



# Diseño de un sistema inteligente que monitoree pertenencias para evitar su extravío durante viajes en transporte público

*Designing of a smart system that monitors belongings and to avoid losing them while traveling via public transportation*

José D. Duarte-Madrigal<sup>1</sup>, Esteban J. Montero-Aragón<sup>2</sup>

J.D. Duarte-Madrigal, E.J. Montero-Aragón "Diseño de un sistema inteligente que monitoree pertenencias para evitar su extravío durante viajes en transporte público", IDI+, vol. 5, no 2, Jul., pp. 16-30, 2023.

 <https://doi.org/10.18845/ridip.v5i2.6547>

Fecha de recepción: 8 de junio de 2022  
Fecha de aprobación: 6 de noviembre de 2022

1. José D. Duarte-Madrigal  
Estudiante de Ingeniería en  
Diseño Industrial  
Instituto Tecnológico de Costa Rica  
Cartago, Costa Rica  
jduardrigal@estudiantec.cr  
 0000-0003-4180-2993

2. Esteban J. Montero-Aragón  
Estudiante de Ingeniería en  
Diseño Industrial  
Instituto Tecnológico de Costa Rica  
Cartago, Costa Rica  
esteb.mon21@estudiantec.cr  
 0000-0002-4518-1613

## Resumen

Olvidar es parte de la naturaleza humana, aunque, a veces, puede ser algo indeseable. Más allá de la inevitabilidad de olvidar, en Costa Rica existen factores que causan en las personas falta de atención a sus pertenencias mientras viajan, como lo son el aislamiento causado por la pandemia del COVID-19, el estrés por las responsabilidades diarias y los largos viajes que los estudiantes y trabajadores experimentan, agravados por la congestión vehicular.

Con la intención de que las personas no tengan que pasar por una situación incómoda en la que deban buscar cómo recuperar alguna pertenencia olvidada, comprar un reemplazo o simplemente aceptar su pérdida; se crea KipClose, un sistema de dispositivos que alerta de manera pronta e intuitiva cuando el usuario se está alejando de uno de sus objetos. De esta manera, se eliminaría el estrés que significa extraviar un artículo y se reduciría la inseguridad que pueda sentir el usuario mientras viaja, cubriéndolo de los descuidos y posibles hurtos.

Para abordar esta necesidad, se aplica la metodología de *Design Thinking*, la cual involucra diferentes etapas: empatizar, definir, idear y prototipar; las cuales serán desarrolladas en este escrito. Dentro de lo más importante, se define el usuario meta, se identifican y simulan las funciones necesarias del sistema y se desarrolla un lenguaje visual y morfológico de los dispositivos. Todo esto planteado con el objetivo de destacar entre los productos similares del mercado a través de valores agregados como lo son la inmediatez y la personalización.

## Palabras clave

Gadget; diseño industrial; monitoreo; pertenencias; viaje.

## Abstract

Forgetting is part of human nature, though it may sometimes be something undesirable or inconvenient. Additionally, beyond the inevitability of forgetting, in Costa Rica there are some factors that cause in people a lack of attention to their belongings while commuting, with the main reasons for it being the isolation caused by the Covid-19 global pandemic, the stress of all the daily responsibilities and the long rides the students and workers go through regularly, aggravated by the traffic congestion.

With the objective of helping people avoid undesirable situations where they must find a way to retrieve a lost item, buy a replacement, or just accept their loss; we created KipClose, an intelligent device's system that notifies promptly and in an intuitive manner when the user is leaving something behind. That way we seek to eliminate the stress of losing your items and reduce the insecurity users may feel while commuting, preventing you from leaving stuff behind and thefts.

To approach this problem, we applied Design Thinking methodology, which is divided in several different steps that will be discussed throughout this article: empathize, define, ideate, and prototype. It should be noted that the most important aspects are the definition of the target user, the identification and simulation of the system's functions and the development of a visual and morphological language for these devices. All of this analysis is proposed with the mission of standing out from similar products through innovative features such as the immediacy and customization.

## Keywords

Gadget; industrial design; tracking; belongings; trip.

## Introducción

Costa Rica ha demostrado ser un país en el que perder artículos es algo que ocurre frecuentemente. Por ejemplo, la empresa Uber calificó en el 2018 al costarricense como el segundo pasajero más olvidadizo, al compararlo con los datos de otros cuatro países [1]. También, medios de comunicación se han percatado de la problemática, siendo un ejemplo la empresa Repretel, la cual en su reportaje del 2021 señaló que el estilo de vida de los costarricenses dentro de las ciudades es acelerado [2].

¿Por qué es tan común que las personas pierdan pertenencias durante sus viajes? Las principales razones son las distracciones que tienen los usuarios en los diversos medios de transporte, ya sea para entretenerse o por ansiedad [3], y la colocación de los artículos en zonas vulnerables. No obstante, simples descuidos no son la única forma en que se pierden los objetos, pues muchas veces es consecuencia de un hurto. Este delito es una acción que ocurre regularmente y con cierto auge [4], en Costa Rica, debido a la alta densidad de pasajeros que emplean los transportes públicos [5].

Olvidar un artículo significará no solo una pérdida económica, la cual variará dependiendo del objeto extraviado, sino que también, dependiendo del cómo haya ocurrido, aumenta la inseguridad de las personas. Además, puede significar un peligro para la privacidad del usuario. Después de todo, los objetos con mayor tendencia a extravíos [2], como la billetera y el teléfono celular, contienen información sensible. Por lo que el usuario deberá invertir de su tiempo tanto para reemplazar el objeto como para asegurar que su información esté protegida.

Esta problemática tiene la peculiaridad de que una gran parte de la población es susceptible a ella, puesto que viajar es para muchos una actividad cotidiana. Incluso, en el 2022, teniendo aún presentes las consecuencias de la pandemia del COVID-19 [6], en una encuesta realizada por ARESEP a un total de 2 495 mayores de edad, se puede observar que todavía un 49% de la población utiliza los autobuses públicos, de la cual un 15% los utiliza todos los días [7].

Actualmente, en el mercado no existe ningún producto que resuelva esta problemática de objetos perdidos en medios de transporte, puesto que, aunque se observan rastreadores de objetos como los son Tile [8] y los AirTags [9], estos funcionan en entornos menos caóticos, por lo que no consideran la velocidad a la que los usuarios desabordan los vehículos ni la posibilidad de hurto. Además, presentan una clara dependencia hacia los teléfonos inteligentes, pues funcionan a partir de una aplicación móvil y mediante una conexión *bluetooth*. Debido a esto, se plantea KipClose, un sistema de dispositivos inteligentes e independientes a productos externos, como el teléfono celular, para resolver este problema.

## Metodología

Una vez planteado el contexto y encontrada la necesidad, se empieza a formular la solución más conveniente, guiada por la metodología del *Design Thinking*. Inicia con la determinación de los requerimientos del producto para satisfacer las necesidades de los usuarios; se concretan esas ideas abstractas para darle una forma al producto y materializar el resultado mediante prototipos digitales y físicos. Ahora bien, para entender mejor cada una de estas fases, se detallan en el contexto del proyecto:

### Identificación del usuario y requerimientos de diseño

En esta etapa, se busca conocer quién es el usuario meta y qué requiere para resolver la necesidad planteada; la cual en este caso, sería mantener sus pertenencias durante los viajes en los diversos medios de transporte. Considerando que viajar, independientemente de la distancia y el contexto, se ha vuelto algo tan común, es necesario delimitar a la población involucrada. Por lo cual, para encontrar al tipo de persona más vulnerable, se toman en cuenta diferentes aspectos: accesibilidad a la población y a estadísticas relacionadas, que estas personas experimenten altos niveles de estrés, tengan cierto grado de inmadurez y realicen viajes regulares en medios de transporte.

Una vez identificada la persona, hay que preguntarse qué necesita realmente en cuanto a esta problemática. Para dar con la respuesta, se realiza una encuesta a 20 personas dentro del nicho [10]. A partir de la información obtenida, se busca visualizar cuáles son sus intereses y preocupaciones, para así traducirlos a requerimientos que deberán reflexionarse para el producto.

Luego, es necesario caracterizar al usuario ergonómica y antropométricamente para dimensionar el producto, de manera que sea cómodo utilizarlo. Para eso, se tomaron como referencia los datos obtenidos en el estudio de Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana [11] y la sección de medidas en la tesis de Gustavo Rivera Cabezas [12]. Se les presta mayor atención a las medidas respectivas de la mano y la muñeca, pues en ese

momento se conceptualizó el producto como un dispositivo que será operado con las manos, posiblemente, tipo *wearable*.

Por último, se realizó un análisis de referenciales para determinar el estado del arte, siendo Tile [8] y AirTag [9] los dispositivos más conocidos. Además, se toman en cuenta productos fuera del ámbito de la búsqueda de objetos, pero que contenían ciertas características interesantes para el proyecto, como la tecnología, la interacción o el método de sujeción que empleaban.

Con base en esta primera parte de la investigación, se realizó una hipótesis de diseño, la cual permitió direccionar las alternativas que se planteen a un objetivo común: la solución de las necesidades propuestas.

### Concepto y generación de la forma del producto

Para el concepto, se plantean los objetivos, expectativas y alcances. Además, toda la investigación realizada hasta este punto fue sintetizada en cinco preguntas, las 5WH: “¿qué?”, “¿cuándo?”, “¿por qué?”, “¿para quién?” y “¿dónde?”. Al final, a través de una frase, se refleja la dirección a la cual se querrá llevar el proyecto, siendo en este caso “Notificación dinámica del extravío de las pertenencias del usuario”.

A su vez, es necesario determinar qué emociones e ideas se querrán transmitir a través de la apariencia del producto. Con eso en mente, se seleccionan un par de adjetivos que logren representar al usuario, al contexto y el entorno de uso. Además, se utilizan herramientas como los *moodboards*, diferenciales y ejes semánticos para caracterizar visualmente estos adjetivos.

Se procede a realizar 10 propuestas de diseño a nivel de boceto. Posteriormente, se evalúa cada una de ellas con respecto a los requerimientos planteados, se extraen las características más deseables de cada una y se selecciona la que haya obtenido una mejor calificación. Esta propuesta fue mejorada mediante la implementación de algunos aspectos positivos de las demás propuestas, para así obtener una solución más completa y refinada.

A pesar de haber obtenido la forma inicial del sistema de dispositivos, era necesario jerarquizar sus funciones, para que los dispositivos lograsen ser prácticos y específicos. Por lo cual, se llevó a cabo un árbol de funciones en el que se muestra la función general o razón de ser del producto, las funciones secundarias y las auxiliares. Asimismo, se realiza un diagrama de flujo que muestre su secuencia de uso.

Luego, se realizó un análisis tecnológico y funcional para determinar los componentes que vendrían a solucionar las funciones planteadas. En el primero, se hace un estudio de mercado para observar la tecnología disponible y, en el segundo, se estudia el funcionamiento de esta tecnología y su implementación en la propuesta de diseño.

Por último, como una síntesis de los resultados encontrados en los análisis anteriores, se realiza un análisis sistémico. En este, se crean varios subsistemas, divididos por la función general

que realizan e integrados por los componentes seleccionados. De esta manera, se explica la relación entre componentes, su funcionamiento general y específico.

### Materialización del Producto

Dentro de esta etapa, se incluye tanto la elaboración de un prototipo funcional como de prototipos físicos para demostrar su forma y aspecto. Para el primer caso, se desarrolló un código para Arduino UNO, con los componentes necesarios para simular la funcionalidad. Este luego fue puesto a prueba a través de un simulador digital. Una vez confirmada su funcionalidad, se procede a hacer las conexiones respectivas entre los componentes y la placa electrónica, para, finalmente, encapsularlos y así emular la distribución de los elementos dentro de una carcasa.

Respecto a la materialización perceptual, fue necesario determinar qué sería fabricado y qué sería adquirido como componente normalizado. Además, se seleccionó un material, el cual sea compatible con las necesidades estructurales de cada uno de los dispositivos diseñados para el sistema.

Con base en la decisión tomada, se realizaron los modelos 3D con grosores que se ajusten al material seleccionado. A su vez, se hicieron los primeros *renders* para tener una primera aproximación del aspecto real del sistema inteligente. A partir de estos, se construyeron modelos rápidos y de bajo costo para evaluar aspectos de volumen, ergonomía e interacción usuario-objeto; que provocaron modificaciones en los modelos. Una vez realizadas las modificaciones respectivas, se procedió a hacer los planos técnicos de las piezas por manufacturar.

Por último, se desarrolló un prototipo de mayor calidad a través de una impresión 3D. Cabe decir que, para este caso, solo se buscó evaluar su aspecto y morfología, por lo que los modelos fueron simplificados con el objetivo de ahorrar recursos.

## Discusión de resultados

### Contexto

El tipo de persona que se determinó como más vulnerable y accesible es el estudiante universitario de una edad entre los 17 y 30 años. La coherencia de esta selección se respalda en que un universitario, por lo general, tiene que viajar diariamente debido a la centralización de las sedes de estudio. Agregado a eso, tienen que transportar objetos de valor para su educación, como en el caso de los estudiantes de primer ingreso del Tecnológico de Costa Rica, en el 2019, de los cuales, el 81,8% contaba con una computadora portátil [13]. Estos usuarios suelen, además, desarrollar ciertos malos hábitos que pueden afectar su concentración, como no mantener un horario regular de sueño [14]. Además, es una población significativa y creciente, como se observa en la figura 1.



Fig. 1. Estudiantes primer ingreso universidades públicas en Costa Rica 2019. [15]

Respecto al Análisis de Referenciales, se llegó a varias conclusiones, como la nula utilización de energías sostenibles en alternativas del mercado, su dependencia a teléfonos inteligentes, el hecho de que la mayoría se concentra en rastrear y no en alertar al usuario, el uso de notificaciones sensoriales diversas, entre otras. Lo más importante es que se identifica una oportunidad para destacar entre los productos analizados, puesto que estos funcionan en ambientes más pasivos que no requieren de una acción rápida, como en un medio de transporte, donde es posible olvidar una pertenencia y abandonar el vehículo en cuestión de segundos.

Según las necesidades del usuario determinado y el estudio de las referencias, se llega a la siguiente lista de consideraciones: conocer la lejanía de las pertenencias a partir de estados para identificar el nivel de riesgo de sus artículos; facilitar la recuperación del objeto; evitar dependencia a otros dispositivos como el teléfono inteligente; portar e instalar los dispositivos con facilidad; un sistema adaptable a las necesidades específicas de cada individuo; versatilidad para monitorear cualquier tipo de producto y resistencia a compresiones acorde al entorno en el que será utilizado. Todos estos aspectos fueron tomados en cuenta para la elección de la propuesta de diseño que se observa en la figura 2.

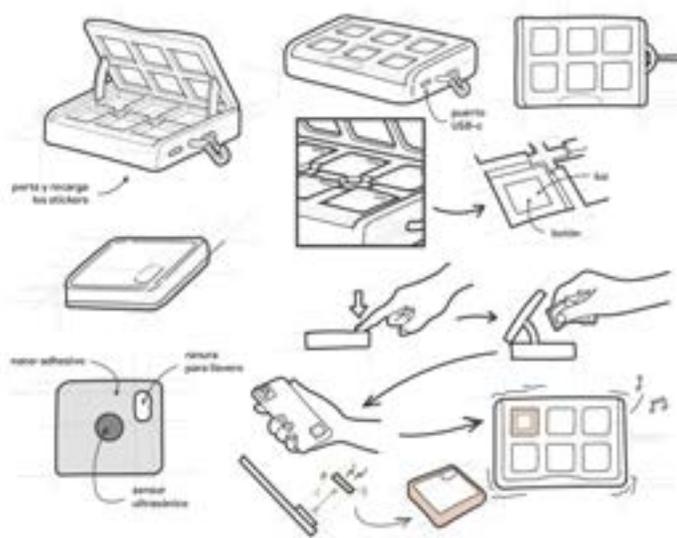


Fig. 2. Propuesta elegida.

Para el apartado perceptual del sistema de productos, con base en el contexto y entorno del proyecto, se propone un aspecto modesto, no muy llamativo, pues no se quiere atraer la atención de otras personas a las pertenencias del usuario o a los dispositivos. También, al estar dirigido a un público joven (18 a 30 años), y para ser coherente con la semántica de un viaje, que se relaciona con movimiento, se considera que el producto debe lucir dinámico.

### ¿Cómo se resuelve el problema?

El sistema de dispositivos KipClose se crea con el fin de solucionar el problema del extravío de los objetos durante los viajes. Su nombre proviene de las palabras *keep* y *close* en inglés que significa: mantén cerca. Además, el lenguaje de marca y el isotipo son creados visualmente acorde con el concepto y estética del sistema diseñado. Siendo, entonces, la icónica representación de las ondas de radiofrecuencia, una inspiración para el diseño.

KipClose está compuesto por un sistema de dos dispositivos principales: un rastreador y un *wearable* (figura 3), junto a una base de carga. Se le brindará al usuario un total de cuatro rastreadores, de esta manera, es posible monitorear en tiempo real a los cuatro objetos que el usuario considere de mayor valor.



Fig. 3. Renders del rastreador y el wearable.

También se agrega la posibilidad, totalmente opcional, de utilizar el teléfono móvil, a través de una aplicación (figura 4), para monitorear los rastreadores, ya sea su lejanía o nivel de batería, y modificar el color que emiten cuando no están en un modo alerta. Emplear la aplicación móvil permite además rastrear este teléfono inteligente, sin la necesidad de colocarle un rastreador.

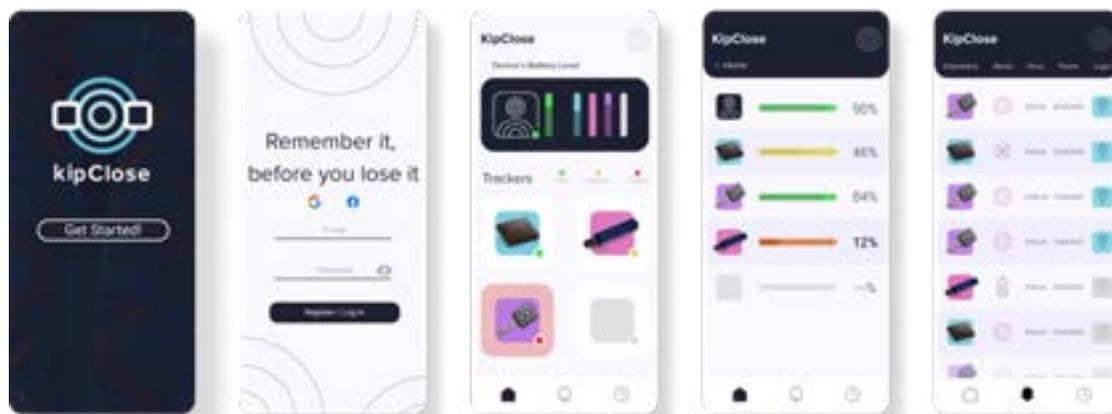


Fig. 4. Aplicación móvil.

El sistema de comunicación entre los rastreadores, el *wearable* y la aplicación móvil será por medio de *bluetooth*. La detección de distancia que existe entre el usuario y sus pertenencias es realizada por radiofrecuencia de banda ultra ancha (UWB), la cual funciona de manera confiable y precisa en rangos menores de 40 metros [16].

Los rastreadores se pueden unir a las pertenencias por medio del clip de acero o utilizándolo como un llavero. Para el caso del clip, se le agrega un sensor infrarrojo que confirme que el rastreador se mantiene unido al objeto. El producto vibrará y producirá sonidos en caso de extravío o separación, y podrá emitir diferentes luces dependiendo de su estado, basándose en el modelo mental cromático de los semáforos. Cuenta con dos zonas que emiten luz, la zona superior y de menor tamaño que indica bajos niveles de batería y la zona frontal que indica los estados de lejanía rastreador-usuario. Las características mencionadas pueden observarse en la figura 5.

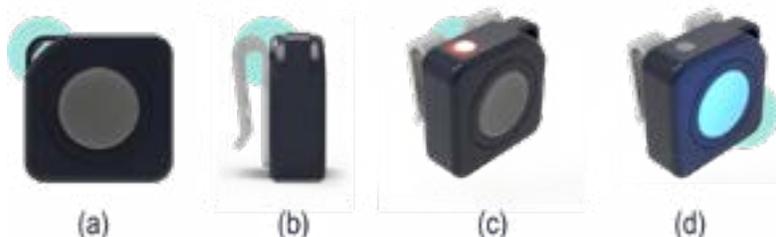


Fig. 5. Características del Rastreador. (a) Hoyo para llavero. (b) Clip. (c) Luz Superior (d) Luz Frontal

El *wearable* recibe las señales de los rastreadores y se los comunica al usuario, al que está unido a través de un brazalete removible *quick release*. Cuenta con cinco luces, de las cuales una indica el estado de la batería y funcionamiento del brazalete inteligente y las otras cuatro serán para cada uno de los rastreadores del sistema (figura 6). Estos cuatro también funcionarán como botones que, al ser presionados, harán que el rastreador respectivo emita señales en respuesta para encontrarlo.

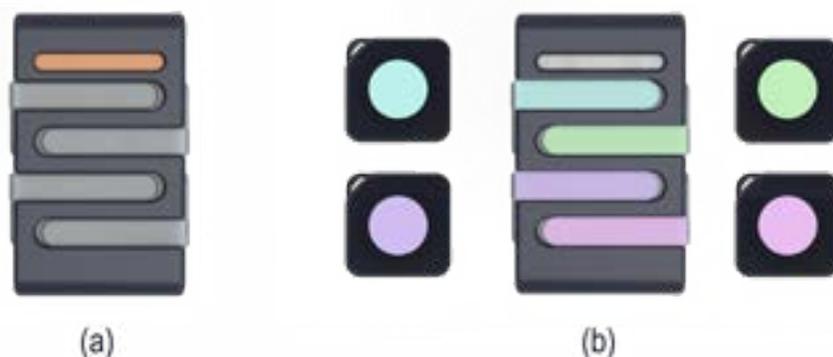


Fig. 6. Características del *wearable*. (a) Luz del estado de la batería. (b) Luces para cada rastreador.

Respecto a la base de carga, esta contará con un espacio respectivo para cada uno de los dispositivos que se cargarán a través de pines pogo. La propia base contará con una luz que indicará su estado de batería, para que, cuando esta señale que está por descargarse, el usuario pueda recargarla al conectarla a la corriente eléctrica mediante un cable USB-C. A su vez, la tapa de la base contará con una ventana de plástico transparente para poder observar si los dispositivos ya han terminado de cargarse, algo que igualmente sería notificado a través de la aplicación móvil.

En las figuras 7, 8 y 9 se muestran las arquitecturas de cada uno de los dispositivos.

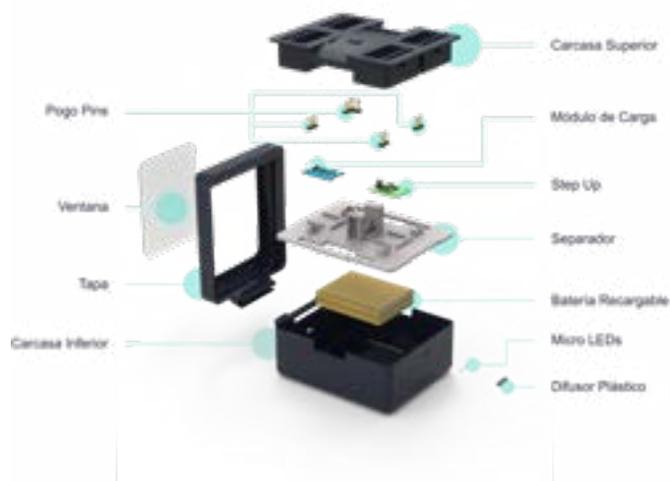


Fig. 7. Arquitectura de la base de carga.



Fig. 8. Arquitectura del rastreador.

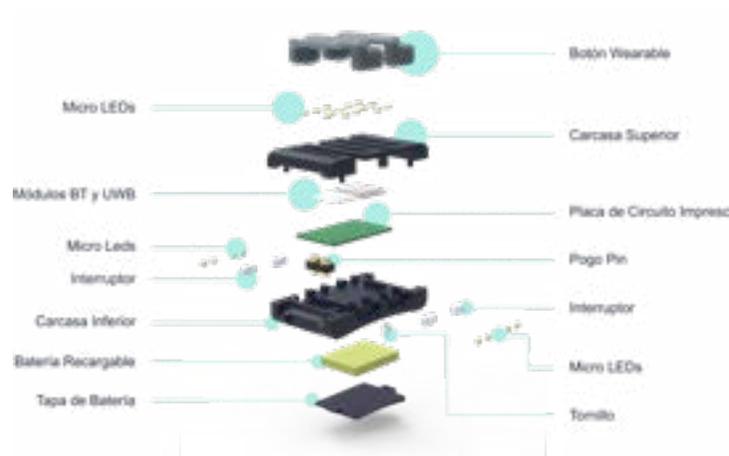


Fig. 9. Arquitectura del wearable.

## Material y fabricación

Para la selección del material de las piezas fabricadas, se requirió que el sistema fuera resistente a factores ambientales, térmicos, eléctricos y fuerzas de compresión; además de poder ser moldeado fácilmente y ser personalizado. El plástico ABS fue el material que mejor se ajustó a las necesidades descritas. Las carcasas y botones de los diferentes dispositivos serían, entonces, elaboradas con este material a través de moldeo por compresión. Se plantea el uso de plástico ABS reciclado, tanto para tener un menor impacto ambiental en la fabricación de los dispositivos como por el aspecto dinámico de la textura que posee dado el proceso de reciclaje que lleva [17].

## Usabilidad

El proceso de uso es bastante simple, por lo que se explica a través de casos hipotéticos. En ellos se observa la interacción necesaria y el contexto de uso de cada uno de los dispositivos. Como se observa en la figura 10, se mostrará la alerta por separación y el estado Sueño, el cual

consiste en poner los dispositivos en un estado pasivo en el cual no alertará al usuario, aunque se aleje. En la figura 11, se observan los tres diferentes estados que existen dependiendo de la lejanía entre el rastreador y el usuario: Seguro, Precaución y Alerta; y la forma de localizar los objetos a través de la interacción con el wearable.



Fig. 10. Uso e interacción del producto.

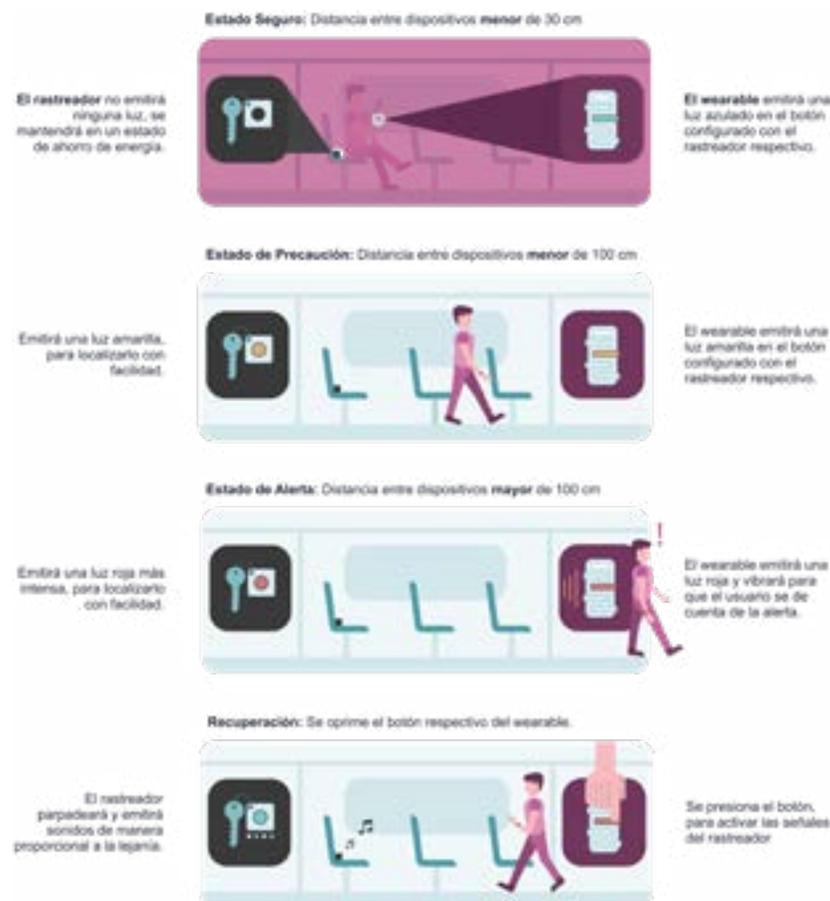


Fig. 11. Uso e interacción del producto.

## Conclusiones

Al investigar, se encuentra una clara contradicción respecto a lo existente en el mercado y las necesidades del usuario. Muchos de los rastreadores disponibles operan mediante una aplicación móvil, generando dependencia del teléfono celular, uno de los artículos de más valor del usuario. Por su parte, el sistema KipClose resuelve esto a través de la implementación de un *wearable*, que permite rastrear el teléfono y funciona como el dispositivo principal del sistema.

Otro de los puntos que carece el estado del arte es la instantaneidad y efectividad de la alerta, pues una notificación vía teléfono móvil puede pasar desapercibida con facilidad. Nuevamente, la solución se consigue con el *wearable*, el cual, al estar sujeto a la muñeca, garantiza una comunicación directa de las alertas al usuario.

La usabilidad, en general, es intuitiva, pues se relacionan los botones del *wearable* con el respectivo rastreador a través de colores personalizados por el usuario. Los colores de los estados de la lejanía rastreador-usuario se basan en el modelo mental del semáforo y las vibraciones solo ocurren en momentos de alerta extrema de posibilidad de extravío.

Aspectos adicionales del sistema de *gadgets*, como la posibilidad de almacenar los rastreadores y el *wearable* en la base de carga, cuando no están en uso, brindan al sistema una gran versatilidad, permitiendo al usuario llevarlos consigo en todo momento sin preocuparse por que se queden sin carga durante sus viajes. Gracias a KipClose, el usuario puede mantenerse tranquilo y tener su mente para cosas más importantes o simplemente relajarse.

Por último, algunos aspectos de mejora del sistema por tomar en cuenta a futuro son los siguientes: optimización al máximo de las dimensiones de los rastreadores; contemplar posibilidad de adaptar la app para relojes inteligentes y ofrecer mayor variedad en los tipos de *wearable* para adaptarse mejor al usuario.

Respecto al proyecto de investigación en su totalidad, se hace un refuerzo en el conocimiento práctico y teórico de todas las diferentes etapas del *Design Thinking*, junto con las metodologías empleadas. Destacando personalmente la etapa de prototipado, con los trabajos de acabado en impresiones 3D y la creación del modelo funcional.

## Referencias

- [1] “Durante 2018 se reportaron más de 45.200 artículos personales olvidados en viajes de Uber”, Uber, 2019. [Online]. Disponible: <https://www.uber.com/es-CO/newsroom/mas-de-45000-objetos-olvidados-en-uber/> (accessed Feb. 18, 2022).



- [14] J. Mancha, and J. Vela, “Estilo de vida, un factor determinante en la salud de los Jóvenes Universitarios”, UCR, 2021. [Online]. Disponible: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/medica/article/view/48629> (accessed Mar. 6, 2022).
- [15] I. Gutiérrez, L. Kikut, M. J. Hidalgo, O. Madrigal, and C. Azofeifa, “Caracterización de la población estudiantil universitaria estatal, 2019”, CONARE, pp. 24–31, 2019.
- [16] Y. Rahayu, T.A. Rahman, R. Ngah and P.S. Hall, “Ultra-wideband technology and its applications”, Wireless Communication Centre (WCC), Fac. Elec. Engr., UTM, 2008. [Online]. Disponible: [https://www.researchgate.net/publication/4340245\\_Ultra\\_wideband\\_technology\\_and\\_its\\_applications](https://www.researchgate.net/publication/4340245_Ultra_wideband_technology_and_its_applications) (accessed Apr. 13, 2022).
- [17] “Ecopixel Products”, Ecopixel. [Online]. Disponible: <http://www.ecopixel.eu/products.html> (accessed Jun. 1, 2022).