

50  
1971-2021  
ANIVERSARIO

TEC | Tecnológico  
de Costa Rica

# revista IDI+

Tecnológico de Costa Rica ▪ Escuela de Diseño Industrial ▪ Revista Semestral

Volumen 4 Número 1 ▪ Julio - Diciembre 2021 ▪ ISSN 2215-5112



# revista IDI+

La Revista IDI+ es una publicación digital de carácter científico de la **Escuela de Diseño Industrial** del Tecnológico de Costa Rica. Es una revista **semestral, gratuita y de acceso abierto**, cuyo propósito es divulgar trabajos inéditos de investigación en el campo del diseño industrial y áreas afines. Está dirigida a investigadores, profesores, estudiantes, profesionales y expertos nacionales o extranjeros en el área del diseño y otros campos relacionados.

## Comité Editorial

### Editor/Director

IDI. Luis Carlos Araya-Rojas

[lcaraya@tec.ac.cr](mailto:lcaraya@tec.ac.cr)

### Coordinadora operativa

MDS. Xinia Varela-Sojo

[xvarela@tec.ac.cr](mailto:xvarela@tec.ac.cr)

### Diagramación

Pamela Dinarte Chavarría

### Foto de portada

Zense, Luminaria nómada de uso doméstico para la generación de un microambiente de tranquilidad y relajación (proyecto de curso Diseño III)

Nicole De Vries Gamboa, Tiffany Lai Huang y Diana Vega Vega

I Semestre 2020

## Dirección y redes sociales

Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Campus Tecnológico Central Cartago.

Escuela de Diseño Industrial.

Cartago, Cartago, Calle 15, Avenida 14,

1 km Sur de la Basílica de Los Ángeles.

Apartado Postal: 159-7050

<https://revistas.tec.ac.cr/index.php/idi>



## Indexaciones



Revista Semestral  
Julio-Diciembre 2021  
Volumen 4, Número 1

ISSN: 2215 5112

## Contenidos

Diseño de sanitario urbano inteligente para suplir necesidades fisiológicas de personas en condición de calle en Costa Rica.

*Smart urban toilet design to meet physiological needs for homeless people in Costa Rica*  
Andrea Rojas-Jiménez, Katherina Jurburg-Chaves.....4

Diseño de sistema seguro de objetos inteligentes para el trayecto y espera de buses en Costa Rica

*Design of a secure system of smart objects for the journey and wait of buses in Costa Rica*  
Nicole De-Vries-Gamboa, Valeria Jiménez-Quirós, Diana Vega-Vega..... 22



# Diseño de sanitario urbano inteligente para suplir necesidades fisiológicas de personas en condición de calle en Costa Rica

*Smart urban toilet design to meet physiological needs for homeless people in Costa Rica*

Andrea M. Rojas-Jiménez<sup>1</sup>, Katherina Jurburg-Chaves<sup>2</sup>

A. Rojas-Jiménez, K. Jurburg-Chaves, "Diseño de sanitario urbano inteligente para suplir necesidades fisiológicas de personas en condición de calle en Costa Rica", *IDI+*, vol. 4, no 1, Jul., pp. 4-21, 2021.

 <https://doi.org/10.18845/ridip.v4i1.5773>

Fecha de recepción: 20 de enero de 2021  
Fecha de aprobación: 22 de febrero de 2021

1. Andrea M. Rojas-Jiménez  
Estudiante de Ingeniería en Diseño Industrial  
Instituto Tecnológico de Costa Rica  
Cartago, Costa Rica  
androji.13@gmail.com  
 0000-0001-5613-6984

2. Katherina Jurburg-Chaves  
Estudiante de Ingeniería en Diseño Industrial  
Instituto Tecnológico de Costa Rica  
Cartago, Costa Rica  
yjurburg@gmail.com  
 0000-0003-3213-935X

## Resumen

En la capital de Costa Rica, se concentra el mayor porcentaje de personas en condición de calle. Este sector de la población es marginado por la sociedad y presenta deficiencias para suplir sus necesidades básicas. Por lo cual, durante el proyecto, se estudian estas carencias para determinar cuál puede solucionarse a través del diseño de un producto inteligente que mejore su calidad de vida. Debido a lo anterior, se realiza una etnografía digital para obtener información sobre el usuario final y se investigan sus necesidades de mayor importancia. Una vez identificadas dichas necesidades, se decide desarrollar un producto para el manejo de los desechos sanitarios de esta población; este cubre necesidades biológicas, de seguridad y de pertenencia. Para el desarrollo del producto, se lleva a cabo una conceptualización que contempla la definición y validación de requisitos, según la necesidad planteada, un estudio de mercado y un análisis de lo existente.

Una vez planteados estos aspectos, se definen sus funciones, tanto prácticas como inteligentes, componentes, perceptualidad, ergonomía, topología, interacción, ensamble, instalación, materiales y manufactura. Esto da como resultado a SU, un sanitario urbano inteligente desarrollado mediante modelado 3D y renderizado de alta calidad. En este diseño, se limita el contacto con el usuario y se plantea una desinfección automática periódica con ayuda de sensores y luz. Además, este es un producto modular de acero inoxidable, lo que facilita su fabricación y montaje de varios sanitarios. Este producto aporta social e individualmente, ya que su implementación reduce de manera indirecta los desechos sanitarios en las zonas públicas y beneficia directamente a los habitantes de la calle.

## Palabras Clave

Servicio sanitario público; indigencia; baño inteligente; producto inteligente; automático

## Abstract

The city of San José has the highest rate of homeless people in Costa Rica. This sector of the population is usually marginalized by society and has deficiencies when it comes to meeting their basic needs. During the project, these deficiencies were studied in order to define which ones could be solved through the design of a smart product, with the idea of improving their quality of life. A digital ethnography was carried out with the purpose of obtaining relevant information on the subject. The most important needs were investigated, based on that, the decision to develop a sanitary waste management product was made, which involves biological, security and belonging needs.

The development of the product required a design concept that included the definition and validation of requirements according to the need specified, a market study and the analysis of existing analog products.

Once those aspects were defined, the practical and smart functions were detailed along with the needed components, perception, ergonomics, shape, interaction, assembly, installation, materials and their respective manufacturing processes. This resulted in SU, a smart urban toilet developed by using high-quality 3D modeling and rendering. This design limits the contact product-user and raises a periodical automatic disinfection by using sensors and light. Besides, it's a modular stainless steel product, which makes it fabrication and multiple assembly easier. This product represents a social and individual contribution of design, it's implementation indirectly reduces the pollution for sanitary waste in public areas and benefits homeless people directly.

## Keywords

Public toilet; homeless; smart restroom; smart product; automatic

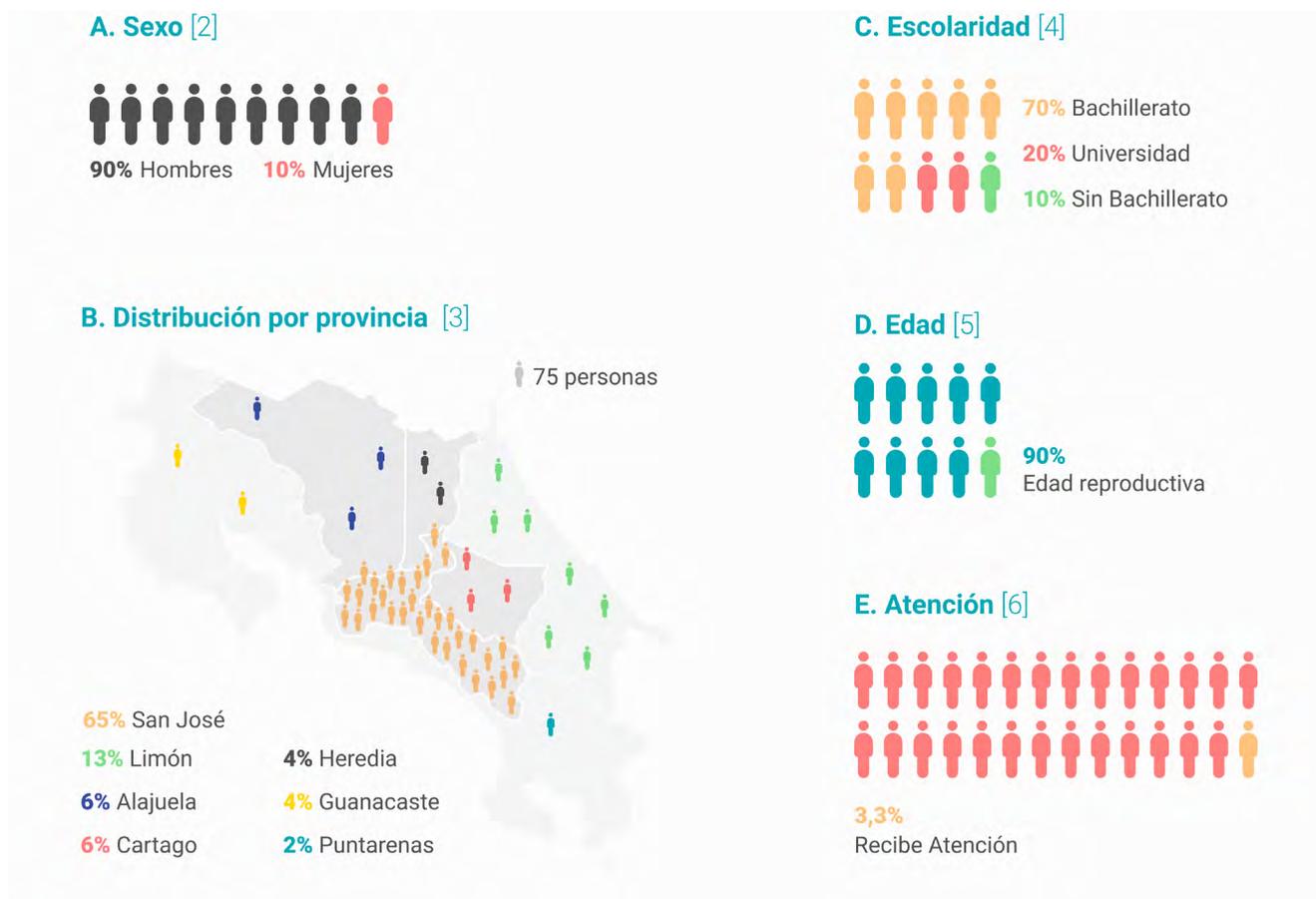
## Introducción

En Costa Rica habitan alrededor de 3 753 personas en situación de calle, según datos del Sistema de Información de Población Objetivo del Instituto Mixto de Ayuda Social (IMAS) [1]. Como muestra el gráfico A, el 90% de estas personas son hombres [2], pues los varones se refugian en sustancias adictivas con más frecuencia y no buscan apoyo emocional [3].

La mayoría de estas personas se concentra en la capital del país, en la Zona Noroeste del casco central conocida popularmente como Zona Roja; en el gráfico B, se puede observar la distribución por provincia [3]. En esta zona hay ciertas particularidades del interés de dicha población que les facilitan su supervivencia. Es un lugar muy transitado, por lo que pueden pedir ayuda a los transeúntes. Así mismo, la presencia de cuatro mercados, cantinas y bares les permite conseguir alcohol y comida. Además, los lotes baldíos y casas abandonadas son un buen lugar para dormir.

Como se representa en el gráfico C, la mayoría de las personas en condición de calle tiene educación formal [4], pese a lo que se suele creer por los prejuicios sociales. Además, en [5], el 90% de personas empadronadas en el instituto tienen de 18 a 64 años, por lo que se encuentran en edad reproductiva como lo muestra el gráfico D.

Actualmente, el centro municipal de San José ofrece el dormitorio municipal, aseo, alimentación, atención médica y otros servicios para esta población. Lastimosamente (véase gráfico E), por cada 30 habitantes de la calle que se ubican en San José, solo una persona puede recibir atención en este centro [6].



**Figura 1.** Información cuantitativa de la indigencia en Costa Rica

**Fuente:** Elaboración propia, 2020.

Los principales problemas identificados en el desarrollo del proyecto se relacionan con el acceso deficiente que tienen las personas en condición de calle para suplir sus necesidades básicas, entre las cuales se encuentran las de tipo fisiológico, de seguridad y de pertenencia. Ignorar estas necesidades resulta en fatalidad, depresión y marginación.

Para este proyecto, se decide reducir el enfoque a las siguientes necesidades:

### 1. Fisiológicas

Se plantea sustentar estas necesidades haciendo énfasis en la higiene y la necesidad de excreción, por ende, se decide desarrollar el diseño de un servicio sanitario.

### 2. De seguridad

Las personas en condición de calle se exponen a distintos factores que atentan contra su seguridad, al realizar sus necesidades fisiológicas a la intemperie, debido a que buscan lugares

alejados y solitarios para este fin. Por ende, se requiere un espacio para que puedan hacerlo de forma segura

### 3. De pertenencia

El no poseer un espacio privado para realizar sus necesidades fisiológicas genera un sentimiento de rechazo en la población hacia los habitantes de la calle. Esto fomenta la marginalización de este sector.

Tras considerar los puntos mencionados anteriormente, junto con los antecedentes y datos estadísticos de las personas en situación de calle, se define el objetivo de la investigación: resolver las necesidades fisiológicas, de seguridad y pertenencia de esta población en Costa Rica de forma inteligente, salubre, segura y privada, a través del desarrollo de un producto inteligente para entornos urbanos.

El desarrollo de este proyecto da como resultado un aporte social, pues plantea mejorar la salubridad de las zonas de la Gran Área Metropolitana (GAM) donde se concentra la población en estudio. Por otro lado, se da un aporte individual, ya que beneficia a los individuos que conforman esta población, al suplir una de sus necesidades básicas de forma digna. Además, es un aporte al diseño inclusivo, pues se diseña de forma empática, pensando en quienes viven en situación de pobreza y han sido excluidos, tachados como “pobres”, “vagabundos”, “mendigos”, “vagos”, “ladrones” o “criminales”[7].

## Materiales y métodos

### 1. Exploración y definición de la problemática

Al iniciar con el proyecto se propone diseñar un producto bajo el concepto de una ciudad inteligente. Para delimitar el tema por desarrollar, se llevó a cabo una lluvia de ideas con problemáticas actuales en entornos urbanos, que fueron posteriormente clasificadas y evaluadas del 1 al 5 ante distintos criterios en una matriz, las cuales son, en orden de importancia: su alcance, posibilidad de incorporar Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICS), el acceso que se tenía para recolectar información de este tema (dado el tiempo disponible y contexto en el que se desarrolló el proyecto, la pandemia por COVID-19) y la posibilidad de innovación.

Como resultado de dicha matriz, se exploraron las problemáticas que rodean a las personas en situación de calle, puesto que fueron las que obtuvieron un mayor porcentaje de importancia en comparación con otras ideas. Contemplando el difícil acceso a la información, se decidió realizar una investigación digital para hallar datos sobre las necesidades de los futuros usuarios del producto.

Distintos autores aseguran que, conforme se desarrollan los medios de comunicación, nacen nuevas formas de realizar estudios, como es el caso de la etnografía mediada por la tecnología [8], la cual implica la utilización de entornos virtuales con el fin de conseguir tanto aspectos cualitativos como cuantitativos de la investigación, en búsqueda de varios conceptos.

Se elige este método para trabajar, además, tomando en cuenta la información disponible en línea con respecto al tema, se dio una gran prioridad a la técnica de observación. A través de ella, se analizó el contenido de seis vídeos encontrados en la web sobre la indigencia en el país, en el periodo desde 2009 hasta 2020. Este estudio se sistematizó con la ayuda de una ficha de observación, en la cual se anotaron testimonios (tanto de futuros usuarios del producto como de transeúntes) y observaciones.

Tomando en cuenta la recurrencia de estos datos dentro de los videos, se concluyeron hallazgos relevantes para el proyecto, con respecto a la forma de vida de las personas en situación de calle. Estos datos se resumen en la figura 2, con ellos se definió al usuario, su entorno y sus necesidades.

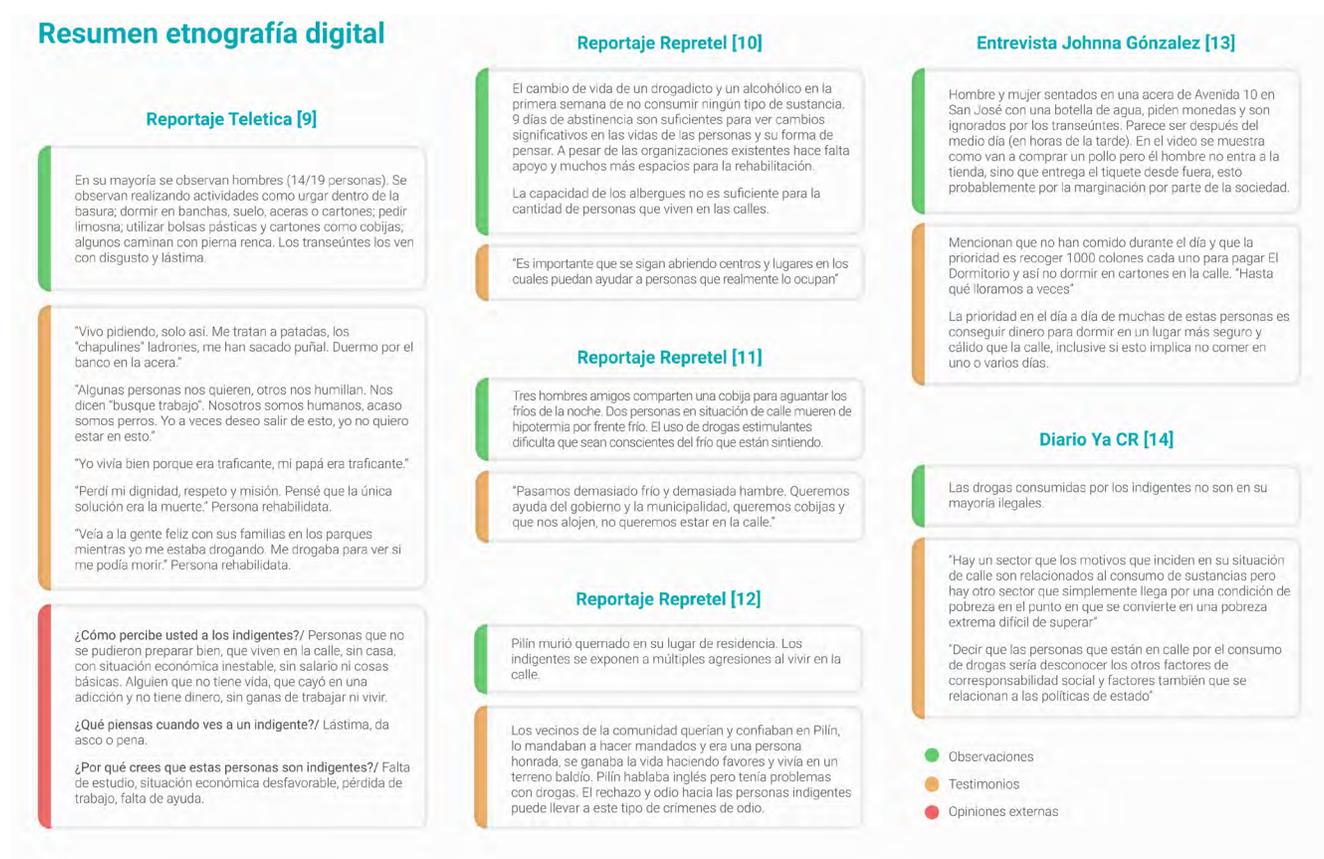


Figura 2. Resumen etnografía digital

Fuente: Elaboración propia, 2020.

A partir de las necesidades del usuario, se procede a definir los requerimientos junto con los requisitos del producto por diseñar, mediante un árbol de problemas con el cual se organizaron y clasificaron las principales necesidades de los usuarios. Posteriormente, fueron evaluadas en una matriz y se les dio prioridad de acuerdo con la Pirámide de Necesidades de Maslow.

Posterior a esto, los requisitos y requerimientos definidos fueron validados con 34 personas a través de una encuesta digital a transeúntes del entorno de estudio. Estos resultados se contrastaron con la evaluación anterior para identificar las de mayor importancia.

Una vez identificadas, se decide trabajar la necesidad de manejo de desechos sanitarios, debido a que es la necesidad menos atendida en esta población, y no satisfacerla es negativo tanto para los usuarios como para los transeúntes.

## 2. Definición de la funcionalidad

Se definieron las funciones inteligentes y prácticas que tendrá el producto para manejar desechos sanitarios a través del diagrama FAST<sup>1</sup> que se muestra en la figura 3. Al tener estas funciones definidas, se investigaron componentes electrónicos y mecánicos existentes, mecanismos de interacción, materiales y sus respectivos procesos de manufactura, así como referenciales de productos análogos para tomarlos en cuenta a la hora de desarrollar el diseño externo e interno del sistema.

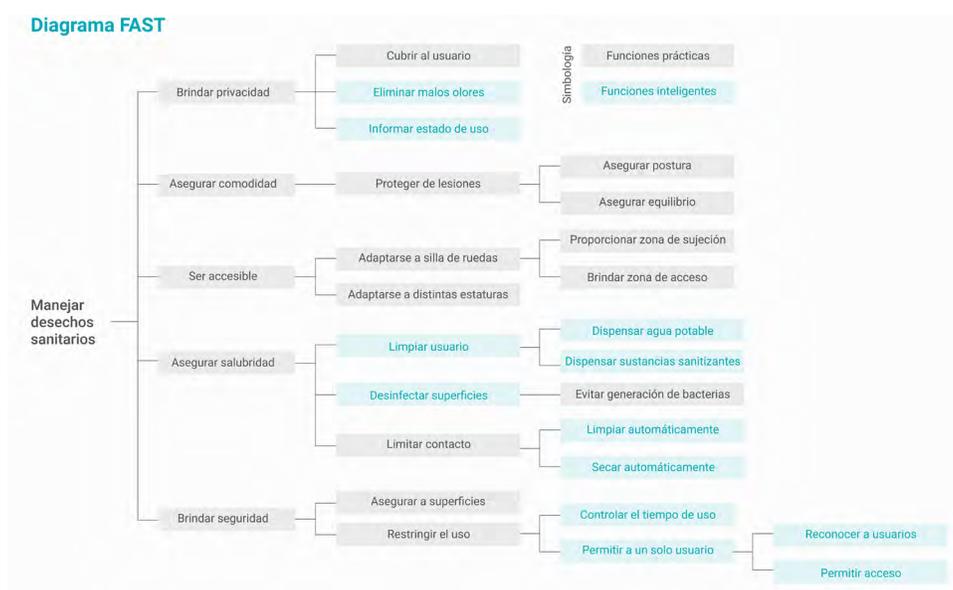


Figura 3. Diagrama FAST

Fuente: Elaboración propia, 2020.

1 Un diagrama FAST es una descripción funcional de un sistema técnico. La lectura de derecha a izquierda indica cómo las funciones de la izquierda están siendo producidas. La lectura de izquierda a derecha indica por qué las funciones a la derecha son desempeñadas [15].

Se analizaron los posibles componentes del sistema y, a través de una matriz, se definió cuáles eran convenientes para el proyecto. Por medio de un diagrama de flujo, se propuso cómo será el funcionamiento del producto y su relación con la entrada o salida de información, que se dará a través de la interacción del usuario con este.

Posteriormente, se definieron los sistemas y subsistemas que conformaron el producto para manejo de desechos sanitarios, tomando en cuenta los componentes elegidos previamente.

### 3. Definición de la forma

Una vez definidas las funciones inteligentes y prácticas que realizará el producto a través del diagrama FAST y el esbozo del producto utilizando el esquema de los sistemas y subsistemas, se hizo la primera aproximación formal del producto por medio de la realización de bocetos rápidos de calidad estructural, para previsualizar una posible distribución de los componentes en el sistema.

Con estos bocetos se evaluó el producto con siete personas que suelen transitar por las zonas donde se ubica el público meta. Es importante aclarar que, con cada boceto, se realizó una propuesta superficial de los materiales, considerando propiedades físicas como dureza, flexibilidad, precio y masa, así como los procesos de manufactura que hacen posible su fabricación; todos estos datos se terminan de detallar en la siguiente etapa, sin embargo, fue necesario explorar al respecto para delimitar los aspectos generales de la topología.

Como se indica en la figura 4, se utilizó el método de objetivos ponderados<sup>2</sup>, se seleccionó la propuesta con mayores beneficios para el usuario, así como más sencilla en su fabricación y modularidad.

---

2 Se utiliza una matriz que clasifica las propuestas frente a criterios importantes para el éxito del producto, a estos se les asigna un número según su importancia. El equipo de diseño califica al producto según los criterios seleccionados en una escala de 1 al número de importancia de cada criterio. Posteriormente, se suma el puntaje de cada propuesta y la que posea el mayor puntaje es la propuesta seleccionada [16].

Requisito	Propuesta 1	Propuesta 2	Propuesta 3	Propuesta 4
3 Estructura asegurada para evitar robos	3	9	4	12
3 Sencillo mantenimiento e instalación	5	15	4	12
3 Interacción intuitiva	4	12	2	6
2 Se presta para la modularidad	1	2	5	10
1 Perceptualidad resistente	2	2	5	5
1 Perceptualidad simple	3	3	5	5
1 Cercanía de lavamanos con puerta	2	2	5	5
2 Cercanía del infográfico con puerta	5	10	2	4
<b>Total</b>		<b>55</b>	<b>59</b>	<b>30</b>

**Figura 4.** Selección de la propuesta

**Fuente:** Elaboración propia, 2020.

Una vez seleccionada la propuesta con la que se continuaría trabajando, se hizo un modelado 3D volumétrico con el fin de evaluar la interacción con el usuario y la configuración de los componentes del producto. Se tomaron en cuenta nuevos factores relevantes para el diseño, evaluados con este modelo de baja fidelidad. Se procedió a detallar el modelo, además, se consideró el proceso de manufactura seleccionado (plegado de lámina metálica) para el modelado de las paredes externas, a las cuales en conjunto se les llamará carcasa durante el desarrollo del artículo, para facilitar la comprensión de la estructura del producto.

#### 4. Definición de la manufactura

A partir del modelo 3D final, se concretaron los materiales por utilizar para las piezas y, posteriormente, se hicieron los planos de cada panel que compone la carcasa metálica. Así mismo, se realizaron los planos de las otras piezas de fabricación propia como lo son el techo, el fregadero y los tanques para fluidos.

Durante esta etapa, se reunieron, en una lista con sus respectivos precios y fichas técnicas, todos los componentes prefabricados. Además, se realizó un mapeo del proceso de manufactura e instalación, que se basa en una combinación de ensamblaje dentro y fuera de la planta de fabricación para facilitar el transporte y la instalación del producto.

## 5. Simulación del diseño

Debido a las implicaciones de la pandemia causada por el COVID-19, la modalidad virtual de los cursos de diseño y, por ende, la imposibilidad de realizar prototipos físicos y validaciones con usuarios reales, se concluyó la investigación realizando simulaciones del producto en el software Keyshot, tanto en forma de imágenes de alta calidad como en animaciones que emulan el ensamblaje del producto, la interacción con el usuario y algunas funciones como las luces de estado, iluminación general y desinfección UV.

Estas simulaciones se compilaron en un vídeo informativo que explica con detalle el diseño del producto, desde el concepto de diseño, hasta detalles técnicos como la configuración de los componentes, el funcionamiento y la interacción con el usuario.

## Discusión de resultados

A partir de la investigación etnográfica digital realizada en la primera etapa, se obtuvo información sobre los usuarios, sus necesidades, entorno y problemáticas, pues en los videos analizados varios involucrados se expresaron al respecto, dos de ellos dieron su testimonio tras haber salido de la situación de indigencia. Las personas en condición de calle pasan calamidades, son marginadas por la sociedad y carecen de necesidades básicas en general. Debido a la vida precaria de esta población, se eligieron como usuarios finales.

Se identificaron numerosas necesidades en esta población, tales como refugio, apoyo, comida, cobijo, empatía, sustento, seguridad, higiene, rehabilitación, salud y trabajo. No obstante, se consideraron como primordiales las que involucran el acceso a suplir sus necesidades básicas.

Existen iniciativas como Chepe se baña, que proporcionan un espacio donde estas personas pueden asearse. Con este programa y la ayuda de voluntarios, atienden 100 personas por día [17], sin embargo, este se centra en el baño y no así en los servicios sanitarios. Por lo que se optó por desarrollar un producto para manejar los desechos sanitarios y que se encuentre siempre a su disposición.

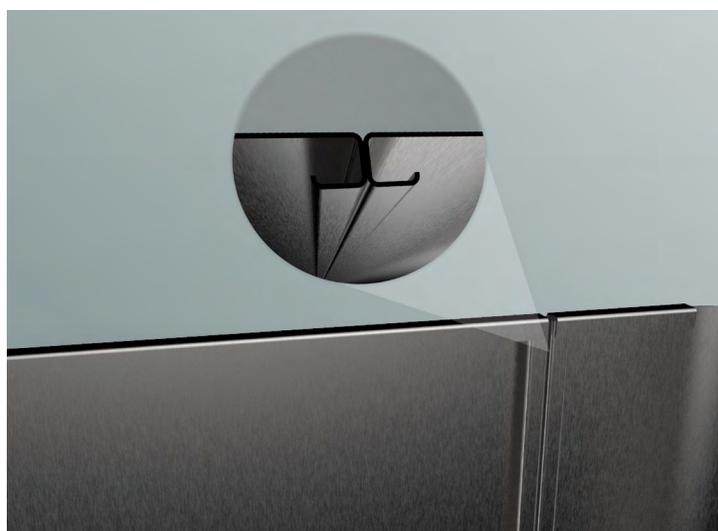
El entorno definido para el proyecto es, principalmente, el cantón central de San José, pues allí se encuentra el 65% de estas personas [3], aunque puede extenderse a las cabeceras y cantones centrales del país, donde, por lo general, se concentra esta población. La cantidad de SU en cada zona estaría sujeta a la densidad de usuarios en ellas.

En la etapa inicial, se deseaba resolver muchas problemáticas con un único producto, lo cual resultaba complejo y poco realista tomando en cuenta el tiempo disponible para desarrollar el proyecto. La segunda etapa permitió delimitar las funciones del producto para así conseguir una solución más focalizada y, por lo tanto, con mayor nivel de detalle para el problema planteado.

En la tercera etapa, se hizo la primera evaluación del producto con siete personas externas al proyecto, quienes suelen transitar por el entorno definido. Esto permitió obtener información de utilidad que no se había considerado hasta el momento en el diseño, de modo que el flujo propuesto para el uso del producto se fue modificando para atender a estos nuevos hallazgos.

A la hora de definir la manufactura, se realizó una amplia investigación con respecto al plegado de lámina metálica. Esta etapa del proceso se convirtió en el punto de mayor aprendizaje durante el diseño del producto, debido a que se manejó por primera vez con profundidad, por parte de las diseñadoras, un producto basado en la manufactura.

El mayor reto en esta etapa fue trabajar con los tamaños de láminas metálicas que se encuentran en el mercado, ya que estas tienen dimensiones menores a las paredes del cubículo. Se decide juntar varias láminas plegadas para completar el perímetro de la carcasa, esto permitió proteger al usuario del filo del material y actuar como soporte estructural. La unión se dio soldando pestañas en forma de “C” que fueron plegadas en las láminas como se observa en la figura 5.



**Figura 5.** Unión estructural entre láminas

**Fuente:** Elaboración propia, 2020.

La iluminación interna y externa de los cubículos significó un reto para el diseño de SU, debido a que se deseaba optimizar la luz en estos. Se decidió cambiar el techo de acero original por uno de policarbonato, esto, además de permitir el paso de la luz natural durante el día hacia adentro de los baños, permitió que la manguera LED utilizada como luz interna funcionara, a su vez, para iluminar el exterior por las noches.

Esta iluminación nocturna brinda seguridad a los usuarios y a los peatones. Asimismo, otro valor agregado del techo traslúcido es la reducción en el peso de este y la percepción de un espacio más ameno [18] al usuario, debido a la luz natural. En la figura 6, se observa de forma gráfica la solución a este problema.



**Figura 6.** Iluminación de los cubículos

**Fuente:** Elaboración propia, 2020.

La unión entre el techo y la carcasa representó otro obstáculo, debido a que el espesor de 19 mm de las láminas de acero no podría resistir el peso y tamaño del techo, si este se colocaba canto con canto. Este factor se solucionó agregando una pestaña de 2,5 cm que se extiende perpendicular a las láminas hacia el interior del cubículo; sobre esta se coloca el techo, el cual tiene también esta pestaña en el sentido contrario seguida por una perpendicular hacia abajo, en la que se colocan los tornillos respectivos. La solución de esta unión se explica de forma gráfica en la figura 7.



**Figura 7.** Unión estructural entre la carcasa y el techo

**Fuente:** Elaboración propia, 2020.

Los obstáculos resueltos fueron de trascendencia, no solo para el proceso de diseño, sino que se convirtieron en una experiencia de aprendizaje, a partir de la cual se abren puertas para brindar soluciones a problemas similares en el futuro e incluso mejorar las soluciones propuestas para este proyecto.

En la figura 8, se detallan las funciones tanto inteligentes como prácticas que realiza el producto en el exterior. Entre las funciones inteligentes, se encuentra el acceso restringido a los usuarios, el cual se consigue utilizando un sensor biométrico, este permite que solo los usuarios con su huella dactilar registrada en una base de datos tengan acceso al interior del cubículo, a su vez, el sensor indica a través de un código de color el estado de uso del sanitario. Otra función inteligente que desempeña el producto en su exterior es la de dispensar jabón de forma automática a través de un sensor de proximidad, este mismo sistema se utiliza para abrir el tubo de agua del lavamanos.



**Figura 8.** Infográfico de funcionamiento externo

**Fuente:** Elaboración propia, 2020.

Para desempeñar las funciones prácticas, el sanitario cuenta con un techo translúcido que, como se ha mencionado anteriormente, permite el paso de la luz natural para iluminar al cubículo durante el día. También posee una rejilla que permite la circulación del aire dentro del sanitario, esto ayuda a disminuir los malos olores de una forma eficiente. En la puerta de SU, se encuentra un infográfico con instrucciones para guiar al usuario en el uso del producto, en cuanto los usuarios consigan el uso del sanitario sin errores, este infográfico se sustituirá con un MUPI que ayudará a subvencionar el mantenimiento de las unidades en el futuro. Los sanitarios cuentan con una topología modular que permite la instalación de las unidades en baterías sanitarias, además, se planteó un módulo accesible de mayor tamaño que se adapta a la Ley 7600.

En la figura 9, se detalla la distribución interna del sanitario y las funciones finales realizadas por el producto en el interior. En la parte superior de la puerta, se encuentra un contador de personas para llevar un registro de ingresos y permitir solo una persona a la vez. A la izquierda de la entrada, se encuentra el compartimento de mantenimiento para posibles averías y suplir los tanques de fluidos de aromatizante y jabón.



**Figura 9.** Infográfico de funcionamiento interno

**Fuente:** Elaboración propia, 2020.

Frente al retrete se encuentra una pantalla informativa con instrucciones para su uso. Además, a la derecha del retrete, se encuentra un sensor para activar la limpieza y secado sin contacto. El retrete se compone de un fluxómetro automático con sensor, un bidé y un secador; en la parte superior se ubica una luz UV para la desinfección del servicio después de cada uso.

Durante la etapa de simulación de diseño, se definieron siete pasos para interactuar de manera óptima con el producto diseñado. Primero, el usuario se debe lavar las manos con el agua y jabón de los dispensadores automáticos externos, así tendrá las manos limpias para colocar el dedo registrado en el sensor de huella digital de la entrada y podrá ingresar. Este sensor cuenta con tres luces: la luz verde significa huella aceptada, la naranja servicio ocupado y la roja huella denegada. Cuando la huella es aceptada, el usuario debe acceder y abrir con la manija de pie que se encuentra en la parte inferior de la puerta.

Una vez en el interior, el usuario realizará sus necesidades dentro del retrete de forma convencional. Posteriormente, deberá accionar la limpieza a través de dos gestos en el sensor a su derecha, acercar la mano para activar el bidé y agitarla para secar. Al finalizar, deberá salir con la manija de pie interna y lavarse las manos nuevamente en el exterior. En la figura 10, se muestra este proceso de forma infográfica.

Se identifican las siguientes necesidades futuras para continuar con el desarrollo del producto:

- Se debe continuar la investigación con el fin de definir el sistema de limpieza para las superficies de las unidades sanitarias, ya que es una oportunidad para generar un diseño autosostenible en su mantenimiento.
- Es necesario realizar un estudio más detallado sobre el transporte de las piezas y considerar la posibilidad de realizar el ensamblaje en la planta de manufactura, así como transportar las baterías sanitarias completamente armadas.
- Otra oportunidad para la optimización del diseño se encuentra en una mayor investigación con respecto a materiales y componentes, ya que esto podría disminuir el peso y el costo de las unidades.
- Se debe analizar la posibilidad de adaptar este proyecto a las necesidades de otros usuarios o para su colocación en entornos distintos al planteado.

Finalmente, para la optimización del diseño del producto SU, se deben contemplar las siguientes observaciones:

- Se recomienda utilizar aluminio para diseñar una carcasa más liviana y sencilla de transportar, además, se debe considerar la posibilidad de utilizar tubos metálicos como refuerzo estructural, evitando el proceso de plegado de láminas y las uniones en forma de "C".
- Para aumentar la intensidad luminosa en el interior y exterior de los módulos, colocar una manguera LED extra debajo de la existente.
- Finalmente, se debe tomar un sistema de limpieza para el suelo y paredes, el cual no fue considerado debido al corto tiempo en el que se desarrolló la investigación.

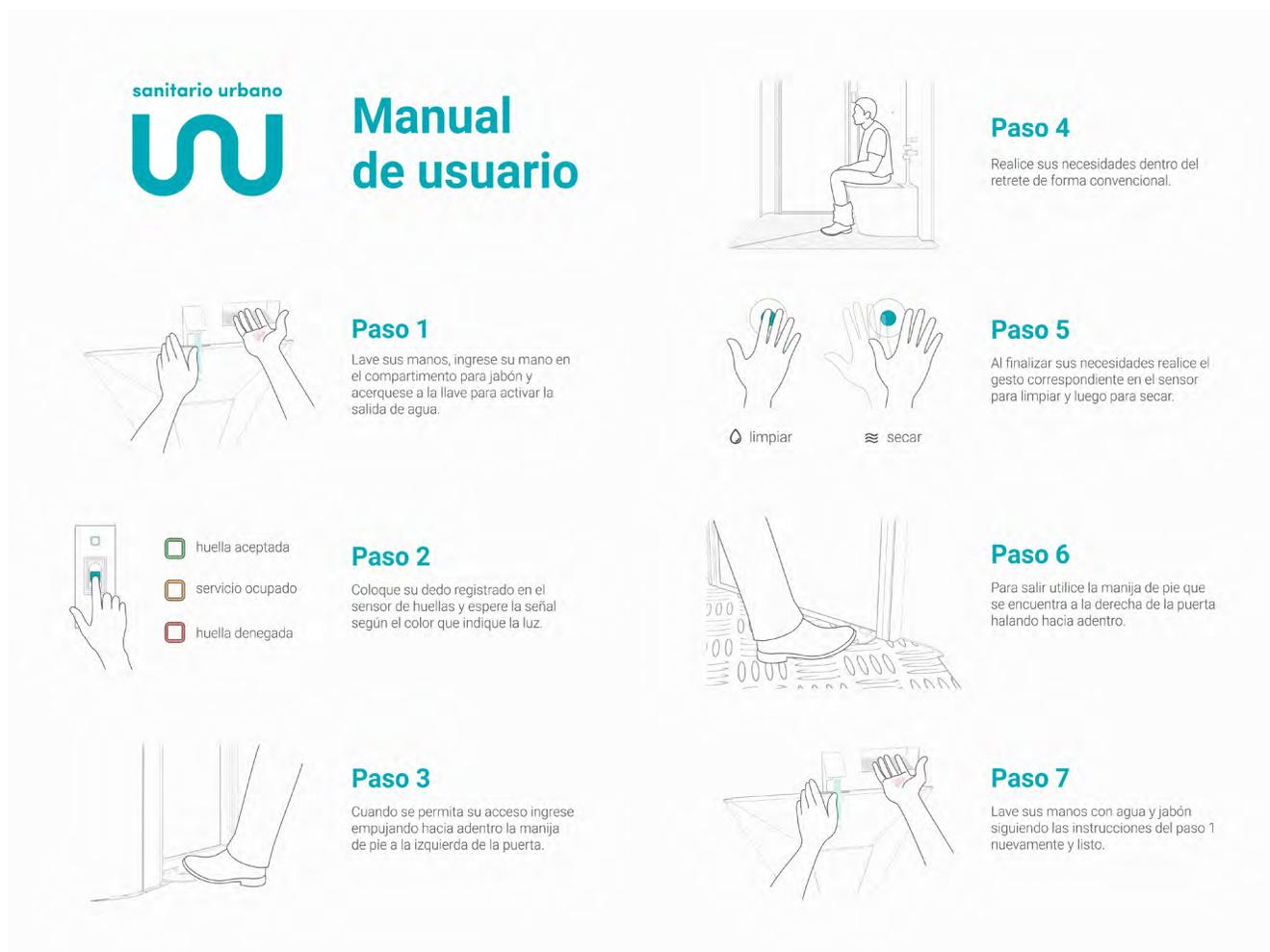


Figura 10. Infográfico del manual de uso del producto

Fuente: Elaboración propia, 2020.

## Conclusiones y recomendaciones

Como indica Burchardt, las sociedades latinoamericanas se caracterizan por tener las mayores tasas de desigualdad del mundo [19]. Por su parte, la formación profesional del diseñador industrial tiene el reto de responder a los desafíos de los problemas humanos [20], entre dichos problemas se encuentran la desigualdad y la pobreza.

El diseñador industrial está capacitado para reconocer las necesidades de los distintos sectores de la población y así buscar soluciones que mejoren la calidad de vida de las personas, incluso puede aportar en la reducción de las brechas sociales, al atender o resolver necesidades de quienes viven en situación de pobreza.

Al investigar para el desarrollo de SU, se reconoció el impacto social que tienen las iniciativas que se enfocan en los usuarios en condición de calle. Esta clase de productos y servicios no solo brindan comodidad al usuario, sino que elevan y dignifican su calidad de vida, lo que resuelve más allá de sus necesidades fisiológicas y representa un aporte significativo en sus necesidades sociales.

Productos como SU contribuyen a la disminución de las brechas sociales en el mundo, pero mayormente en América Latina, donde existen menos iniciativas para reducir la tasa de desigualdad. Por lo cual, diseños como este construyen el puente que permite avanzar hacia la automatización de productos y servicios centrados en el usuario, con un enfoque hacia la equidad social, lo cual es de alta trascendencia para construir ciudades inteligentes éticas y justas.

## Referencias

- [1] O. Ugarte, “COVID-19 agrava la difícil vida de las personas en condición de calle”, en Semanario Universidad, Mar. 2020. [En línea]. Disponible: <https://semanariouniversidad.com/pais/covid-19-agrava-la-dificil-vida-de-las-personas-en-condicion-de-calle/#:~:text=Al%20igual%20que%20%E2%80%9CEI%20negro,Alajuela%20y%20Cartago%20tienen%206%25>.
- [2] C. Ugalde, “La indigencia en Costa Rica”, De la Mano con la Calle, Feb. 2020. [En línea]. Disponible: <https://www.delamanoconlacalle.com/guias/contexto-indigencia-cr>. [Acceso Sep. 23, 2020].
- [3] C. Rojas, “Indigencia en San José: expresión de la exclusión social y el desarraigo”, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica, 2006. [En línea]. Disponible: <http://www.ts.ucr.ac.cr/binarios/docente/pd-000191.pdf>
- [4] A. Mora, “Personas en situación de calle: la problemática invisible que es la más visible de todas”, en Delfino CR, Jun.2019. [En línea]. Disponible: <https://delfino.cr/2019/06/personas-en-situacion-de-calle-la-problematica-invisible-que-es-la-mas-visible-de-todas>
- [5] J. Solano, “Indigencia golpea al país: 90% de ellos están en edad productiva”, en CRhoy.com, Abr. 2019. [En línea]. Disponible: <https://www.crhoy.com/nacionales/indigencia-golpea-al-pais-90-estan-en-edad-productiva/>
- [6] M. Rodríguez, “San José alberga 7 de cada 10 indigentes”, en CRhoy.com, Ene. 2020. [En línea]. Disponible: <https://www.crhoy.com/nacionales/san-jose-alberga-a-7-de-cada-10-indigentes/>
- [7] P. J. Cabrera. Rodríguez, “Exclusión social: contextos para un concepto”, Revista de Treball Social, Abr., pp. 9-21, 2007.
- [8] M. A. Mosquera-Villegas, “De la Etnografía antropológica a la Etnografía virtual. Estudio de las relaciones sociales mediadas por Internet,” Fermentum. Revista Venezolana de Sociología y Antropología, 1 de Septiembre 2008.

- [9] Teletica, “Documental sobre los indigentes en Costa Rica”, Oc. 31 , 2009. [Vídeo]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=CSImNgxhUAg&t=13s>. [Acceso Oct. 01, 2020].
- [10] J. González, “HOMELESS / San José / Costa Rica/ ayudando personas de la calle sin hogar/”, Oct. 29 , 2016. [Vídeo]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=zDGjBsQXLkc>. [Acceso Oct. 01, 2020]
- [11] Noticias Repretel, “Dos indigentes murieron a causa del frente frío”, Ene. 04 , 2018. [Vídeo]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=yENcRH6uFIM>. [Acceso Oct. 01, 2020]
- [12] Noticias Repretel, “Conocemos o que vive un drogadicto y un alcohólico en la primera semana sin consumir”, Ene. 28 , 2016. [Vídeo]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=Jj6UKG0vk1o>. [Acceso Oct. 01, 2020]
- [13] Noticias Repretel, “Indigentes enfrentan difícil panorama de agresión”, Feb. 19, 2015. [Vídeo]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=y2Bysdb0Mf4>. [Acceso Oct. 01, 2020]
- [14] Diario Ya CR, “Nota sobre Indigencia en Costa Rica”, Jul. 31, 2020. [Vídeo]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=fynY3clBE6Y> . [Acceso Oct. 01, 2020]
- [15] L. Rocha-Chiu, “La Ingeniería de Valor en los Proyectos de Construcción”, en Compilación de Artículos de Investigación, Azcapotzalco, Ciudad de México, Red Académica Internacional UADY, UAM, WPI, TAMU, ICA, e invitados., 2010, pp. 16-31.
- [16] B. Martin and B. Hanington, Universal Methods of Design, Beverly: Rockport Publishers, 2012.
- [17] A. Núñez, “Iniciativa “Chepe se baña” recibe donaciones para personas en condición de calle”, en La República, Jul. 2019. [En línea]. Disponible: <https://www.larepublica.net/noticia/iniciativa-chepe-se-bana-recibe-donaciones-para-personas-en-condicion-de-calle>
- [18] J. T. Franco, “Sin luz natural no hay buena arquitectura: ¿Cómo promover diseños moldeados y nutridos por la luz?”, Plataforma Arquitectura, 9 Diciembre, 2019. [En línea]. Disponible: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/926238/sin-luz-natural-no-hay-buena-arquitectura-como-promover-disenos-moldeados-y-nutridos-por-la-luz>. [Acceso Ene. 20, 2021].
- [19] H. Burchardt, “¿Por qué América Latina es tan desigual? Tentativas de explicación desde una perspectiva inusual”, Nueva Sociedad, 1 Mayo, 2012. [En línea]. Disponible: <https://nuso.org/articulo/por-que-america-latina-es-tan-desigual-tentativas-de-explicacion-desde-una-perspectiva-inusual/>. [Acceso Ene. 20, 2021].
- [20] A. M. Reyes-Fabela y R. Pedroza-Flores, “Retos de la formación profesional del diseñador industrial en la Cuarta Revolución Industrial (4RI)”, Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo, Ciudad de México, 2018.



# Diseño de sistema seguro de objetos inteligentes para el trayecto y espera de autobuses en Costa Rica

*Design of a secure system of smart objects for the journey and wait of buses in Costa Rica*

Nicole De-Vries-Gamboa<sup>1</sup>, Valeria Jiménez-Quirós<sup>2</sup>, Diana Vega-Vega<sup>3</sup>

N. De-Vries-Gamboa, V. Jiménez-Quirós, D. Vega-Vega, "Diseño de sistema seguro de objetos inteligentes para el trayecto y espera de buses en Costa Rica", *IDI+*, vol. 4, no 1, Jul., pp. 22-35, 2021.

 <https://doi.org/10.18845/ridip.v4i1.5774>

Fecha de recepción: 18 de diciembre de 2020

Fecha de aprobación: 1 de febrero de 2021

## 1. Nicole De-Vries-Gamboa

Estudiante de Ingeniería en Diseño Industrial  
Instituto Tecnológico de Costa Rica  
Cartago, Costa Rica  
nicole.devriesgamboa@gmail.com

 0000-0003-2694-0896

## 2. Valeria Jiménez-Quirós

Estudiante de Ingeniería en Diseño Industrial  
Instituto Tecnológico de Costa Rica  
Cartago, Costa Rica  
valejq21@gmail.com

 0000-0002-5422-8487

## 3. Diana Vega-Vega

Estudiante de Ingeniería en Diseño Industrial  
Instituto Tecnológico de Costa Rica  
Cartago, Costa Rica  
dsvegavega@gmail.com

 0000-0002-5434-447X

## Resumen

Según la investigación realizada en este proyecto, se demuestran muchas deficiencias en el servicio del transporte público en Costa Rica, entre ellas, la percepción de inseguridad, situación que deja una amplia posibilidad para diseñar objetos inteligentes que ayuden a solventar esta problemática. Después de realizar pruebas que determinan las necesidades y requisitos más relevantes, se plantea la creación de OS bus stop y OS bus sign. Ambos objetos brindan seguridad al contar con iluminación y una cámara. El bus stop permite acceder a información concerniente al servicio y posee un botón de emergencia. Mientras que el bus sign (ubicado en el trayecto) muestra la dirección en la que se encuentran las distintas OS bus stops.

Además, se agrega un GPS a los autobuses, para que, desde los bus stops, se pueda acceder a su ubicación y, por ende, tiempo de espera. El OS bus stop cuenta con un asistente inteligente en la pantalla con el fin de proporcionar una guía para quienes no sepan cómo utilizar el sistema, lo que permite un aprendizaje más rápido de la interfaz y, en caso de duda, obtener respuestas durante el uso.

Para este proyecto, se completan seis etapas que corresponden a las fases fundamentales del proceso proyectual. Se plantea el concepto, el diseño y la forma de solucionar su desarrollo como producto, además, se realiza una validación virtual, por medio de la simulación de diseño presentada en un vídeo. Esto para comprobar los aspectos de todas las etapas trabajadas y llegar a una síntesis del sistema.

## Palabras Clave

Objeto inteligente; parada de autobus; seguridad; diseño; transporte público

## Abstract

According to the research carried out, it was proved the existence of many deficiencies in the public transport service in Costa Rica, such as the perception of insecurity, which left a great possibility to design smart objects that help solving this problem. After carrying out tests to determine the most relevant needs and requirements, the creation of OS bus stop and OS bus sign was proposed. Both objects provide security by having lighting and a camera. The bus stop allows access to information concerning the service and has an emergency button. While the bus sign (located on the route) shows the direction in which the different OS bus stops are located.

Also, a GPS was added to the buses, so their location, and waiting time can be accessed from the bus stops. The OS bus stop has an intelligent assistant on the screen to provide a guide for those who don't know how to use the system, allowing the users to learn the use of the interface faster, and in case of any doubt they can get answers during the process.

For this project, six stages were completed, corresponding to the fundamental phases of the project process. Once the concept, the design and the process to solve its development as a product had been raised, a virtual validation of the product was carried out, through the design simulation presented in a video. This, in order to verify the aspects of the stages worked and get a synthesis of the system.

## Keywords

Smart object; bus stop; security; design; public transport

## Introducción

El uso del transporte público es una actividad común para muchas personas a diario, desafortunadamente, en este servicio existen muchas deficiencias que representan una desventaja para la seguridad de estos ciudadanos. Dicha problemática se encuentra presente tanto en el trayecto hacia la parada como en la espera en ese lugar.

Solo en la provincia de San José, se efectúan más de 2 millones de viajes de transporte público diariamente [1], además, esta zona cuenta con muchos de los espacios más inseguros del país [2]. Donde se reportan casos de asaltos, acoso físico y verbal, agresiones y otros problemas que llegan a poner en riesgo a quienes utilizan este servicio. Asimismo, muchas de las paradas presentan problemas de acondicionamiento, algunas no se encuentran iluminadas, están mal colocadas y la mayoría no cuenta con ningún tipo de seguridad [3]. Aunado a ello, la información inmediata que se brinda sobre los autobuses es reducida [4] y su disponibilidad es limitada.

Debido a lo anterior, se planteó como objetivo el diseño de un sistema de objetos inteligentes, esto hace referencia a productos de uso cotidiano que interactúan con otros productos, entornos, personas y sistemas de tecnologías de información en formas totalmente nuevas. Perciben mediante sensores una situación en un contexto-entorno y son capaces de interpretar dicha información basándose en algoritmos para actuar en consecuencia con cierto nivel de autonomía y, de esta forma, mejorar la experiencia del usuario [5]. Además, que brinden seguridad durante el trayecto hacia la parada y en la espera del bus. Se propuso un sistema compuesto por dos objetos inteligentes, pues es la forma de brindar una mejor solución, basada en el contexto real, para resolver en mayor medida la problemática presentada, que no solo contempla la espera del bus, sino también el trayecto hacia la parada. Este abordaje surge a partir de preocupaciones externadas por usuarios reales del servicio de transporte público. Con la implementación de estos sistemas, se mejoraría la seguridad de la ciudad, un pilar fundamental de las ciudades inteligentes<sup>1</sup>.

---

1 Ciudades inteligentes: aquellas que disponen de un sistema de innovación y de trabajo en red para dotar a las ciudades de un modelo de mejora de la eficiencia económica y política permitiendo el desarrollo social, cultural y urbano.

## Metodología

Para el diseño de los objetos se desarrollaron cinco etapas que incluyen métodos pertenecientes al proceso proyectual. Estas etapas y sus métodos se explican a continuación:

### 1. Conceptualizando la idea

Para iniciar, se estudió el contexto de la situación actual, quiénes son los usuarios del servicio y qué problemas se presentan en las paradas. Se determinó, por medio de investigación de fuentes secundarias, que quienes más utilizarían los objetos serían personas jóvenes [6] y que las mujeres son quienes perciben más inseguridad en el transporte público [7]. Para su comprobación, se aplicó una encuesta respecto al uso de este transporte, donde se consultó: género, rango de edad, frecuencia de uso, motivo de uso, sensación de inseguridad, motivos de esta, así como el conocimiento y el acceso a la información relacionada al servicio de buses.

Se llevó a cabo una observación de usuarios, respecto a su desarrollo e interacción al momento de ir hacia una parada de autobús y cuando ya se encuentran ahí. Además, se efectuaron entrevistas a seis personas, entre los 18 y 24 años, por medios digitales, para documentar necesidades y hallazgos útiles a nivel de diseño. Estos hallazgos se colocaron en un árbol de problemas y fueron sintetizados mediante una tabla de necesidades y requerimientos.

Seguidamente, se definió el tamaño del mercado, utilizando datos obtenidos del Instituto Nacional de Estadística y Censos de Costa Rica del 2020, para determinar la cantidad de hombres y mujeres entre las edades definidas, y luego se obtuvo el porcentaje de personas que utilizan regularmente el transporte público [8]. Más adelante, se analizó lo existente donde se estudiaron factores como la seguridad brindada, la información que presentan, la infraestructura y se establecieron aspectos positivos y negativos para tomar en cuenta en el diseño. Por último, se validaron los requisitos por medio de una encuesta.

### 2. Definiendo la funcionalidad

En la segunda etapa, se hizo un diagrama de funciones basado en el árbol de funciones previamente definido, en este se especificó cuáles debería cumplir cada uno de los objetos. Se realizó una matriz morfológica con el fin de proponer distintas opciones para solucionar los requisitos planteados. Una vez definido lo anterior, se efectuó un análisis tecnológico para determinar en específico cuáles serían los componentes por utilizar.

Además, se propusieron distintos materiales para la construcción de los objetos y se establecieron formas de interacción entre las interfaces y los usuarios; luego, se concretó el funcionamiento del producto en el contexto de uso mediante diagramas de flujo.

Posteriormente, para definir la arquitectura de los objetos, se desarrolló un diagrama de sistemas contemplando sus subsistemas, componentes y partes. Y, por último, se realizaron las primeras propuestas volumétricas por medio de bocetos a mano alzada explicando las funciones y la interacción, además, estas se validaron por medio de entrevistas con seis usuarios.

### 3. Definiendo la forma

Para la tercera etapa, se inició por definir el concepto de diseño, la descripción correspondiente, las variables consideradas, responder los 5WH (who, what, when, where, why, how), los objetivos y alcances del proyecto. Seguidamente, se realizó un análisis ergonómico, en el que se estudiaron percentiles a partir de tablas antropométricas con información recolectada en la Escuela de Diseño Industrial por el profesor Luis Carlos Araya, con el fin de determinar las medidas para la ubicación y tamaño de algunos componentes. Se determinaron los tiempos mínimos para las funciones inteligentes, además, factores por tomar en cuenta para la inclusión de poblaciones especiales y los determinantes de la interfaz. Por último, en este análisis se realizó una jerarquía de tareas, para generar un análisis de predicción del error humano y asegurarse de que fuera mínimo y solucionable.

Luego, en el análisis perceptual, se generó un vocabulario visual, que se utilizó dentro de los ejes semánticos, donde se eligió la perceptualidad que debían seguir los objetos. Más adelante, se realizó el diseño de múltiples alternativas y el datum<sup>2</sup> tomando en cuenta los requisitos planteados en la etapa anterior para seleccionar la propuesta más adecuada y empezar a desarrollarla.

### 4. Detallando la manufactura

Para la cuarta etapa, se efectuó el cuaderno técnico de la propuesta seleccionada. Se explicó con detalle todos los aspectos técnicos y los procesos de manufactura correspondientes. Se presentan las funciones inteligentes, las interrelaciones entre estas y sus interfaces. Todas las partes correspondientes a los objetos se modelan en 3D y se muestran por medio de explosos. Se detallaron los materiales por utilizar en cada parte, además, se desarrollaron manuales, tanto para el uso como para la instalación, asimismo, se realizaron planos técnicos de las partes.

Para determinar los componentes estandarizados por utilizar, la especificación del proceso de manufactura y los ensambles tanto para el bus stop como para el bus sign, se consultó con expertos del campo. Por último, se calcularon los costos generales para la elaboración de un prototipo, esto contemplando el valor de los componentes y materiales respectivos a cada objeto.

---

2 Datum: técnica que permite evaluar alternativas de diseño usando criterios de selección. Se evalúa cada criterio para determinar si las propuestas de diseño son menos efectivas, igual o mejor que el producto seleccionado como "datum".

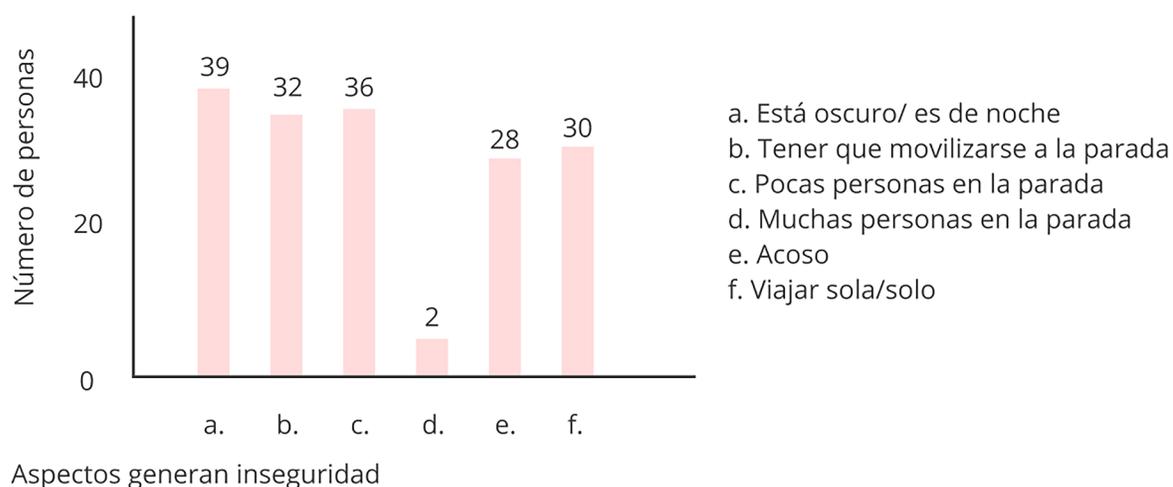
## 5. Simulación de diseño

En la quinta y última etapa, se validaron los objetos, a causa de la situación actual de pandemia y la virtualidad adoptada por los cursos, se imposibilita construir una maqueta física, por lo que la comprobación del diseño se efectuó virtualmente. Se generó un vídeo con el fin de presentar el contexto de uso y entorno que tendrían los objetos, además, los usuarios que los utilizarían. Se muestra el concepto de diseño a partir del que fueron desarrollados, se mencionan las funciones que brindan los sistemas; también la interacción requerida entre objetos y usuario para cumplir algunas de las funciones. Por último, también se muestran los sistemas y subsistemas presentes en los objetos y los materiales e insumos que se propone utilizar para la creación de la propuesta de diseño.

## Resultados

Al final de cada etapa, se obtuvieron hallazgos importantes que permitieron avanzar en el desarrollo del diseño. En la etapa conceptualizando la idea, se realizaron encuestas para definir el proyecto, en una de estas, se obtiene que el 100% (44 personas) de los encuestados utiliza el servicio de transporte público y se han sentido inseguros utilizándolo, por lo que se les preguntó qué aspectos les generan la inseguridad (ver figura 1).

### ¿Qué aspectos le han generado inseguridad?



**Figura 1.** Resultados encuesta: Transporte público, pregunta 7.

**Fuente:** Elaboración propia, 2020.

Además, se determinaron las necesidades y requerimientos que se debían satisfacer, y se categorizaron entre deseables e indispensables (ver figura 2).

Necesidad	Requerimiento	Requisito	Tipo*
Sentir seguridad de camino a la parada de bus y en esta	Que sea accesible.	Posee indicaciones audibles y sistema de braille	!
	Que el espacio se utilice eficientemente.	Distribución según el flujo de pasajeros	♥
	Que esté iluminado.	Cuenta con iluminación	!
	Que posea vigilancia.	Posee cámaras de seguridad	!
	Que sea fácil de usar.	Interfaz tangible e intangible intuitiva	!
	Que facilita la solicitud de parada del bus.	Posee sistema de timbre en la parada	♥
	Que no interfiera en la visibilidad.	Estructura o materiales que no obstruyan el entorno	♥
	Que brinde información actualizada.	Posee gps para el seguimiento de buses Posee base de datos oficial	♥ !

\* ♥ Deseable  
! Indispensable

**Figura 2.** Tabla de necesidades y requerimientos.

**Fuente:** Elaboración propia, 2020.

Una vez validados los requisitos con usuarios reales, se determinó que todos se debían mantener, pues mejorarían la experiencia de los usuarios en el uso del sistema de buses disminuyendo la sensación de inseguridad. Además, se realizó un análisis de lo existente que reafirmó la necesidad de colocar objetos análogos, paradas de buses y “postes” informativos.

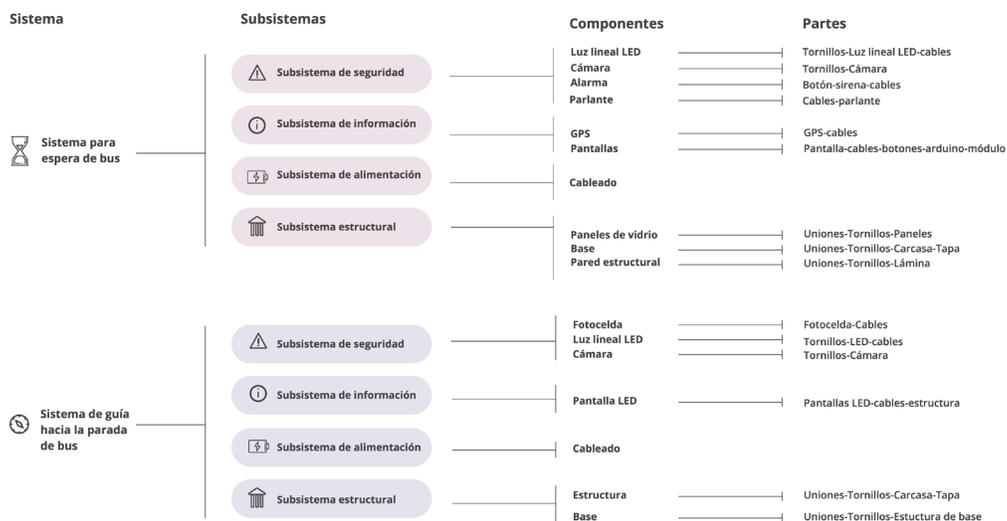
En la etapa definiendo la funcionalidad, primeramente, se establecieron las funciones que cumplirá cada producto, mediante un diagrama de funciones (ver figura 3). Se determinó que el sistema para espera de autobús tiene más funciones, ya que requería interacción con el usuario, mientras que el sistema de guía solo proporciona iluminación, muestra datos y posee un sistema de grabación (cámara).



**Figura 3.** Diagrama de funciones

Fuente: Elaboración propia, 2020.

A partir de la información recopilada en la matriz morfológica, el análisis tecnológico, la propuesta de materiales y de interacción, los diagramas de flujo y el diagrama de sistemas (ver figura 4), se realizó la validación de los primeros bocetos con seis usuarios, lo que permitió analizar las características tanto positivas como negativas que se debían tomar en cuenta para continuar con el diseño.



**Figura 4.** Diagrama de sistemas

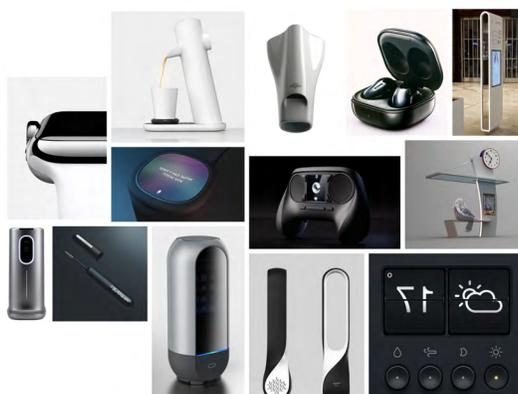
Fuente: Elaboración propia, 2020.

En la etapa de definición de la forma, se definió el concepto, con el objetivo de diseñar un sistema de objetos inteligentes que brindan seguridad durante el trayecto hacia la parada y en la espera del bus, por lo que se eligió el concepto de seguridad eficiente, con este se buscó generar una sensación de confianza a partir de sistemas diligentes<sup>3</sup> que funcionan en conjunto para este fin. Y se determinaron los alcances del proyecto:

- Plantear un proceso de manufactura eficiente para el desarrollo de los sistemas.
- Utilizar software de modelado 3D para la representación gráfica de los sistemas.
- Desarrollar una propuesta de diseño que funcione como herramienta contra la inseguridad ciudadana.

A partir del vocabulario visual y el eje semántico (ver figura 5), se determinaron las características principales para que el producto se perciba más amigable y seguro:

- Bordes redondeados y suaves.
- Materiales metálicos.
- Uso de pantallas inteligentes.
- Botones con relieve y uso de luces para que sean intuitivos.
- Uso de una cromática de colores neutros (blanco, negro, grises).
- Acabados con brillo.
- Presencia de curvas en la morfología.
- Continuidad en los objetos y estructuras.



**Figura 5.** Eje semántico curvo-moderno

**Fuente:** Elaboración propia, 2020.

<sup>3</sup> Diligente: que pone mucho interés, esmero, rapidez y eficacia en la realización de un trabajo o en el cumplimiento de una obligación o encargo. [9]



**Figura 6.** Render del OS bus stop y OS bus sign

**Fuente:** Elaboración propia, 2020.

Para la etapa de detallado de la manufactura, se realizó el modelado y render final de los objetos (ver figura 6), se especificaron las interfaces intangibles y también los materiales; para los materiales se utilizaron distintos criterios. Para el material de la estructura, la tapa y los laterales, se eligieron láminas de aluminio 6061 C de 3 mm de espesor, ya que:

- Se consigue a un bajo costo.
- Cuenta con facilidad de limpieza.
- Tiene una larga vida útil.
- Gran resistencia.
- Material con gran maleabilidad.

Para el material de la base, se determinó el uso de láminas de acero inoxidable de 3 mm de espesor, ya que cuentan con:

- Mayor resistencia y durabilidad.
- Son menos deformables.
- Soportan mayores pesos y temperaturas.

Y, por último, para los laterales se eligió el vidrio templado FUERTEX, debido a que presenta:

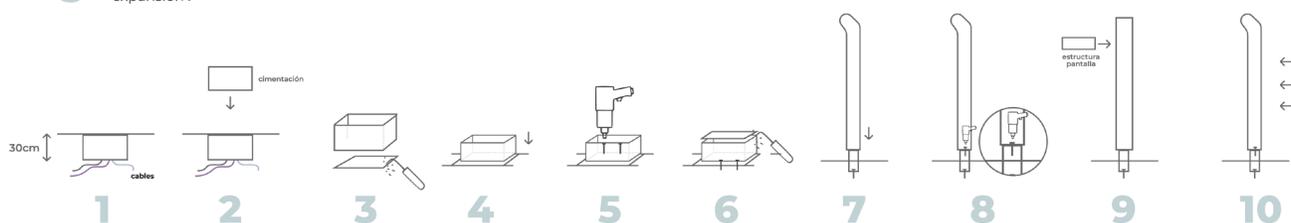
- Gran resistencia a los impactos.
- En caso de que esta sufra un rompimiento, se fragmenta en pequeñas piezas.
- Cinco veces más fuerte que el vidrio flotado normal.

Para el acabado, se propuso utilizar pintura por deposición electrostática y polimerizado<sup>4</sup>, luego, para la unión entre las piezas laterales de vidrio templado y aluminio, el uso de sellador de poliuretano para vidrios (ver figura 7).

#### OS BUS SIGN

BUS SIGN viene con las partes que se instalaron previamente ya incorporadas

- 1** Se realiza un hueco en el suelo de 30 cm de profundidad. Se seleccionan los cables de energía subterráneos específicos.
- 2** Se coloca la cimentación de concreto ya comprada.
- 3** Se solda la tapa inferior de la base a la estructura de la base.
- 4** Se colocan los dos elementos anteriores ya unidos sobre la cimentación.
- 5** Se utiliza una llave de impacto para colocar los 2 anclajes de expansión.
- 6** Se solda la tapa superior de la base a la estructura de la base.
- 7** Se coloca la estructura del bus sign.
- 8** Se utiliza una llave de impacto para colocar los otros 2 anclajes de expansión.
- 9** Se solda la estructura de la pantalla y se coloca la pantalla.
- 10** Se coloca la tapa y se acopla con los tornillos especiales.



**Figura 7.** Manual de instalación OS bus sign

**Fuente:** Elaboración propia, 2020.

Por último, en la etapa de la simulación de diseño, se observó integralmente la síntesis de todas las etapas anteriores, con el objetivo de transmitir el proceso y el valor de la propuesta de diseño, por medio de un vídeo, en el cual se observaron las mejoras que se darían en el servicio con el uso del sistema.

## Discusión de resultados

Cuando se compara el resultado obtenido, mediante el diseño de los objetos inteligentes, con lo que existe actualmente para solventar las necesidades expuestas, que presentan las paradas de buses convencionales, se puede notar que el sistema OS, del mismo modo que soluciones ya existentes, cuenta con iluminación y cámaras, sin embargo, lo que lo hace destacar a nivel de seguridad es la búsqueda de varias soluciones dentro del sistema para llegar a un resultado integral. Entre estas soluciones, se incorpora un botón de emergencia en caso de situaciones de riesgo, además, de acuerdo con estudios de inseguridad en el transporte público [11], se menciona que la incertidumbre es el primer factor que incide en las prácticas de movilidad, ya

<sup>4</sup> Pulverización electrostática: técnica para aplicación de productos químicos utilizada con el fin de lograr mayor cobertura y deposición del producto asperjado, disminuyendo la dosis requerida para el tratamiento y reduciendo la pérdida de producto químico arrojado al ambiente [10].

que la información sobre el servicio se constituye como un elemento clave en interacción con la percepción de inseguridad y las preocupaciones de las personas; es así como esta sensación de inseguridad en la calles, a causa de la falta de información, lleva a la intranquilidad e incertidumbre con su desenvolvimiento en el uso del transporte público.

Por ello, se incorpora un sistema de información que permite brindar datos confiables a los ciudadanos que lo requieran, a diferencia de los “mupis” que se encuentran actualmente en las calles, la interfaz que muestra el sistema OS cuenta con una pantalla dividida. La cual, al lado izquierdo, permite la visualización en tiempo real de la ubicación de los buses y, al derecho, muestra los buses que se encuentran a 500 metros de distancia, a los que se les puede solicitar que se detengan. Esta solicitud se realiza por medio de botones, con el fin de evitar que las personas tengan que acercarse a la calle y solicitarlo con la mano.

A diferencia de las paradas convencionales, la persona no tiene que mantenerse pendiente a la llegada del bus, pues el sistema OS le brinda la posibilidad de escanear un código con su dispositivo móvil (ya sea celular, tableta, etc.) que muestra la ubicación del autobús seleccionado. Por último, el desarrollo integral de la seguridad se da debido a que se considera tanto el trayecto hacia la parada del autobús como la espera de este, ya que, actualmente, estos dos entornos se toman como independientes, cuando en realidad se deberían buscar soluciones que involucren ambos.

Para llegar a implementar este sistema de objetos inteligentes, se considera necesario ampliar la investigación de la interacción intangible con la pantalla y tomar en cuenta qué tan viable es desarrollar una aplicación móvil. De igual forma, se debe indagar en la optimización de costos con el fin de que los objetos sean rentables para la ciudad, para esto se podría considerar un diseño modular que facilite la sustitución de las partes que puedan dañarse. Además, buscar que los proveedores de la materia prima y de los componentes del diseño sean empresas que cuenten con programas basados en la economía circular y comprometidas con el medio ambiente, lo que permitiría el reintegro de los componentes y su posible revalorización. Por último, se podría investigar cómo implementar el uso de energía renovable y así generar un menor impacto ambiental.

## Conclusiones

El desarrollo del proyecto permitió realizar distintos análisis que llegaron a hallazgos significativos, iniciando por la búsqueda de una problemática real que se vive en las ciudades actualmente, como lo es la inseguridad ciudadana, que complica el tránsito de los ciudadanos a diario; si bien es imposible eliminar inmediatamente este problema, sí se puede mitigar por medio de soluciones de diseño que aporten a un ambiente seguro.

Durante el proceso, fue de suma importancia considerar la relación o relevancia de la seguridad tanto durante el trayecto como en la espera del bus, esto debido a que fue uno de los datos más recurrentes en las encuestas y estudios realizados con posibles usuarios. A causa de esto, durante la etapa de definición de la forma que tendría la propuesta, se definió que esta constaría de dos objetos inteligentes, interrelacionados y enfocados en generar una experiencia más segura en las ciudades por medio de un diseño con funciones inteligentes.

Fue necesario definir cómo deberían percibirse los objetos de acuerdo con el concepto establecido, ya que, para este caso, los ciudadanos regularmente generan asociaciones entre espacios oscuros y la sensación de inseguridad; materiales, formas o colores con el sentimiento de seguridad y si estos son tomados en cuenta, probablemente la aceptación de los objetos inteligentes en su contexto será mayor.

Además, por medio del modelado en 3D, se genera la documentación técnica requerida para el correcto funcionamiento y la comprensión del diseño.

Si se deseara llevar a cabo el desarrollo del producto, se recomienda iniciar por una validación por medio de prototipado físico, con el fin de realizar más pruebas con usuarios e identificar posibles mejoras o deficiencias que pueda presentar el producto en su morfología y funcionamiento. De esta manera, poder integrar estas mejoras y más adelante realizar pruebas para verificar la manufactura y su viabilidad de producción.

## Referencias

- [1] Nación, “El reto del transporte público”, nación.com, [En línea]. Disponible en: <https://www.nacion.com/opinion/foros/el-reto-del-transporte-publico/6Y5CEYARFJA2LF72HBK5OW7FHA/story/> [Accedido: 30-sept-2020]
- [2] Multimedios, Estas son las paradas más peligrosas para tomar el bus en San José, [En línea]. Multimedios, Disponible en: <https://www.multimedios.cr/en-alerta/video-estas-son-las-paradas-mas-peligrosas-para-tomar-el-bus-en-san-jose> [Accedido: 30-sept-2020]
- [3] Madrigal. R, “Paradas de autobús en San José se instalan sin coordinación y provocan caos en la ciudad”, crhoy, [En línea]. Disponible en: <https://archivo.crhoy.com/paradas-de-autobus-en-san-jose-se-instalan-sin-coordinacion-y-provocan-caos-en-la-ciudad/nacionales/> [Accedido: 30-sept-2020]
- [4] Tushar.J, “What are the problems people generally face while traveling in a government bus or waiting for the bus in bus stop that can be technologically solved?”, Quora, [En línea]. Disponible en: <https://www.quora.com/What-are-the-problems-people-generally-face-while-traveling-in-a-government-bus-or-waiting-for-the-bus-in-bus-stop-that-can-be-technologically-solved> [Accedido: 30-sept-2020]
- [5] L.Araya-Rojas, “Diseño de Objetos Inteligentes”, Academia, [En línea]. Disponible en: [https://www.academia.edu/40788559/Disen\\_o\\_de\\_Objetos\\_Inteligentes](https://www.academia.edu/40788559/Disen_o_de_Objetos_Inteligentes) [Accedido: 17-diciembre-2020]

- [6] ElMundo, “Mujeres utilizan más y durante más horas el transporte público”, elmundo.cr, [En línea]. Disponible en: <https://www.elmundo.cr/costa-rica/mujeres-utilizan-mas-y-durante-mas-horas-el-transporte-publico/> [Accedido: 30-sept-2020]
- [7] L.Pereyra, A. Gutiérrez, & M. Nerome, La inseguridad en el transporte público del Área Metropolitana de Buenos Aires. Experiencias y percepciones de mujeres y varones, Territorio, [En línea]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/326162976\\_La\\_inseguridad\\_en\\_el\\_transporte\\_publico\\_del\\_Area\\_Metropolitana\\_de\\_Buenos\\_Aires\\_Experiencias\\_y\\_percepciones\\_de\\_mujeres\\_y\\_varones/fulltext/5b3c1e8ba6fdcc8506eed0e6/La-inseguridad-en-el-transporte-publico-del-Area-Metropolitana-de-Buenos-Aires-Experiencias-y-percepciones-de-mujeres-y-varones.pdf](https://www.researchgate.net/publication/326162976_La_inseguridad_en_el_transporte_publico_del_Area_Metropolitana_de_Buenos_Aires_Experiencias_y_percepciones_de_mujeres_y_varones/fulltext/5b3c1e8ba6fdcc8506eed0e6/La-inseguridad-en-el-transporte-publico-del-Area-Metropolitana-de-Buenos-Aires-Experiencias-y-percepciones-de-mujeres-y-varones.pdf) [Accedido: 30-sept-2020]
- [8] Amelia Rueda, “6 de cada 10 ticos usan transporte público, 20 puntos porcentuales debajo de la media mundial”, ameliarueda.com, [En línea]. Disponible en: <https://www.ameliarueda.com/nota/6-cada-10-ticos-usa-transporte-publico-20-debajo-media-mundial> [Accedido: 30-sept-2020]
- [9] Léxico, “diligente”, lexico.com, [En línea]. Disponible en: <https://www.lexico.com/es/definicion/diligente> [Accedido: 30-nov-2020]
- [10] Darío.I, “LA PULVERIZACIÓN ELECTROSTÁTICA DE AGROQUÍMICOS: TEORÍA, EVALUACIONES Y APLICACIONES EN EL SECTOR AGRÍCOLA”, Universidad Nacional de Colombia, [En línea]. Disponible en: [https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/11813/98525305.%202008\\_Parte1.pdf?sequence=3&isAllowed=y#:~:text=La%20pulverización%20electrostática%20es%20una,la%20dosis%20requerida%20para%20el](https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/11813/98525305.%202008_Parte1.pdf?sequence=3&isAllowed=y#:~:text=La%20pulverización%20electrostática%20es%20una,la%20dosis%20requerida%20para%20el) [Accedido: 1-dic-2020]
- [11] Pereyra, L. P., Gutiérrez, A., & Nerome, M. M. , La inseguridad en el transporte público del Área Metropolitana de Buenos Aires. Experiencias y percepciones de mujeres y varones, Territorio, [En línea]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/326162976\\_La\\_inseguridad\\_en\\_el\\_transporte\\_publico\\_del\\_Area\\_Metropolitana\\_de\\_Buenos\\_Aires\\_Experiencias\\_y\\_percepciones\\_de\\_mujeres\\_y\\_varones/fulltext/5b3c1e8ba6fdcc8506eed0e6/La-inseguridad-en-el-transporte-publico-del-Area-Metropolitana-de-Buenos-Aires-Experiencias-y-percepciones-de-mujeres-y-varones.pdf](https://www.researchgate.net/publication/326162976_La_inseguridad_en_el_transporte_publico_del_Area_Metropolitana_de_Buenos_Aires_Experiencias_y_percepciones_de_mujeres_y_varones/fulltext/5b3c1e8ba6fdcc8506eed0e6/La-inseguridad-en-el-transporte-publico-del-Area-Metropolitana-de-Buenos-Aires-Experiencias-y-percepciones-de-mujeres-y-varones.pdf) [Accedido: 30-sept-2020]