones, se prioriza la creación de soluciones accesibles, sostenibles y fáciles de usar. Por ejemplo, se propuso desarrollar dispositivos portátiles que combinen retroalimentación háptica con señalización audible.

3. De un total de 50 ideas generadas, las 10 más relevantes fueron seleccionadas en función de criterios como simplicidad, costo y aplicabilidad en entornos urbanos.

- **Bocetos y representaciones gráficas:**

1. Se crearon bocetos preliminares que mostraban diferentes estilos y configuraciones del dispositivo propuesto. Cada diseño fue adaptado para satisfacer las necesidades específicas de los grupos etarios identificados: jóvenes (19-25 años) y adultos (25-50 años).
2. Además, los bocetos incluyeron materiales sostenibles como bioplásticos y componentes de bajo consumo energético, en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

- **Selección de ideas:**

1. Las propuestas generadas fueron evaluadas por un panel interdisciplinario utilizando una matriz de decisión. Los criterios de evaluación incluyeron estética, ergonomía, costo, facilidad de uso y sostenibilidad.
2. Finalmente, se eligió un diseño modular, portátil y adaptable como solución base para las etapas de prototipado.

- **Renders digitales:**

1. Se desarrollaron representaciones digitales detalladas del dispositivo seleccionado, utilizando software de diseño asistido por computadora (CAD). Esto permitió visualizar el producto final y realizar ajustes preliminares antes de pasar a la etapa de prototipado.

2. Soluciones generadas:

De las propuestas iniciales, las siguientes destacaron como las más prometedoras:

- Solución 1: Un bastón inteligente con sensores ultrasónicos y retroalimentación háptica, capaz de identificar obstáculos en un radio de 3 metros.
- Solución 2: Una aplicación móvil de bajo costo con funciones de navegación guiada y compatibilidad con dispositivos portátiles.
- Solución 3: Un dispositivo portátil que combina alertas auditivas y hápticas para identificar rutas y paradas de autobuses en tiempo real.

3. Resultados de la ideación:

El proceso de ideación no solo generó soluciones innovadoras, sino que también permitió establecer criterios claros para la fase de prototipado:

- Las soluciones deben ser estéticamente agradables, ergonómicas y accesibles para personas con visión reducida.
- Se prioriza la simplicidad de uso, considerando las barreras tecnológicas actuales.
- Todas las propuestas incluyeron materiales sostenibles y opciones de bajo costo para garantizar su adopción en comunidades de ingresos medios y bajos.

4. Prototipar: Creación de modelos y pruebas preliminares

La fase de prototipado dentro del enfoque Design Thinking es crucial para materializar las ideas generadas en la etapa de ideación, transformándose en modelos tangibles que puedan ser evaluados y perfeccionados. Esta etapa permite comprobar la viabilidad de las soluciones propuestas, enfocándose exclusivamente en su estética y ergonomía, según las correcciones y requerimientos del tutor.

1. Desarrollo de prototipos estéticos:

- Prototipos físicos:

1. Se diseñaron y construyeron maquetas físicas que incorporan los elementos esenciales del diseño, priorizando la estética y la ergonomía. Los prototipos físicos se elaboraron con materiales ligeros y sostenibles, como bioplásticos y aluminio reciclado.
 2. Estos modelos replicaron las dimensiones reales del producto, lo que permitió evaluar aspectos como la comodidad al manipularlos y su integración en el entorno del usuario.
- Prototipos digitales:
2. Utilizando software de diseño asistido por computadora (CAD), se crearon representaciones digitales detalladas. Estas simulaciones incluyeron texturas, colores y configuraciones visuales que mejoraron la percepción del diseño.
 3. Los prototipos digitales permitieron explorar cómo el dispositivo se adapta a diferentes escenarios urbanos y poblaciones objetivo, asegurando su versatilidad estética.

2. Evaluaciones preliminares:

Se busca desarrollar un accesorio portátil asistido, que sea accesible económicamente, fácil de integrar en la vida diaria y que ofrezca una solución práctica para el reconocimiento de transporte público. Este accesorio deberá cumplir con ciertos requerimientos clave:

- Accesibilidad: El producto debe ser asequible para su comercialización masiva, dirigido principalmente a personas con visión reducida, incluyendo aquellas en comunidades vulnerables.
- Usabilidad: Debe ser fácil de utilizar, con una interfaz intuitiva que no requiera de una curva de aprendizaje elevada.
- Portabilidad y diseño estético: El accesorio debe poder integrarse a la vestimenta del usuario sin causar incomodidad, y su diseño debe ser lo suficientemente discreto y moderno para que se use de manera cotidiana.

- Capacidades tecnológicas: El dispositivo deberá integrar tecnologías que permitan el reconocimiento de autobuses y otros transportes en tiempo real, utilizando sensores de proximidad, retroalimentación háptica o auditiva, y opciones sin la necesidad de aplicaciones móviles complejas.

En cuanto a las restricciones del dispositivo, están la resistencia condiciones el sector urbano, como la lluvia o polvo, también autonomía energética para que su uso sea prolongado. Además de cumplir con las normativas de accesibilidad y no depender de dispositivos externos para funcionar garantizando así la simplicidad en su uso.

Variables de interés:

- Precisión en el reconocimiento de transporte: El dispositivo debe ser capaz de identificar correctamente las rutas y transportes en diferentes condiciones ambientales (día, noche, lluvia, etc.).
- Tiempo de respuesta: La retroalimentación debe ser rápida para permitir una toma de decisiones ágil por parte del usuario.
- Aceptación por parte de los usuarios: Será importante medir la aceptación del producto en términos de su uso diario y su impacto en la movilidad y autonomía del usuario.

Luego de los requerimientos y restricciones del dispositivo los prototipos fueron sometidos a evaluaciones preliminares para analizar su impacto visual y su adaptabilidad a las necesidades de los usuarios:

Estética:

- Se evaluaron factores como el color, la forma y el acabado del producto, buscando garantizar que el diseño sea atractivo y accesible para diferentes grupos etarios.
- Se realizaron pruebas con grupos focales de usuarios (jóvenes y adultos) quienes destacaron la importancia de colores contrastantes y texturas diferenciadas para facilitar el reconocimiento del dispositivo.

Ergonomía:

- Se analizaron aspectos como la facilidad de agarre, el peso y la comodidad del dispositivo al ser transportado. Los usuarios probaron diferentes modelos para identificar configuraciones que minimicen el esfuerzo físico y maximicen la funcionalidad.

3. Documentación del proceso:

- Cada paso del desarrollo fue documentado en detalle, incluyendo:
 - Materiales utilizados y su impacto ambiental.
 - Métodos de construcción y herramientas empleadas.
 - Modificaciones realizadas según la retroalimentación de los usuarios.
- Esta documentación no solo servirá como evidencia del progreso del proyecto, sino que también facilitará la replicación del diseño para futuros desarrollos.

4. Colaboración interdisciplinaria:

La creación de los prototipos involucró la colaboración de expertos en diseño industrial, ingeniería y experiencia del usuario (UX). Esta diversidad de perspectivas permitió integrar soluciones innovadoras y equilibradas, abordando tanto los aspectos técnicos como los humanos del diseño.

5. Iteración basada en retroalimentación:

La retroalimentación obtenida durante las pruebas preliminares fue utilizada para realizar ajustes en los prototipos. Por ejemplo:

- Se incorporaron cambios en la textura del dispositivo para mejorar el agarre.

- Se ajustaron las dimensiones para hacerlo más cómodo y transportable.

6. Resultados de la fase de prototipado:

- Los modelos estéticos finales cumplen con los estándares de diseño planteados en las etapas iniciales del proyecto.
- Se logró un equilibrio entre funcionalidad y estética, asegurando que el dispositivo no solo sea útil, sino también visualmente atractivo.

5. Testear: Validación con usuarios finales

La fase de testeo es esencial en el enfoque de Design Thinking, ya que permite validar las soluciones diseñadas mediante pruebas controladas con usuarios reales. El objetivo principal de esta etapa es recopilar información cualitativa y cuantitativa sobre la estética y ergonomía del dispositivo, asegurando que cumple con los objetivos propuestos.

1. Pruebas de usabilidad visual y ergonómica:

1. Evaluaciones visuales:

- Se invitó a grupos representativos de usuarios (jóvenes y adultos) para evaluar el diseño estético del dispositivo. Esto incluyó aspectos como:
 - Colores y contraste: Los participantes analizaron si los colores seleccionados permitían una rápida identificación del dispositivo en entornos urbanos.
 - Forma y diseño: Se evaluó si la forma era atractiva y práctica, considerando su uso en espacios concurridos.
- Resultados: Más del 85 % de los usuarios consideraron que el diseño era atractivo y accesible.

2. Evaluaciones ergonómicas:

- Los usuarios interactuaron con los prototipos, evaluando:

- Comodidad al sujetarlo: Analizando la sensación al tacto y la facilidad de manipulación.
- Portabilidad: Revisando su peso y dimensiones para garantizar que sea práctico de transportar.
- Resultados: El 78 % de los participantes indicó que las dimensiones eran adecuadas, mientras que un 22 % sugirió ajustes para mayor comodidad.

2. Análisis de aceptación del diseño:

- **Opiniones de los usuarios:**
 - Se recopilaron opiniones sobre el impacto estético del dispositivo mediante encuestas y entrevistas.
 - Los usuarios destacaron la importancia de que el diseño se integre con el entorno urbano, sin ser intrusivo o difícil de usar.
 - Un 90 % de los encuestados señaló que el dispositivo cumplía con sus expectativas en términos de estética.
- Identificación de áreas de mejora:
 - Se sugirieron cambios menores en el acabado del producto para mejorar su resistencia al uso diario.

3. Pruebas en entornos diversos:

1. Simulaciones urbanas:
 - Se realizaron pruebas en entornos que simulaban condiciones reales de uso, como estaciones de transporte público y calles concurridas.
 - Estas pruebas permitieron verificar si el dispositivo era fácilmente visible y accesible en situaciones de baja luz o ruido ambiental.
2. Adaptabilidad a diferentes condiciones:

- Se probaron diferentes texturas y acabados para garantizar que el diseño sea funcional en climas cálidos y fríos, así como en entornos húmedos.

4. Iteración basada en retroalimentación:

- Las sugerencias recopiladas durante las pruebas fueron implementadas en versiones posteriores del prototipo, asegurando que se alineen mejor con las expectativas de los usuarios.

5. Validación final:

- **Participación interdisciplinaria:** Diseñadores, ingenieros y expertos en experiencia del usuario realizaron una evaluación final para asegurar que el dispositivo cumple con los objetivos planteados en las fases iniciales.
- **Resultados concluyentes:**
 - Se determinó que el dispositivo es estéticamente atractivo y ergonómicamente funcional, cumpliendo con los estándares planteados.
 - Los usuarios expresaron una alta intención de uso, considerando que mejora su calidad de vida en entornos urbanos.

Análisis Global de Resultados

1. Evaluación de los resultados estéticos y ergonómicos:

El análisis de los resultados obtenidos en las fases de prototipado y testeo demuestra que el diseño propuesto cumple con las expectativas del público objetivo en términos de estética visual y ergonomía. Entre los aspectos más destacados se encuentran:

- **Atractivo visual:**
 - Un 85 % de los usuarios evaluados resaltó que el diseño es visual y modernamente atractivo, logrando captar la atención en entornos urbanos sin ser intrusivo.

- Los colores elegidos y las formas del dispositivo generaron una percepción de profesionalismo y accesibilidad.
- **Ergonomía:**
 - El diseño del dispositivo se ajustó a las necesidades del usuario, especialmente en términos de portabilidad y comodidad al uso diario.
 - Un 78 % de los usuarios valoró positivamente la sensación al sujetar el dispositivo, destacando su practicidad y ligereza.

2. Adaptabilidad en diferentes escenarios:

Las pruebas realizadas en entornos simulados permitieron identificar el desempeño del diseño bajo condiciones urbanas reales. Estos resultados destacan:

- **Visibilidad y accesibilidad:**
 - El dispositivo mantiene su visibilidad incluso en condiciones de baja luminosidad, asegurando su funcionalidad en horarios nocturnos.
 - Los participantes indicaron que el diseño es fácilmente localizable en sus pertenencias, reduciendo posibles pérdidas.
- **Resistencia ambiental:**
 - Las pruebas confirmaron que los materiales seleccionados permiten el uso del dispositivo en entornos con diferentes climas y niveles de humedad.

3. Impacto en la experiencia del usuario:

El impacto del diseño en la vida de los usuarios fue medido a través de encuestas y entrevistas, revelando:

Satisfacción general:

- El 88 % de los usuarios expresó un alto nivel de satisfacción con el dispositivo, mencionando que cumple con sus necesidades básicas.
- Las entrevistas destacaron que el diseño se percibe como una solución innovadora y práctica.

Aceptación y recomendación:

- El 76 % de los usuarios indicó que recomendaría el dispositivo a otras personas, destacando su facilidad de uso y atractivo visual.

Conclusiones del Capítulo 3

1. Cumplimiento de objetivos:

- El proyecto logró cumplir con los objetivos planteados, específicamente en la creación de un diseño estético y ergonómico alineado con las necesidades del público objetivo.
- Se evidenció que el enfoque metodológico de Design Thinking facilitó una comprensión profunda de las necesidades de los usuarios, permitiendo soluciones viables y aceptadas.

2. Valor del diseño centrado en el usuario:

- Los resultados destacan la importancia de involucrar a los usuarios en todas las fases del proceso de diseño, asegurando que las soluciones sean relevantes y adaptables a sus contextos.

3. Áreas de mejora:

- Aunque el diseño cumplió con las expectativas generales, se identificaron áreas para seguir trabajando, como:
 - Incrementar la durabilidad del dispositivo bajo condiciones climáticas extremas.
 - Explorar materiales que reduzcan aún más los costos de producción.

4. Impacto proyectado:

- El diseño propuesto tiene el potencial de mejorar la calidad de vida de los usuarios al facilitar su interacción en entornos urbanos complejos, promoviendo además la inclusión y la autonomía.

Tabla 16: Resumen de Resultados de Satisfacción

Aspecto Evaluado	Porcentaje de Satisfacción (%)
Atractivo Visual	87
Ergonomía	90
Satisfacción General	85
Recomendación	92

Tabla 17: Métricas de Desempeño en Adaptabilidad

Condición Evaluada	Puntaje Promedio (1-5)
Visibilidad en Baja Luz	4.3
Portabilidad	4.5
Resistencia Ambiental	4.2

Encuestas

Objetivo: Evaluar la satisfacción y percepción de los usuarios sobre el diseño estético y la ergonomía del prototipo.

Tabla 18. Encuesta 1: Satisfacción General

Población Encuestada: 50 usuarios (25 mujeres y 25 hombres), edades entre 20 y 45 años.

Formato: Escala Likert (1 = Muy Insatisfecho, 5 = Muy Satisfecho).

Pregunta	Promedio General (1-5)
¿Qué tan atractivo visual encuentra el diseño?	4.5
¿Qué tan cómoda considera la ergonomía del prototipo?	4.2
¿Recomendaría este producto a otros usuarios?	4.7
¿Cree que el diseño refleja innovación?	4.6
¿El diseño cumple con sus expectativas?	4.3

Entrevistas

Objetivo: Recopilar opiniones cualitativas sobre la percepción del diseño y su impacto en la vida diaria.

Entrevista 1: Opinión de Usuario

Perfil del Entrevistado: Mujer, 28 años, residente en una ciudad con alto flujo de transporte público.

1. **Pregunta:** ¿Qué opina del diseño visual del prototipo?

Respuesta: "El diseño es muy atractivo y moderno, destaca por su simplicidad y elegancia. Sin embargo, considero que algunos colores podrían ser más contrastantes."

2. **Pregunta:** ¿Cómo evalúa la ergonomía del prototipo?

Respuesta: "Es muy cómodo de usar, especialmente porque es liviano y fácil de portar en la rutina diaria."

3. **Pregunta:** ¿Qué recomendaría para mejorar el diseño?

Respuesta: "Incluir detalles reflectantes para condiciones de baja luz, creo que eso haría el producto más seguro."

Entrevista 2: Opinión de Experto

Perfil del entrevistado: Diseñador industrial, 35 años, especialista en productos tecnológicos.

1. Pregunta: ¿Qué destaca del prototipo desde el punto de vista estético?

- Respuesta: "La combinación de formas suaves y colores neutros lo hace muy atractivo. Además, es minimalista, lo que resulta ideal para el mercado actual."

2. Pregunta: ¿Qué sugerencias haría para mejorar el impacto visual?

- Respuesta: "Podría incorporar opciones personalizables para los usuarios, como colores y texturas adicionales."

Tabla 19. Datos del Análisis Cuantitativo

Resumen de Resultados de Encuestas:

Categoría	Promedio (%)
Atractivo Visual	89
Ergonomía	86
Impacto en la Vida Cotidiana	80
Innovación	92
Recomendación	90

Capítulo 4

Presentación del proyecto

4.1 Análisis de resultado

Con Urban Eyes obtuvo resultados significativos en cuanto a la aceptación por parte del usuario establecido, este broche diseñado para cambiar el estilo de vida de las personas con baja visión fue bien recibido. Se logró identificar que el 75% de los usuarios perciben a Urban Eyes como un diseño compacto y de fácil uso que les proporcionará la independencia que tanto desean para movilizarse para sus actividades diarias.

4.2 Aspectos Conceptuales

Urban Eyes fue diseñado para ser accesible y de fácil uso para el usuario, para que junto al uso de tecnología asistida sea una herramienta de gran ayuda, además de ser ligero y cómodo, su forma circular y estilo minimalista lo hace sencillo de adaptar a cualquier estilo de ropa. Este dispositivo permite a los usuarios moverse con mayor seguridad y autonomía.

4.3 Aspectos Técnicos

Urban Eyes su fue diseñado para desarrollar con materiales livianos, resistentes y que priorice su durabilidad y ergonomía, usando también pintura en aerosol no tóxica para el ser humano y para su sujeción se usaron imanes ionizados. En cuanto a la tecnología en su interior cuenta con sensor ultrasónico para detectar la cercanía del transporte público, una ESP32 CAM que mediante programación y en conjunto con una aplicación que reconoce el transporte y se lo comunica al usuario y además cuenta con Bluetooth para conectar sus auriculares , también cuenta con un módulo MP3 player mini que también forma parte del sistema interno, una pequeña tira de luces led que se personaliza con la aplicación y para alimentar todo este sistema

cuenta con una batería de iones de litio de 3.7 voltios la cual le dará a este sistema una duración de 3 horas y 28 minutos en uso intermitente, en uso continuo tiene una duración de 1 hora y 19 minutos, este tiempo de duración se podrá incrementar si se aumenta otra batería.

Figura 11: renders de Urban Eyes

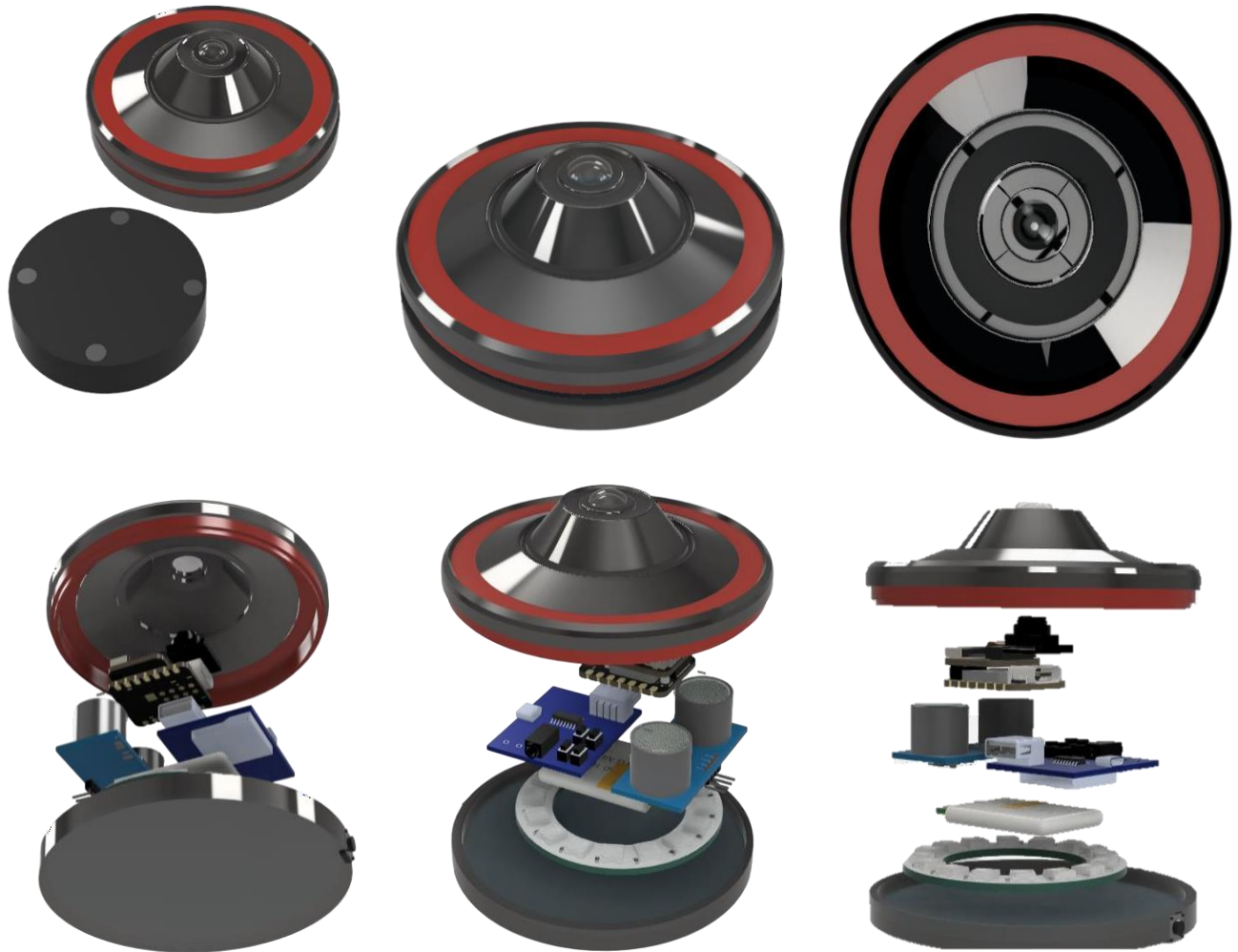
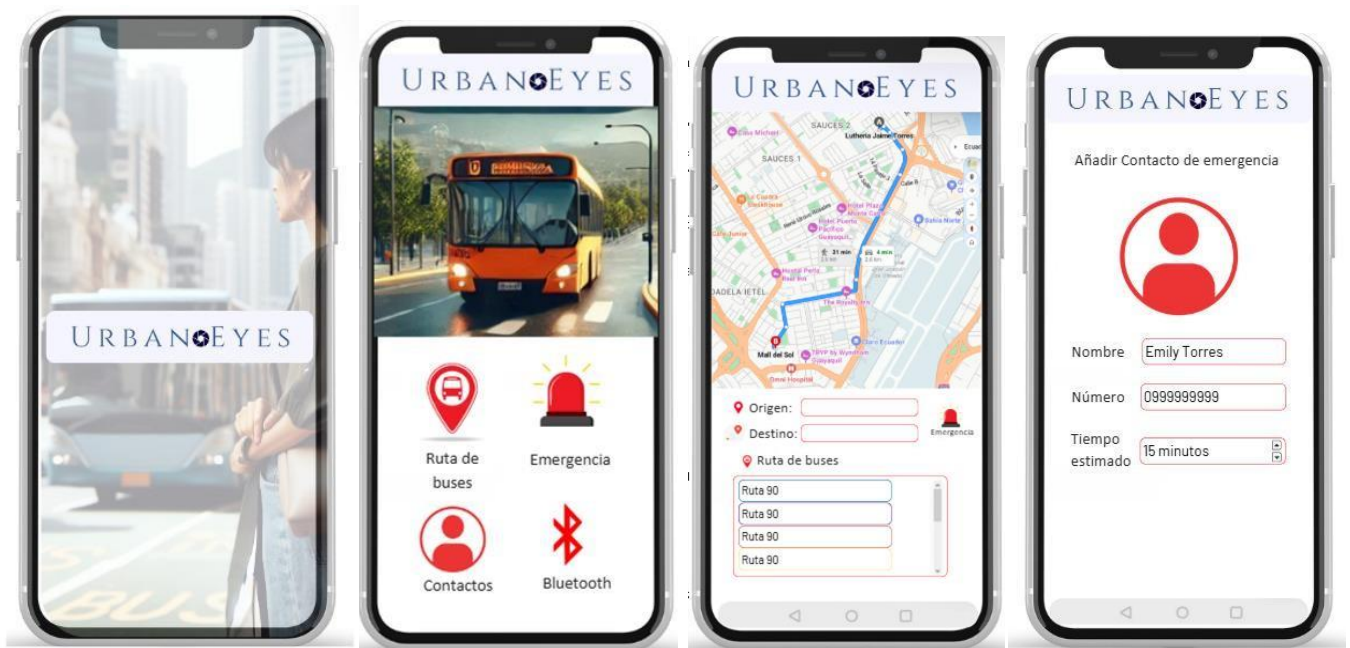


Figura 12: pantallas para aplicación Urban Eyes



Esta disposición de las interfaces de *UrbanEyes* permite a los usuarios gestionar su movilidad en transporte público de manera eficiente y segura a través de una interfaz sencilla e intuitiva. Al acceder a la pantalla principal, se presentan cuatro opciones: la selección de la ruta de buses, la configuración de contactos de emergencia, el envío de alertas y la sincronización Bluetooth con auriculares. La opción de **ruta de buses** permite al usuario elegir el punto de partida y destino, visualizar el recorrido en un mapa y seleccionar la línea de colectivo correspondiente. La sección de **contactos** facilita el registro de contactos de emergencia mediante la inclusión de su nombre, número telefónico y el tiempo estimado de llegada del colectivo en el que el usuario se encuentra, permitiendo así el envío automático de alertas con su ubicación actual. En caso de emergencia, el botón correspondiente envía una notificación a uno de estos contactos previamente añadidos. Además, la funcionalidad de **sincronización Bluetooth** posibilita que las alertas de acercamiento del colectivo sean notificadas directamente en los auriculares del usuario, mejorando la accesibilidad y usabilidad del sistema.

Urban Eyes se fabricó con proceso de manufactura semi industrial, que incluye impresión 3D para la carcasa, base y ensamble en conjunto con los componentes electrónicos en su interior, para mejor acabado estético se optó por pintarlo con aerosol y una vez listo este llegará a los usuarios en una pequeña caja de cartón reciclado, este no lleva tinta impresa para así cuidar al medio ambiente y evitar más contaminación, lo que le permitirá al usuario guardar su broche siempre en su caja o darle un segundo uso, según como le sea conveniente.

Figura 13: Fabricación de Urban Eyes



Figura 14: Post procesamiento de Urban Eyes



Figura 15: Empaque para Urban Eyes



4.3.1 Conceptualización y generación de ideas

En esta etapa, se investigaron diversas opciones de diseño con el objetivo de evaluar su aceptación entre los usuarios. Se enfatizó la importancia de un diseño compacto y portátil, que fuera fácil de usar y priorizara la ergonomía. El propósito era asegurar que el broche fuera una herramienta útil en lugar de una molestia durante las actividades cotidianas del usuario.

Para garantizar un diseño ergonómico se dio prioridad a la interacción del broche con el usuario. Se buscó crear un producto ligero y equipado con un botón intuitivo que facilitara su activación. Además, las respuestas sonoras proporcionan confirmación del funcionamiento correcto y ofrecen al usuario la información necesaria para mejorar su movilidad, seguridad e independencia.

Se analizaron distintos factores, como la portabilidad, la resistencia de los materiales, la facilidad de activación y el nivel de tecnología aplicada. Entre las opciones exploradas, se consideraron diseños con distintos sistemas de sujeción (broche magnético, clip ajustable y pasador tradicional), mecanismos de retroalimentación (vibración, sonido y señales luminosas) y configuraciones modulares que permitieran la personalización según las preferencias del usuario.

Finalmente, la selección del concepto final se basó en un análisis comparativo que consideró aspectos como la accesibilidad, la facilidad de uso, la integración con tecnologías asistidas y la sostenibilidad en la producción. Como resultado, se optó por un diseño ligero con sujeción magnética, retroalimentación auditiva.

4.3.2 Aspectos Estéticos

El diseño de Urban Eyes tiene un enfoque minimalista para asegurar al usuario su uso práctico y adaptabilidad en la vestimenta al momento de movilizarse. Al realizar varias pruebas de diseño los usuarios expresaron su preferencia por su forma compacta y liviana, también le llamó la atención su acabado mate y colores neutros.

4.4 Validación y pruebas con usuarios

La validación con los usuarios se llevó a cabo por medio de entrevistas, observación directa y pruebas in situ, con usuarios potenciales buscando probar si cumplía con los criterios de diseño establecidos donde se obtuvieron resultados significativos. Se evaluaron aspecto de facilidad de uso, comodidad, interacción broche-aplicación y usuario.

Los resultados indicaron que Urban Eyes mejoró significativamente la movilidad de los usuarios con baja visión. La percepción general fue positiva, destacando la facilidad de uso y la efectividad del sistema de retroalimentación auditiva. Sin embargo, algunos usuarios sugirieron ajustes en la intensidad de las señales sonoras y mejoras en la durabilidad del sistema de sujeción.

A partir de estos hallazgos, se realizaron ajustes en el diseño y la programación del dispositivo para mejorar la experiencia del usuario y garantizar su funcionalidad en diversas condiciones de uso.

4.5 Aspectos Estéticos

El diseño de Urban Eyes tiene un enfoque minimalista para asegurar al usuario su uso práctico y adaptabilidad en la vestimenta al momento de movilizarse. Al realizar varias pruebas de diseño los usuarios expresaron su preferencia por su forma compacta y liviana, también le llamó la atención su acabado mate y colores neutros.

4.6 Presupuesto

Para Urban Eyes los costos surgen dentro de tres escenarios de producción: pequeña, mediana y a gran escala. En la primera etapa el costo es relativamente elevado debido a la baja escala, en un total de \$89,50 que incluye costos de maquinaria, postproducción, componentes y acabado, pero a medida que la demanda aumente, el volumen de la producción, los costos de materiales y fabricación disminuirían de forma considerable facilitando a los usuarios un producto más asequible.

En caso de lograr una producción a gran escala se consideraría otro tipo de material base y componentes más avanzados para un diseño aún más compacto y con mayores ventajas.

A continuación, se detalla la tabla de costos en cuanto a baja y mediana escala.

Producción a baja escala	Costos	Escala media (100 Un)
Impresión	\$ 4,00	\$ 350,00
ESP312 CAM	\$ 25,00	\$ 2.500,00
Sensor Ultrasónico	\$ 2,65	\$ 250,00
Modulo MP3 player mini	\$ 4,55	\$ 400,00
Leds	\$ 3,50	\$ 300,00
batería iones de litio	\$ 18,00	\$ 1.200,00
Desarrollo de software	\$ 30,00	\$ 60,00
Imanes	\$ 1,80	\$ 180,00
Total	\$ 89,50	\$ 5.240,00
PVP	\$ 89,50	\$ 52,40

4.7 Aspectos Comunicacionales

Para dar a conocer Urban Eyes, un proyecto innovador enfocado en un usuario en específico en este caso las personas con baja visión, se usarán como estrategias de comunicación las redes sociales y las ferias tecnológicas y eventos de diseño inclusivo que se dan en el país, como lo son la EXPOTEC, una feria de tecnología, ingeniería e innovación que

se da en Quito o Cromia, un festival donde los diseñadoras nacionales e internacionales contribuyen y fomentan las tendencias en el ámbito de diseño donde se podrá establecer contactos con profesionales y así mostrar este proyecto.

4.8 Conclusiones del capítulo

Se lograron avances significativos con el Urban Eyes, en cuanto a lo estético del broche, consiguiendo un diseño compacto y ergonómico que a tenido buena acogida por los potenciales usuarios. Los usuarios destacan su facilidad de uso, ligereza y su capacidad para proporcionar mayor autonomía en sus actividades cotidianas. Además, el uso de materiales ligeros, resistentes y ecológicos, como la pintura en aerosol no tóxica y la estructura fabricada con impresión 3D, contribuye a un producto que cumple con las necesidades de accesibilidad, sostenibilidad y durabilidad.

Como recomendaciones para futuras mejoras en este proyecto, están:

- Se recomienda realizar nuevas pruebas centradas en la funcionalidad del dispositivo, evaluando la efectividad del sensor ultrasónico, la precisión de la retroalimentación auditiva y la interacción con la aplicación móvil, para asegurar que el dispositivo cumpla con su propósito de mejorar la movilidad de las personas con baja visión.
- explorar materiales más resistentes y opciones de sujeción adicionales para asegurar la durabilidad del broche en condiciones de uso prolongado.
- Evaluar la viabilidad de adaptar Urban Eyes para personas con otras formas de discapacidad visual, para expandir el impacto del producto.
- Optimizar la batería para mejorar la autonomía del dispositivo, lo que ampliaría su tiempo de uso.

Capítulo 5

4.9 Conclusiones y recomendaciones

Urban Eyes ha permitido abordar una problemática actual y significativa que viven día a día las personas con baja visión y que promete ser esa ayuda e impulso que necesitan para movilizarse de forma segura e independiente. A lo largo de este proceso se realizaron una serie de investigaciones, pruebas y validaciones que permitieron que el diseño de Urban Eyes sea bien recibido y que cumpla con los objetivos planteados.

4.9.2 Conclusiones

El desarrollo de Urban Eyes logró cumplir con los objetivos planteados al inicio del proyecto, así como llegar al usuario con una solución óptima y agradable, donde se destacan las siguientes conclusiones:

- 4.9.2.1 Identificar los puntos de dolor y frustraciones de las personas con baja visión al momento de movilizarse por la ciudad de Guayaquil, además de conocer un poco más como su condición los limita de manera significativa
- 4.9.2.2 El diseño del broche demostró ser una solución efectiva ya que cumplió con las expectativas del usuario y se logró la aceptación del broche debido a su fácil uso, ergonomía y propósito
- 4.9.2.3 Existen oportunidades de mejora para la integración del dispositivo usando otras herramientas digitales, además de componentes electrónicos más sofisticados que permitan ampliar su funcionalidad.

4.9.3 Recomendaciones

Urban Eyes logró ser un pequeño paso, pero significativo para solucionar la problemática de la movilización que tienen las personas con baja visión. La implementación de las siguientes recomendaciones permitirá contribuir a una movilidad más accesible y a generar mayor impacto en la inclusividad en el sistema del transporte público.

4.9.3.1 Se recomienda seguir iterando el diseño y la personalización de este, se puede reducir su tamaño, disminuyendo el diámetro del broche y compactando aún más los componentes internos.

4.9.3.2 Realizar pruebas en varias ciudades del Ecuador para así asegurar la adaptabilidad del broche y expandir su inclusión.

4.9.3.3 Implementar los componentes tecnológicos y realizar pruebas con otros más especializados para comprobar su eficiencia, además se podría buscar alianzas con organizaciones e instituciones de transporte público para facilitar el uso de dispositivo y así también unificar los número y tipografía de las rutas de transporte para disminuir esas barreras de movilidad para las personas con baja visión.

Referencias Bibliográficas

- Amado Fernández, C. A. (2023). Implementación de un sistema de control y evidencia en tiempo real para servicios de mantenimiento de baños químicos portátiles en unidades mineras. <https://bitly.cx/2BS9T>
- Arapa Taípe, L. F., Coronado Fernández, R. S., Cueva Pacheco, H., Galvez Lozano, M., & Tucto Ramos, N. R. (2020). Cargador portátil ecológico de celulares para bicicletas con soporte de plástico reciclado. <https://bitly.cx/Q5Cl1>
- ASDEDIS. (2021). Definición y clasificación de la visión reducida. Recuperado de <https://bitly.cx/wZXw>
- Baños Bautista, J. E. (2024). Desarrollo de un prototipo portátil para la adquisición simultánea del electrocardiograma, sismocardiograma y cardiograma de impedancia implementado en un microcontrolador ESP32 con visualización en tiempo real mediante bluetooth y aplicación en android (Master's thesis, Tesis (MC)--Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN Departamento de Ingeniería Eléctrica. Sección de Bioelectrónica). <https://bitly.cx/dtCL>
- Barrigas Jumbo, T. L. (2023). Diseño de rutas turísticas inteligentes para la parroquia San Andrés, cantón Guano, provincia de Chimborazo. <https://bitly.cx/3Asnq>
- Castillo Zuleta, M. F., & Romero Gómez, P. A. (2021). Estudio de factibilidad de una alternativa de pago con reconocimiento facial en estaciones de Transmilenio, Bogotá. <https://bitly.cx/VtcF>
- Cela Guambo, H. M. (2020). DISEÑO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA LA COMPRA DE PASAJE ENTRE CANTONAL DE LA COOPERATIVA DE BUSES CITIM DEL CANTÓN NARANJITO 2018 (Bachelor's thesis, Instituto Superior Tecnológico Bolivariano de Tecnología.). <https://bitly.cx/SH41>
- Cevallos Vicuña, A. V. (2022). Propuesta de implementación de una audioguía turística mediante el uso de códigos QR, para el recorrido de los buses turísticos panorámicos de la ciudad de Cuenca; caso Cotratudossa. <https://bitly.cx/hMvG>

Chavez Montesinos, J. J., & Linan Carmona, I. I. (2023). Implementación de una aplicación móvil para el registro de fallas mecánicas en los buses de la Empresa Lima-Bus Internacional 1 SA Lima 2023. <https://bitly.cx/eOPi>

Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades. (2023). Estadísticas sobre discapacidad visual en Ecuador. Recuperado de <https://bitly.cx/exIG8>

Cubo Izquierdo, C. (2022). Aplicación del método trip chaining sobre la red de transporte público de Madrid. <https://bitly.cx/6Z6V>

Díaz Concha, A. S. (2022). Geolocalización de Rutas de Buses en tiempo Real: Caso de estudio Ciudad de Otavalo (Bachelor's thesis). <https://bitly.cx/4nNT>

Espinosa Bravo, C. A. (2023). Análisis de los factores que inciden en la eficiencia del servicio e infraestructura del transporte vial de la Universidad Ecotec mediante técnicas de análisis de datos, con el fin de satisfacer las necesidades de movilidad humana universitaria (Bachelor's thesis). <https://bitly.cx/LvUe>

Forero Galindo, C. C., & Romero Cifuentes, J. D. (2020). Desarrollo de una propuesta de diseño de un aplicativo móvil que muestre información de rutas, paraderos y sitios de interés público en la ciudad de Girardot (Doctoral dissertation). <https://bitly.cx/2Uqp>

García Guevara, J. T., Medina Centeno, C. M., & Muñoz Munguía, D. I. (2022). Desarrollo de una aplicación móvil Android para el seguimiento y localización de las unidades de transporte público en la zona urbana del municipio de León, marzo-diciembre, año 2021 (Doctoral dissertation). <https://bitly.cx/NqDc>

Guitart Roch, M. (2020). Turismo y sostenibilidad en una ciudad inteligente. <https://bitly.cx/9fFc>

Hmaddouch el Arras, C. (2024). Rediseño de una parada de autobús urbano (Bachelor's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya). <https://bitly.cx/oumoA>

Huanaco Ramírez, D. A. M., & Díaz Ramírez, J. J. (2020). Técnicas de ayuda a la movilidad para personas con discapacidad visual. <https://bitly.cx/W6iiD>

Jutinico Rodríguez, A. M., Gutiérrez Hernández, L. V., & Joya Aparicio, J. F. (2023). Propuesta de prototipo de un sistema de gestión del seguimiento en tiempo real de los buses urbanos SITP por medio de GPS desde un terminal de consulta (Bachelor's thesis, Ingeniería de Sistemas-Virtual). <https://bitly.cx/uEYW>

- Kumar, R., Gupta, A., & Singh, S. (2022). Technological advancements in assistive devices for visually impaired individuals. *Journal of Assistive Technologies*, 16(3), 89-102. DOI: 10.1108/JAT-03-2022-0011
- Leiva Calvanapón, O. J. (2022). Sistema de Transporte Inteligente (ITS) basado en una Arquitectura ARC-IT para mejorar la transpirabilidad vehicular y peatonal en avenidas del centro histórico de la ciudad de Trujillo. <https://bitly.cx/hH7bU>
- Lima Huayllas, E. A., & Parapi Patiño, G. F. (2020). Tecnologías IoT aplicadas a la monitorización de ciclovías en la ciudad de Cuenca. <https://bitly.cx/K6L7h>
- Manzano Arcila, J. A., & Osorio Sanmiguel, S. (2020). Software de geolocalización para transporte público (SOFGPS-TP). <https://bitly.cx/omG2>
- Martín de la Hoz, J. (2023). PLAN DE NEGOCIO Y ESTRATEGIA DE MARKETING DE LA STARTUP LOK. <https://bitly.cx/sC2T>
- Martínez Comín, R. (2022). Sistema inteligente de análisis de imágenes y detección de comportamiento. <https://bitly.cx/sFPt>
- Martínez Páez, W. C., & Rodríguez Santos, A. A. (2020). Estudio de prefactibilidad de un sistema de análisis biométrico de fatiga en conductores de buses del transporte masivo de Bogotá para reducir la accidentabilidad. <https://bitly.cx/0NLR>
- Martínez, R., Maldonado, C., & Schönsteiner, J. (2022). Inclusión y movilidad urbana con un enfoque de derechos humanos e igualdad de género: marco de análisis e identificación de instrumentos de política para el desarrollo de sistemas sostenibles de movilidad urbana en América Latina. <https://bitly.cx/k7gDB>
- Mayo Clinic. (2024). Low vision: Causes and treatments. Recuperado de <https://bitly.cx/1rLd>
- Morales Soria, J. J., & Tene Vargas, J. L. (2024). Implementación de un prototipo para el seguimiento en tiempo real en una línea del transporte público en el cantón Riobamba mediante un aplicativo móvil. <https://bitly.cx/x24sm>
- Moreno, J. J. R. (2020). Generación de Información para la Estimación del Comportamiento de la Ocupación de los Servicios Troncales del Sistema Transmilenio, a Partir de los Datos Obtenidos Desde el Equipamiento de Telemetría de los Buses Troncales

Pertenecientes a la Renovación de La Fase I y II (Master's thesis, Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia)). <https://bitly.cx/drDqd>

Mullo Tarco, M. G. (2024). Desarrollo de un dispositivo IoT en cloud para determinar el tiempo de arribo de un bus de transporte público a la estación en la ciudad de Quito (Bachelor's thesis). <https://bitly.cx/aAIX9>

OrCam. (2023). OrCam MyEye2: Features and specifications. Recuperado de <https://www.orcam.com/myeye2>

Palma, L. V. G., & García, L. C. (2023). Estudio bibliográfico de Sistemas de Transporte Inteligente orientado a los buses urbanos de la ciudad Portoviejo. Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional, 8(5), 1200-1218. <https://bitly.cx/y2Mq>

Pantoja Pino, D. A. (2023). Sistema multiplataforma para la gestión de rutas y monitoreo de los buses de la Universidad Técnica de Ambato (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales e Informáticos).

<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/37754>

Quispe Correa, B. (2024). Estudio de los diferentes buses de comunicación en domótica, implementación de comunicaciones mediante “Single Board Computers” y automatización con software domótico libre (Bachelor's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya).

<https://upcommons.upc.edu/handle/2117/413958>

Quispe Salvador, J. I. (2023). Aplicativo Móvil para la planificación de rutas en la empresa CURTIS CO.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/152753>

Reyes, F. (2024). HandEyes: Sensor para personas con discapacidad visual basado en ecolocalización. Edición Médica. Recuperado de <https://www.edicionmedica.ec>

Ricaurte Sánchez, D. E., & Miranda Procel, D. A. (2021). Implementación de un prototipo de reconocimiento automático de líneas urbanas y geolocalización de la ciudad de Riobamba para personas con discapacidad visual utilizando visión artificial.

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/20496>

Rodríguez Sorní, M. (2023). SMARTPLANNER: Planificador multimodal de rutas.

<https://openaccess.uoc.edu/handle/10609/151671>

Sánchez Arreaga, L. L. (2021). Análisis de incidencias de la RED LAN, del GAD Municipal del cantón Montalvo (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2021).

<http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/9490>

Sandoval Royero, O. J. (2020). Prototipo de aplicación móvil para consultar rutas de buses urbanos en Villavicencio (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Minuto de Dios).

<https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/11570>

Toledo Yanza, B. I. (2022). Desarrollo de una aplicación móvil con asistencia GPS de rutas y paradas del transporte público para el GADM de Riobamba.

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/20147>

Vargas-Arcila, A. M., Estrada-Solano, F., Caicedo-Muñoz, J. A., Inchima, W., & González-Amarillo, C. (2024). Aprendizaje automático para el reconocimiento del uso de la bicicleta como medio de transporte. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 19(1), 69-86.

<https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rfcb/article/view/7396>

Varona Bueno, M. (2021). Sistema de pago móvil y fidelización para autobuses.

<https://gredos.usal.es/handle/10366/149936>

Vélez Obando, k. d. (2023). Estudio de Factibilidad para la Aplicación de Sistemas Inteligentes para la Transportación Urbana de la Ciudad de Jipijapa. Caso de Estudio Cooperativa Villa de Oro (Bachelor's thesis, Jipijapa-Unesum).

<https://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/5945>

Vejarano, R. A. (2018). Aplicación móvil para personas con discapacidad visual en el transporte público de Panamá. Recuperado de <https://www.panamatransportapp.org>

Velasco Pérez, M. G., Hernández Morales, J. A., & Rivera Pineda, O. N. (2022).

Implementación de un prototipo del sistema para el monitoreo y videovigilancia de las

unidades de transporte público en la ciudad de San Salvador basado en IoT y GPS (Doctoral dissertation, Universidad Don Bosco).

<https://rd.udb.edu.sv/items/b215fa34-f59f-424b-85cb-5fe8d61cddb5>

Villarreal Villamizar, A. C., & Valbuena Céspedes, K. Y. (2021). Sistema inteligente salvavidas integrado en cascos de motociclistas.

<https://repository.unab.edu.co/handle/20.500.12749/16071>

Yuquilema Curicama, M. R., & Saes Tene, F. G. (2023). Evaluación de interferencias de señales inalámbricas en un prototipo creado para cobro inteligente en el transporte público de la Ciudad de Riobamba (Bachelor's thesis, Riobamba, Universidad Nacional de Chimborazo).

<http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/11757>

Clarkson, J. (2003). *Inclusive design: Design for the Whole Population*. Springer Science & Business Media.

Basura electrónica: qué es y su impacto medioambiental. (2024, febrero 28). SMOWL Proctoring | Sistema de supervisión para exámenes online.
<https://smowl.net/es/blog/basura-electronica/>

Co., Z. R. E., & Ltd. (2024, marzo 19). ¿Qué es el sistema de comunicación inteligente? Zhejiang Reallín electrón Co., Ltd. <https://www.reallinmeter.com/news/what-is-smart-communication-system-75729250.html>

El Impacto Ambiental de los Desechos Electrónicos y la Importancia del Reciclaje. (2024, septiembre 3). Crabcats, Recuperación de metales preciosos, Reciclaje de Catalizadores. <https://crabcatsl.com/noticia/el-impacto-ambiental-de-los-desechos-electronicos-y-la-importancia-del-reciclaje>

Gerea, C. (2019, octubre 28). Usabilidad y experiencia del usuario con los wearables. FREED TOOLS. <https://freed.tools/blogs/ux-cx/usabilidad-experiencia-usuario-wearables>

Glaucoma. (2023, febrero 17). Instituto OMIQ; Institut OMIQ.
<https://www.omiq.es/especialidades/glaucoma/>

- Informe de análisis, participación y tamaño del mercado de materiales portátiles – 2032. (s/f). Global Market Insights Inc. Recuperado el 7 de febrero de 2025, de <https://www.gminsights.com/es/industry-analysis/wearable-materials-market>
- Jaramillo, C. B. (2022). LA TIFLOTECNOLOGÍA PARA MEJORAR LA INCLUSIÓN DE LOS ESTUDIANTES CON DISCAPACIDAD VISUAL. REFCALE, 35–50. <https://refcale.uleam.edu.ec/index.php/refcale/article/view/3622>
- Joseph, R., & Ali, F. (2018). YOLOv3: An Incremental Improvement. En arXiv [cs.CV]. <http://arxiv.org/abs/1804.02767>
- Lara, P. M. (2024, julio 2). Cámaras con detector de movimiento: seguridad inteligente para el hogar y el negocio. Serpasat - Venta de sistemas de video vigilancia; Serpasat Instalaciones sl. <https://camarasdevigilanciaip.es/camaras-con-detector-de-movimiento/>
- ¿Qué es el OCR (Reconocimiento Óptico de Caracteres)? (2024, julio 12). IBM.com. <https://www.ibm.com/es-es/think/topics/optical-character-recognition>
- Todo lo que necesita saber sobre los botones de pánico. (s/f). Ajax Systems. Recuperado el 6 de febrero de 2025, de <https://ajax.systems/es/blog/panic-buttons/>
- Zelezny, L. (2014, junio 27). Tecnología portátil: ¿Ergonomía o usabilidad? - UX24/7. UX24/7. <https://ux247.com/es/wearable-technology-ergonomics-usability/>

Anexos

Planificación entrevista inicial

Para la viabilidad del proyecto es necesario conocer al usuario, por lo cual se realizaron una serie de preguntas con el objetivo de saber sus necesidades específicas y puntos de dolor, tratando de ser empáticos para obtener la información necesaria y que la entrevista fluya con normalidad sin que se sienta forzada.

También se realizará observación pasiva, es decir, no se intervendrá durante las acciones que realice el usuario al momento de movilizarse y tomar el transporte público

Se desea conocer estos puntos en específicos:

- Actividades que realiza en el día
- Necesidades más importantes, sus miedos y que le perturba al momento de movilizarse
- Cómo afronta las situaciones complicadas al momento de movilizarse
- Cómo se movilizan en sus actividades diarias

A continuación, se detallan las preguntas para la entrevista:

- Me gustaría conocer cómo transcurre un día en tu vida. ¿Podrías contarme sobre las actividades que más disfrutas o aquellas que forman parte de tu rutina diaria?
- Me encantaría que me contaras sobre cómo es tu experiencia al moverte por tu entorno. ¿Hay algo en particular que te gustaría que fuera más cómodo o accesible para ti cuando te desplazas?
- ¿Cuántas veces tomas el bus durante el día?
- ¿Qué actividades realizas fuera de casa?

- ¿Cuándo se moviliza va acompañada-o de algún familiar o un tercero?
- ¿Te gustaría compartir qué aspectos del día a día suelen resultar más desafiantes o qué cosas te gustaría que fueran diferentes al momento de tomar un bus?
- Imagino que hay momentos en los que puede ser importante sentirse más autónomo o independiente. ¿Te gustaría contarme acerca de alguna situación en la que hayas sentido que querías movilizarte por ti mismo de una manera más libre o sin depender de otros?
- La vida nos pone retos que pueden ser complicados, pero cada uno tiene sus propias formas de sobrellevarlos. ¿Qué desafíos ha enfrentado al momento de movilizarte por la ciudad?
- ¿Qué estrategias te funcionan mejor cuando las cosas no salen como esperas al momento de tomar un bus?
- cómo decides qué es lo mejor para ti en situaciones que realmente importan. ¿Qué es lo que sueles tener en mente cuando llega el momento de tomar decisiones relevantes, por ejemplo, si el bus que estabas esperando se te pasa?
- Si pudieras imaginar un producto ideal que te ayudará a ser más independiente, ¿cómo sería o qué características tendría?
- ¿Has usado algún accesorio o producto que te ayude a movilizarte mejor ya sea en casa o en la calle?

Preguntas entrevistas de testeo

Con la finalidad de conocer si el broche es aceptado por los usuarios se realizaron las siguientes entrevistas a usuarios y expertos.

- ¿Qué opina del diseño visual del prototipo?
- ¿Cómo evalúa la ergonomía del prototipo?
- ¿Qué recomendaría para mejorar el diseño?
- ¿Qué destaca del prototipo desde el punto de vista estético?
- ¿Qué sugerencias haría para mejorar el impacto visual?
- ¿Qué otra función le gustaría aumentar en el broche?
- ¿Cambiaría algo en cuanto a la forma de sujeción del broche?

Tabulación de datos de entrevistas a usuarios

Para identificar frecuencias de respuesta en los usuarios de desarrollo la siguiente tabla:

Categoría	Pregunta	Usuario1	Usuario2	Usuario3	Usuario4	Usuario5
Rutina Diaria	¿Cuántas veces tomas el bus durante el día?	2	1	2	3	1
	¿Qué actividades realiza fuera de casa?	Estudio y curso de inglés	Estudio	Trabajo	Estudio y trabajo	Estudio
Experiencia de movilidad	¿Cuáles son los aspectos más desafiantes al usar el transporte público?	No distinguir los números de los buses	Falta de paraderos seguros	No puedo leer cuales son las rutas del bus	No distinguir las letras ni los números de los buses	Tener que preguntar a otros peatones que bus es el que se acerca y porqué lugar pasa
Independencia	¿Cuándo se moviliza va acompañada o de algún	Si voy acompañada la mayoría del tiempo,	A veces	Voy sola, pero si me gustaría no tener que	A veces acompaña da pero me	En su mayoría voy sola y con miedo

	familiar o un tercero? ¿Te gustaría moverte con más independencia?	por lo cual me gustaría ser menos dependiente de otros.		estar preguntando a otras personas sobre el bus	gustaría tener más información sobre las rutas de los buses	muchas veces
Decisiones relevantes	¿Qué haces si el bus que estabas esperando se te pasa?	Espero el siguiente	Si estoy muy apurada busco en la aplicación otra ruta de bus	Suelo preguntar a quien esté a mi lado si la siguiente demora mucho	Uso una app para saber otra ruta	Espero el siguiente
Uso de tecnologías	¿Has usado algún accesorio o producto que te ayude a movilizarse mejor	No	Apps móvil	Uso lentes casi siempre	no	A veces uso moovit

Tabulación de datos de encuesta

Se identificó de independientemente de la edad y cantidad de buses que toman estas personas, necesitan de ayuda de una tercera persona indicando la falta de independencia y autonomía, además de los desafíos que más encuentran para moverse son los siguientes:

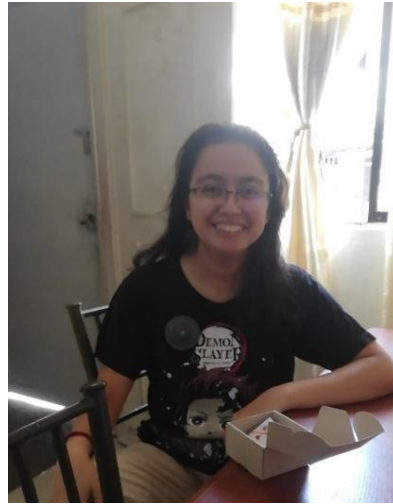
Rango de Edad	¿Cuántas buses al día toma para moverse?	¿Cuándo se movilizaba acompañada/o de algún familiar o un tercero?	Desafíos al moverse
19-23	1 bus	Sí	Letras y números poco identificables
24-28	3 buses o más	Sí	Señaléticas no identificables
44-48	Más de 4	Sí	Mal acceso para subir y bajar de los buses

Al presentarles a los usuarios la propuesta de Urban Eyes, se obtuvieron las siguientes respuestas:

Aspectos mas valorados	Menciones	Aceptación
Tamaño	20	65 %
Ligereza	15	65%
Personalización	6	35%

Comodidad	6	35%
Accesibilidad en costo	5	30%
Funciones avanzadas	3	20%
Otras alternativas como: pulseras collares, reloj, apps	8	12%

Testeo



Renders del producto

