



Desarrollo de un Modelo Autónomo Para el Transporte de Jóvenes de 20 a 25 Años en la Ciudad de Ambato - Ecuador, que Utilicen el Transporte Público y/o Caminen

## Development of an Autonomous Model for Transportation of Young People from 20 to 25 Years Old in Ambato - Ecuador, who use Public Transportation and/or Walk

Diana Carolina Chavez Silva [1](#) | [ID](#) Universidad Técnica de Ambato

Andrea Cristina Goyes Balladares [2](#) | [ID](#) Universidad Técnica de Ambato

Roberto Carlos Moya Jiménez [3](#) | [ID](#) Universidad Técnica de Ambato

### HISTORIA DEL ARTÍCULO

Recepción: 21/3/2023

Recepción tras revisión: 22/5/2023

Aprobación: 21/9/2023

Publicación: 31/1/2024

### PALABRAS CLAVE

Diseño industrial, Movilidad autónoma, Desarrollo tecnológico, Vehículo automatizado, Prototipo

### ARTICLE HISTORY

Received: 21/3/2023

Received after revision: 22/5/2023

Approved: 21/9/2023

Accepted: 31/1/2024

### KEY WORDS

Industrial design, autonomous mobility, technological development, automatized vehicle, prototype

### RESUMEN

El desarrollo tecnológico del sector del transporte a lo largo de los años ha mostrado una constante evolución, permitiendo, de una manera eficiente, mejorar el desplazamiento de las personas, reduciendo los tiempos de traslado, aumentando la capacidad de usuarios, disminuyendo la emisión de gases contaminantes con la implantación de energías alternativas e innovando en el área de la tecnología con dispositivos autónomos capaces de realizar todas las operaciones necesarias para su desplazamiento. El objetivo de este documento es presentar el proceso de desarrollo de un modelo autónomo para el transporte de jóvenes de 20 a 25 años en la ciudad de Ambato/Ecuador, como alternativa a los modos de transporte público colectivo y peatonal. Para abordar este problema, se recopiló información a través de entrevistas con posibles usuarios potenciales, según el target de investigación, utilizando la metodología de startup essentials y clientogramas para definir una propuesta de valor basada en un problema identificado que correlacione, de manera formal y estética, el entorno de la ciudad. Se presenta una reflexión de los datos obtenidos de los clientes y el prototipo digital que responde a las necesidades y requerimientos de los usuarios, brindando seguridad y comodidad en los desplazamientos cotidianos, resaltando la necesidad latente en la creación de este tipo de productos.

### ABSTRACT

The technological development of the transportation system over the years has shown a constant evolution allowing, in an efficient way, to improve the movement of people, reducing travel times, increasing the capacity of users, reducing the emission of polluting gases with the implementation of alternative energies, and innovating in the area of technology with autonomous devices capable of performing all the necessary operations for their displacement. The objective of this document is to present the development process of an autonomous model for the transportation of young people between 20 and 25 years old in the city of Ambato/Ecuador, as an alternative to the collective public and pedestrian modes of transportation. To address this problem, information was collected through interviews with potential users, according to the research target, using the methodology of Startup Essentials and Clientograms to define a value proposition based on an identified problem that correlates, in a formal and aesthetic way with the environment of the city. A reflection of the data obtained from the clients and the digital prototype that responds to the needs and requirements of the users, providing security and comfort in daily commuting, highlighting the latent need in the creation of this type of products is present.

## 1. INTRODUCCIÓN

La movilidad urbana es la principal necesidad de las ciudades pues, a partir de esta se crean desplazamientos que conectan infraestructuras en donde se realizan las actividades cotidianas que dinamizan una urbe. Para el desarrollo de los desplazamientos es necesario, en primer lugar, infraestructura de movilidad; seguido de los modos de transporte, que pueden ser motorizados y no motorizados, colectivos, masivos e individuales. El automóvil, es el protagonista de la movilidad individual, es el artefacto predilecto de los ciudadanos debido al confort que brinda, la seguridad al no tener que trasladarse a una estación para conseguir una unidad. Sin embargo, debido al motor de combustión interna genera una gran cantidad de emisiones de monóxido de carbono, hidrocarburos, óxidos de nitrógeno y sustancias tóxicas como partículas finas y plomo, que generan efectos nocivos a la salud y al ambiente [1]. A partir de este problema, se han implementado estrategias que reúnen esfuerzos por fortalecer la movilidad sostenible priorizando a los peatones, ciclistas, artefactos o dispositivos de desplazamiento individual que funcionen como alimentadores y distribuidores de los sistemas masivos, como el metro y el tranvía [2]. Si bien esta última es la más amigable con el ambiente, no permite realizar extensos desplazamientos debido a la inseguridad, desgaste físico y variaciones climáticas.

La inseguridad en un contexto latinoamericano es latente en el campo de los estudios de transporte y movilidad, esta puede ser profundizada desde la perspectiva del transporte público y peatones, se menciona que los factores socioeconómico y espacial son de los condicionantes principales que participan en la vulneración de la seguridad de jóvenes y adultos, existe una limitante respecto al acceso a bienes, servicios, actividades y oportunidades ofrecidas en la ciudad de estudio para el grupo objetivo, los jóvenes adultos, esto incrementa el riesgo respecto al uso de transportes públicos o privados, al caminar o al hacer uso de medios alternativos como la bicicleta [3]. A este grupo de usuarios, universitarios en su mayoría, se presenta de forma generalizada para hombres y mujeres un elevado índice de atracos y acoso ya sea que estos se encuentren solos o en grupo, de esta manera se ven afectados social, económica y sobre todo personalmente.

A nivel mundial, la industria del transporte se encuentra en constante evolución debido a su potencial de automatización, y junto con el despliegue de las “Smart

Cities” se ha empezado a implementar sistemas de movilidad con transporte inteligente, de manera que se ha desarrollado vehículos que puedan funcionar sin conductor, es decir, de manera autónoma [4]. Es importante distinguir entre la automatización de vehículos y vehículos autónomos. La primera, corresponde a un artefacto automatizado, autopropulsado que, mediante hardware y software especializado, es capaz de ejercer el control dinámico de un vehículo o asistir la conducción de éste por un tiempo determinado, con la finalidad de mejorar la gestión respecto a la seguridad, la eficiencia energética y la experiencia de viaje; por otra parte, el segundo es aquel capaz de realizar todas las operaciones necesarias para la movilidad, incluyendo el control de los movimientos laterales y longitudinales, monitoreo del entorno circundante y responder a eventos no planificados y pilotar sin intervención humana [5].

Los automóviles autónomos pueden considerarse un avance tecnológico futurista, pero es importante conocer que esta evolución comenzó en 1994, cuando por las calles de París dos coches condujeron de forma autónoma por dos mil kilómetros de autopista, en este suceso se demostró que los automóviles podían realizar cambios de carril de forma autónoma y sin participación humana [6]. Por lo tanto, la movilidad autónoma hace referencia a un término que surge en el marco tecnológico de sistemas de conducción automatizados y seguros, por eso se considera un logro evolutivo en la industria automotriz. Para que una movilidad de este nivel sea una realidad se requieren diversas tecnologías avanzadas de producción y seguridad en todos los niveles de su proceso de diseño y ejecución [7]. El avance tecnológico requerido para un vehículo autónomo se relaciona de manera eficiente con la experiencia de usuario a través de aplicaciones que facilitan su funcionamiento y cumplen las etapas de su servicio, generalmente desarrollado en un contexto urbano y empresarial. Los ejes centrales de la movilidad autónoma se fundamentan en el desarrollo tecnológico, seguridad durante el traslado del usuario y la generación de estrategias de interacción entre usuario y producto.

La movilidad autónoma presente en un vehículo permite además imitar las capacidades humanas de manejo respecto a secuencia y control simultáneamente al reconocimiento de su entorno (autopistas, carriles, obstáculos), para controlar sus decisiones se apoya en una plataforma que concentra todos sus sensores eléctricos.

Actualmente empresas con innovación tecnológica han desarrollado y fabricado modelos con inteligencia artificial para ser una alternativa que solucione el tránsito vehicular y contribuya al medio ambiente. Sin embargo, esta innovación presenta problemas como carecer de reglamentación en varios países, esto incluye el territorio ecuatoriano; de igual manera, requiere una alta inversión de equipo en infraestructura tanto en su planta de producción como en un sistema vial adecuado, de este modo no es totalmente negativo ya que si se comparan los gastos de instalación de esta tecnología avanzada con los beneficios que se pueden obtener, estos últimos rebasan los primeros de manera que representa una gran mejora para el área de logística urbana [6].

En ese mismo sentido, es importante conocer las funciones operativas fundamentales de un sistema vehicular autónomo; para estimar el movimiento y dirección del vehículo se incorporan mediciones de odometría, que estima una posición relativa a su localización inicial, es bien sabido que esta proporciona una buena precisión a corto plazo, es barata de implantar, y permite tasas de muestreo muy altas, también se adicionan sensores de inercia que se respaldan principalmente por mediciones de posición global del GPS [6]. Es indispensable mantener continuamente la calibración intrínseca y extrínseca actualizándola en línea mientras opera el vehículo autónomo, la fusión de sensores se realiza en la mayoría de los sistemas actuales, especialmente cuando hay disponibles sensores complementarios como cámaras a color con buena resolución angular, sin información de distancia y dispositivos de medición de rango [8]. Con referencia a lo anterior, como requisito para los módulos de percepción de control de entorno, se necesita una correcta estimación del movimiento del vehículo y cuando este se mueve rápido o en terreno plano se produce una rotación a lo largo de los ejes longitudinal y lateral, para una buena estimación del movimiento, se incorporan todas las medidas con respecto al propio vehículo; las medidas comunes son la velocidad, la odometría, las aceleraciones, las velocidades angulares y la actitud de los sensores de inercia [9].

El objetivo principal de los sistemas de transporte autónomos es mejorar la seguridad de los usuarios en la carretera y aumentar las oportunidades de movilidad, en este sentido, se busca reducir el nivel de daño y de accidentes por completo y contribución con el medio ambiente.

En investigaciones previas se han desarrollado diversos sistemas de movilidad autónoma, [10] se propone la implementación de un sistema de navegación autónoma de anticollisiones, este vehículo es controlado a través de una placa Raspberry Pi3 Model B+ y simula su entorno a través del software MATLAB Simulink, para este modelo, se realiza un circuito limitado por líneas que evitan colisiones con obstáculos externos, para detectar su posición y posibles colisiones, el vehículo emplea una cámara que trabaja con sensores ultrasónicos conectados a una placa de Arduino Uno, es fundamental mencionar que como todo prototipo, está expuesto a un sistema caótico que puede presentar alteraciones como rectas mal captadas y trayectorias extrañas, por lo tanto, se deben realizar varias pruebas que permitan un control de todo el modelo. Otro acercamiento a sistemas autónomos [11], expone un subsistema electromecánico que trabaja de manera conjunta con un microprocesador, con esto se pretende analizar la capacidad de conocer su posición para lograr desplazarse de forma independiente desde un punto hacia otro destino seleccionado, de igual manera, para controlar un vehículo autónomo, es importante detectar mediante pruebas su capacidad para detectar y esquivar posibles obstáculos presentes a lo largo de su trayectoria con un margen de error mínimo, las pruebas que han contribuido para el correcto funcionamiento de este modelo son: Módulo GPS, brújula, sensor de ultrasonidos, motores, movilidad del vehículo, cálculo del rumbo y detección de obstáculos. Otro caso, es un vehículo autónomo impulsado por luz solar, para este modelo se combinan dos grandes campos, el de diseño y construcción, a estos se integran conocimientos de conjuntos mecánicos, eléctricos y fotovoltaicos, para cumplir los objetivos en el desarrollo de un prototipo de movilidad autónoma, se debe considerar componentes mecánicos esenciales para su correcto funcionamiento, como sistema de dirección, geometría de la dirección, suspensión, ejes de conexión, frenos, ejes de tracción, transmisión, chasis, carrocería, tren delantero y ruedas; respecto a los componentes eléctricos, se debe estudiar motores eléctricos, baterías, convertidores de potencia, sistema fotovoltaico y tecnologías auxiliares [12]. La importancia en estos proyectos radica en la multidisciplinariedad, en donde se ejecuta conocimientos de diferentes áreas técnicas y de diseño para responder a necesidades y dificultades sociales, culturales, tecnológicas y económicas presentes en las ciudades, se debe considerar al modelo como un sistema integral que requiere de controles para su funcionamiento que trabajan en conjunto con software y medios de simulación tecnológica para cumplir los objetivos planteados.

Con los avances de tecnología en la dimensión del diseño industrial, el interés en la autonomía de los dispositivos, demanda innovación en la asistencia de actividades cotidianas [13] que satisfagan las preocupaciones de una sociedad con múltiples problemas a nivel urbano, se presenta el desarrollo de una propuesta en la ciudad de Ambato en la provincia de Tungurahua, Ecuador, en donde partir de un análisis previo, general, y con la implementación de la metodología de StartUp Essentials se definió el problema de inseguridad en la movilidad en el marco de una realidad económica y social enfocada en la población estudiantil de nivel superior, jóvenes de 20 a 25 años, debido a su alta demanda de desplazamientos desde sus residencias hacia los centros educativos y el bajo poder adquisitivo para comprar un automóvil. Existen tres alternativas para el desplazamiento del público objetivo: uso de transporte público por ser menos costoso, pero se corre riesgo de ser víctima de acoso físico-verbal o de atracos; la segunda, uso de servicio privado ya sean taxis de cooperativas o unidades solicitadas por aplicaciones, pero su tarifa es elevada e incrementa aún más si se presenta un exceso de tránsito vehicular en la ciudad; y la tercera, depender de un familiar con tiempo disponible para facilitar su movilidad. Por todo lo descrito, el objetivo de esta investigación es desarrollar un modelo autónomo para el transporte de jóvenes de 20 a 25 años en la ciudad de Ambato a nivel de prototipo digital enfocado solamente en el diseño del producto.

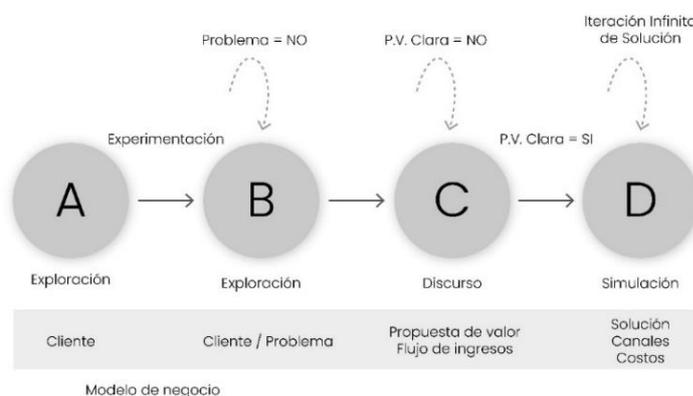
## 2. MÉTODO

A partir de implementación de la metodología estratégica Startup Essentials [14], que se rige por clientogramas con etapas de desarrollo definidas (A, B, C, D), como se observa en la Figura 1, se levantan datos de las experiencias y validaciones de clientes reales que se convertirán en futuros usuarios, con un ciclo de experimentación continua. Se ha partido de observaciones que han permitido construir y experimentar para lograr medir y analizar los datos obtenidos para determinar si es correcto perseverar, o se está a tiempo de pivotar para lograr resultados favorecedores que impulsen una idea innovadora en el medio actual. Para iniciar la construcción de la propuesta, en el primer clientograma se ha formulado un cliente y problema hipotético de acuerdo con lo antes mencionado, con una métrica meta y otra resultante, consignada a partir de entrevistas realizadas de manera virtual y en ciertos casos de manera presencial,

con preguntas filtro realizadas a público que esté en el margen del usuario objetivo, con esto es posible abordar un primer aprendizaje con clientes. En la misma fase de exploración se encuentra el clientograma B, para el cual el proceso se basó en indagaciones previas para la reformulación de la hipótesis y así nuevamente se obtuvo un aprendizaje exitoso de nuevos posibles clientes entrevistados. Es importante mencionar que para la realización de las entrevistas se formularon preguntas previamente, considerando que se necesite saber y qué elementos y experiencias serían de ayuda para construir una solución y un concepto futuro.

**Figura 1**

*Adaptación Formato clientogramas. Recreación de Startup Essentials (2016)*



La construcción de herramientas previas al clientograma C, como son el mapa de empatía, mapa de usuario y rueda de emociones han logrado una valoración ideal respecto al usuario, de esta manera el proyecto ha profundizado al conocer cómo piensan y sienten, qué observan y escuchan los usuarios, para así analizar sus esfuerzos y resultados ante el problema planteado. En ese mismo sentido, se divide en etapas las situaciones relacionadas a la movilidad de estudiantes universitarios y su proceso durante la jornada diaria, de esto se especificaron los actores y acciones realizadas junto con la experiencia que estas impregnan en el día a día del usuario. Es evidente entonces la presencia de elementos visibles e invisibles que engloban la movilidad en jóvenes adultos que serán expuestas posteriormente; así se culmina esta parte de la metodología con el clientograma C, como se puede observar en la Figura 2, en este ya se expone un antiproyecto basado en la generación de propuestas de movilidad autónoma, en esta parte se obtuvieron divisas a partir de entrevistas con clientes, así como un aprendizaje positivo.



**Figura 2**

*Adaptación Formato clientogramas. Recreación de Startup Essentials (2016)*



Realizadas las consideraciones anteriores, el proceso se ha complementado con el seguimiento de las ID cards, estas otorgan un nombre con su respectiva descripción que especifica cómo ha de realizarse cada representación de diseño organizadas en cuatro categorías, bocetos, dibujos, modelos y prototipos [7]. Respecto a los bocetos, esta herramienta parte de un boceto de idea hasta un boceto informativo, se puede presenciar la externalización de pensamientos como punto inicial y concluir en una codificación y comunicación de manera rápida y efectiva a través de gráficos de apoyo para un resultado representativo, posterior a lo mencionado se realizan representaciones digitales del producto y dibujos de detalle hasta lograr una ilustración técnica que comunique detalles técnicos realistas y así conocer los componentes del futuro producto que será manufacturado.

Como tercera parte, se encuentran los modelos que favorecen al diseñador para evaluar características de la forma, visualizar la relación entre componentes del sistema, así como los principios operacionales fundamentales y el factor ergonómico para comunicar de manera óptima el producto de diseño mediante la representación física precisa de la apariencia del mismo; el modelo de igual manera permite evaluar las herramientas requeridas para su ensamble y el ajuste adecuado para los componentes y demostrar cómo se procederá con su mantenimiento [7]. En la categoría de prototipos se explora desde un experimental hasta concluir en el prototipo de preproducción, en esta transición se modelan con precisión los componentes y se emulan los materiales de producción; su utilidad radica en la evaluación de cambios en el diseño para optimizar su desempeño combinando así la funcionalidad y apariencia del producto para su fabricación a gran escala.

Finalmente la metodología empleada en el proyecto culmina con el clientograma D, de esta manera busca finalizar con la venta del producto final o la firma de compromiso por parte del cliente para su posterior venta y

entrega; con un discurso previo de la propuesta de valor junto con el prototipo de preproducción se logra una simulación que muestra la solución a la que se ha llegado, se reafirma el cliente, problema y solución hipotética, al igual que los antes mencionados, se traza una métrica meta y resultante, a través de una conversación con clientes potenciales es posible obtener nuevamente divisas y como parte del aprendizaje se obtienen canales, egresos y flujo de ingresos.

### Tipologías existentes

Para el siguiente análisis se seleccionaron dos referentes del mercado internacional, el primero fue el i-Road de Toyota, competencia directa por las características que presenta como dirección en una sola rueda, vehículo eléctrico con una velocidad máxima de 60km/h, y como principal es su estructura en tres ruedas, a nivel formal y funcional presenta un excelente desempeño en un entorno urbano facilitando la movilidad de jóvenes y adultos, soportando hasta 140 kg con un tiempo de recarga máximo de 3 horas, respecto a su cromática se ha considerado como aporte al proyecto, los otorgados a materiales metalizados monocromáticos. Sin embargo, una de las desventajas que presenta es que se requiere previa práctica y documentación para su uso y así evitar accidentes.

El segundo referente que se considera es el Twizy de Renault, que de igual manera es una competencia directa en el mercado internacional, este se comercializa tanto en sitios oficiales y en concesionarias a nivel mundial. Entre sus características se destacan, el ser un vehículo de cuatro ruedas, con un tipo de transmisión de 4x2, igualmente es un cuadriciclo eléctrico con una velocidad máxima de 80km/h con un motor eléctrico de 13 kW, sus desventajas son el elevado costo para usuarios como estudiantes y la incomodidad para dos personas, por la posición en la que estos deberán moverse. Dentro de la ciudad en un contexto urbano permite desplazarse de manera cómoda y por sus dimensiones facilita el encontrar espacios disponibles para su estacionamiento.

En el contexto ecuatoriano, el Grupo de Investigación de Ingeniería del Transporte (GIIT) de la Universidad Politécnica Salesiana ha desarrollado el primer vehículo autónomo fabricado en América Latina, ANTA es un proyecto investigativo que trabaja con tecnología de vanguardia mediante el uso de inteligencia artificial y algoritmos, de manera que es posible garantizar una conducción segura y eficiente, este proyecto

multidisciplinario fusiona conocimiento de ingeniería automotriz, computación y electrónica, todos bajo un marco de identidad ecuatoriana a través de la investigación e innovación tecnológica; el objetivo de este vehículo es reducir el impacto ambiental generado por los medios de transporte convencionales, esto logrado por medio de la implementación de sistemas de propulsión eléctrica, automatización y optimización de energía, a la par el equipo de investigación busca generar soluciones para la movilidad de personas con discapacidad, para así complementarse en un sistema con tecnología en seguridad y control de conducción para garantizar la seguridad de los usuarios durante el transporte [8].

### Conceptualización

De manera preliminar al proceso de diseño, se construye el concepto en base a las directrices mostradas en la Tabla 1, como primer punto se ha definido nuevamente el usuario, como personas de 20 a 25 años estudiantes universitarios de preferencia; como estrategias se han agregado el análisis de referentes y la simulación de su entorno, para esto se consideraron modelos clásicos o vintage y vehículos modernos, la similitud que radica entre estos es la facilidad de uso, funcionalidad y el presentar una forma compacta, además se ha considerado referentes arquitectónicos como edificios e iglesias en los que predomina un contraste entre formas lineales y curvas, así se los ha valorado para la conceptualización del

producto y de esta manera lograr que este se entrelace con el entorno urbano de la ciudad.

De lo antes mencionado se han analizado las formas que presentan, la funcionalidad y relación con el arquetipo de vehículo de tres ruedas, así como la posibilidad de pensar en una utopía de ciudad inteligente para a futuro lograr un cambio de la realidad presente. En la tercera fase de este modelo se presentan los requerimientos y respecto a las demandas del proyecto se ha evaluado su importancia en orden descendente comenzando con la seguridad, funcionalidad, ergonomía y culminando en la percepción-estética; para seleccionar los criterios se los ha analizado en categorías respecto a su forma, cromática, los posibles materiales a considerar en su proceso de fabricación, así como su estructura, mecanismo y el valor agregado que aportará en su servicio, de esta manera se aborda la última fase, la evaluación de criterios, en la misma que se han validado los criterios analizados previamente para así definir el concepto, el cual se resume en *high tech*, describiéndolo como un tricar autónomo inspirado en morfologías vintage y contemporáneas de transporte compartido, para sintetizar lo estético - formal - funcional del pasado con el presente enfocado hacia el futuro de Ambato como una *Smart City* considerando su entorno y formas presente en ella para adaptarlo como un nuevo sistema de transporte, autónoma y segura.

**Tabla 1**  
*Conceptualización del Producto*

	Fase	Directriz	Planteamiento
1	Definición de usuario	Definir el género y edad de los posibles futuros usuarios	Género Edad Ocupación
2	Estrategias	Definir las estrategias aplicadas para el desarrollo del concepto	Referentes Entorno
3	Requerimientos	Definir los requerimientos y demandas del proyecto	Producto  Seguridad Funcionalidad Ergonomía Percepción- Estética
4	Selección de criterios	Seleccionar los aspectos formales, tecnológicos, funcionales y materiales en los cuáles se basará el proyecto	Forma Cromática Materiales Estructura Mecanismo Servicio

5	Evaluación de criterios	Evaluar y validar los criterios seleccionados	Forma Cromática Materiales Estructura Mecanismo Servicio
---	-------------------------	---	---

## 6 Definición del concepto

*Nota:* La tabla muestra un modelo de las directrices a considerar en cada fase de la construcción del concepto del producto de diseño con su respectivo planteamiento.

### Brief creativo

Como parte de los procesos de diseño, en la fase crítica analítica se ha realizado el brief creativo para guiar el desarrollo del proyecto y su futuro seguimiento. En esta etapa es fundamental describir al producto como un tricar, un medio de transporte autónomo, seguro, funcional y accesible para usuarios de 20 a 25 años de la ciudad de Ambato, así se responde a los objetivos planteados; el investigar las necesidades de los jóvenes estudiantes respecto a la movilidad y posibles expectativas para una vida de calidad sin efectos negativos como estrés o tensiones causadas por el flujo de tránsito en la ciudad o por la inseguridad como realidad actual, generar soluciones viables considerando el contexto del usuario y sus actividades diarias; así como desarrollar un producto que favorezca a este sector poblacional optimizando recursos como tiempo y dinero al movilizarse de un punto a otro en la ciudad de Ambato de manera segura y eficiente.

Por lo tanto, el mensaje que el proyecto quiere comunicar se enfoca en una autonomía total inspirada en morfologías vintage y contemporáneas para generar un medio transporte compartido, para sintetizar lo estético - formal - funcional del pasado con el presente enfocado hacia el futuro de Ambato como una Smart City considerando su entorno y formas presente en ella para adaptarlo como una nueva forma de transporte, autónoma y segura, con esto se aporta a la construcción de una solución para el problema que contempla la falta o reemplazo de medios de transporte obsoletos respecto a la movilidad para estudiantes universitarios en la ciudad, la creciente inseguridad y movilidad accesible para todos.

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Acercamiento con futuros clientes

Con la implementación de la metodología antes mencionada, al final de cada clientograma se produjo una retroalimentación donde se obtuvieron aprendizajes en base a las realidades cotidianas del público objetivo

entrevistado (clientes). Como punto de partida se obtuvieron las experiencias de los clientes, reflejadas en el clientograma A, entre ellas se destacan, la inseguridad que presenta al movilizarse en ciertos sectores de la ciudad, la necesidad de economizar en transporte, irregularidad de horarios fijos entre cada unidad lo que genera tensiones causadas por el estrés durante el tiempo de espera, en el mismo sentido, el clientograma B arrojó resultados sobre experiencias negativas en los usuarios, temor debido a experiencias previas como robos y acoso tanto físico como verbal, en las entrevistas realizadas se presentaron ventajas que aportan a la realización del proyecto, como la necesidad de un transporte compartido pero para un número reducido de usuarios, de manera específica mujeres entrevistadas presentaron sus inconvenientes por la falta de un transporte seguro para ellas.

En el mapa de empatía realizado se sostuvo un acercamiento con estudiantes universitarios, y se conoció más de cerca sus pensamientos, el acoso en transporte público

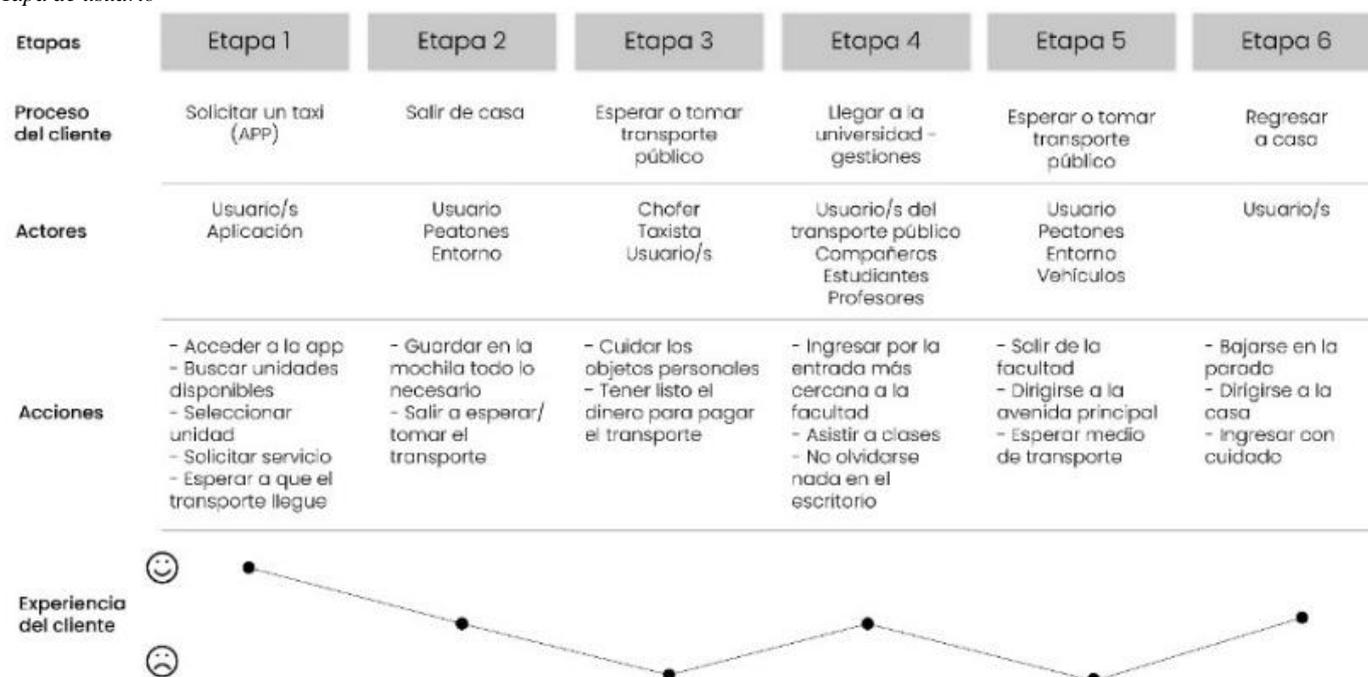
se ha normalizado y nadie actúa ante ello, falta de conocimiento de las rutas, en especial estudiantes que no conocen completamente la ciudad por lo tanto se desconoce las rutas implementadas para llegar a su destino, y cuando se encuentran ante peligro no siempre es posible compartir su ubicación. La realidad actual de la ciudad respecto a la inseguridad y la falta de organización en el sistema público de transporte ha generado desconfianza en los jóvenes estudiantes respecto a sus pertenencias.

Respecto al mapa de usuario realizado, en las diferentes etapas propuestas respecto a las actividades del usuario entorno a la movilidad se ha determinado quienes son los actores, entre ellos están los estudiantes universitarios, peatones, los choferes de transporte público y privado y el entorno que rodea toda la situación planteada en el proyecto. Las experiencias demostradas en las entrevistas han sido tanto negativas como positivas, entre las

experiencias neutras destacan las que envuelven a los estudiantes con el público general en un mismo entorno. En esta etapa también se encuentran elementos invisibles, respecto al uso de aplicaciones, no existe una garantía respecto al perfil del conductor de la unidad, la

inseguridad en las paradas de bus y falta de información respecto a las posibles rutas por las cual dirigirse, todo esto se puede evidenciar Figura 3.

**Figura 3.**  
*Mapa de usuario*



Para el clientograma C, se obtuvo una métrica resultante de 10 clientes entrevistados con divisas obtenidas que corresponden a números telefónicos y correos electrónicos; el aprendizaje extraído permite conocer la necesidad de invertir en nuevos sistemas de transporte con medios alternativos eléctricos y una oportunidad para el transporte compartido con rutas claras y horarios predeterminados para una mejor gestión vial en el casco urbano de la ciudad.

Como último punto de la metodología aplicada, se presenta el clientograma D, para esto el cliente, problema, y solución hipotética se han mantenido de la misma manera en el proyecto se ha propuesto obtener una divisa la misma que corresponde a un compromiso de compra futura mediante un acuerdo con la empresa pública a través de una dignidad representante del GAD municipalidad de la ciudad, esto también representa la métrica resultante. En esta conversación con el futuro cliente el equipo de trabajo ha presentado la propuesta, así como sus beneficios de implementarlo para mejorar y optimizar el servicio de transporte y movilidad en la zona urbana de la ciudad con una solución a la problemática

planteada de manera innovadora para el crecimiento y desarrollo de esta.

**Requerimientos del usuario**

A continuación, se exponen los requerimientos de futuros clientes, esta información forma parte de los resultados recolectados a partir de las entrevistas filtro realizadas. En la tercera fase posterior a la selección de estrategias para el desarrollo del proyecto, se definieron los requerimientos y demandas presentes en el grupo objetivo; el primero y más importante a considerar es la seguridad, de esta manera se ha propuesto un concepto amigable para brindar comodidad a los usuarios, esto de manera tangible e intangible. Como segundo punto, se encuentra la funcionalidad, es indispensable aportar a los usuarios con un servicio de transporte con un sistema óptimo que sustituya de manera correcta el actual sistema de movilidad de la ciudad, conjuntamente el factor ergonómico es importante para cubrir lo antes mencionado, con medidas adecuadas correspondiente a la media de la población de estudio.

De manera complementaria, se ha analizado la factibilidad de implementar al producto una aplicación de descarga gratuita para crear un mejor sistema servicio-producto que brinde una experiencia de usuario completa, con acciones concretas para un transporte seguro y eficaz a la orden de los estudiantes universitarios, esta aplicación ha sido propuesta para ser amigable y de fácil uso sin costos o adelantos adicionales, constituye el valor agregado de la propuesta de diseño para contribuir a la movilidad en el casco urbano de la ciudad.

## Requerimientos del producto

### Formales

De acuerdo con la construcción del concepto, con el análisis previo de referentes y preferencias del usuario, como un requerimiento formal encontramos a la simplicidad de la estructura, con una variante geometrizada, sin llevarla al extremo de lo orgánico y paramétrico, así se lo piensa más como un transporte seguro y funcional y no como una estructura diseñada desde el ego del equipo de trabajo. Con lo expresado, la forma considerada en el producto para movilidad urbana consiste en un cuadrilátero irregular, para una estructura minimalista funcional, con bordes suavizados para no perder el carácter de amigable y comunicarse de manera correcta con el usuario, además se propone optimizar en recursos de fabricación sin estructuras complejas que eleven su costo en el mercado.

### Estéticos

La percepción-estética que se ha representado se enfoca en un estilo minimalista-futurista, se prioriza un servicio seguro ante la estética como requerimiento principal. Respecto a su cromática se ha seleccionado una paleta de neutros y colores oscuros con materiales con un índice de refracción ideal para comunicar la autonomía de su sistema con tecnología avanzada, en su interior se acondicionarán materiales monocromáticos para evitar una saturación en el ambiente.

### Materiales

Materiales resistentes han sido considerados para la solución propuesta, como el uso de fibra de vidrio para la carrocería, conocido como un material ligero y que se adapta al diseño, además se contribuirá a la producción local gracias a que en la ciudad se cuenta con varios talleres que trabajan con este material; también consta de aluminio para la estructura interna, y plástico resistente como polietileno de alta densidad para el asiento y

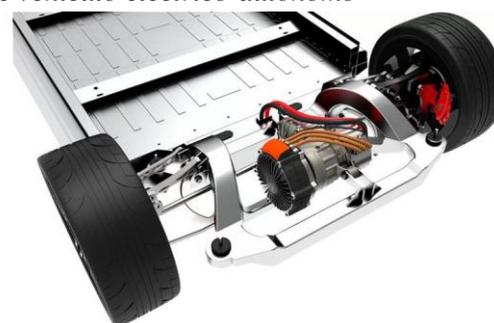
revestimiento interno, esto realizado mediante proceso de inyección.

### Tecnológicos

El prototipo de diseño está desarrollado para tener una batería de níquel-hidruro metálico con capacidad de 90 Kw y un motor con potencia de 120 CV, su tiempo de vida útil del batería estimado será variable de hasta 3000 y 5000 ciclos de carga completos, este vehículo de funcionamiento autónomo posee sistemas de guía y visión computarizada que le permite tomar decisiones de acuerdo con su entorno y obstáculos presentes en el mismo. El concepto de producto cuenta con puntos de recarga de batería en los centros comerciales de la ciudad y en entidades públicas o empresas privadas aliadas al proyecto. El sistema automatizado está diseñado con tecnología avanzada en inteligencia artificial para ser completamente autónomo sin intervención de las capacidades humanas. Entre los componentes se encuentran el motor eléctrico, sistema eléctrico inteligente con activación de acciones por medio de sensores, sistema de asistencia mecánica automatizada, batería recargable, sistema de climatización y audio y un escáner de códigos para pago rápido, siendo un servicio *contact less*. También con neumáticos que disminuyen la rodadura para de esta manera garantizar un mayor rendimiento cuando circule por superficies mojadas y secas.

### Figura 4

*Motor de vehículo eléctrico-autónomo*



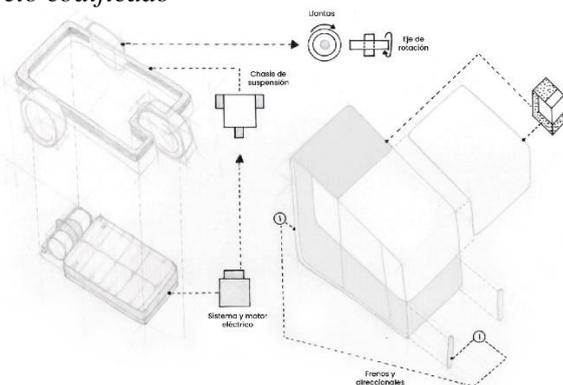
### Proceso de diseño

#### Proceso de bocetaje

Como primera intención de diseño a través del boceto de idea o servilleta se externalizaron los pensamientos considerados de acuerdo con referentes y tipologías analizadas, para el boceto referencial se profundiza en su posible apariencia, con alternativas y observaciones para futura aplicación en el producto de diseño. Para la

aplicación del método ID cards se emplea un boceto de memoria, en el cual se expanden pensamientos para fortalecer el proceso de diseño mediante mapas mentales. En la figura 6 (Anexo Fig.6) se muestra un esquema simplificado para demostrar el principio subyacente, mediante la categorización de la información, finalmente en la etapa prescriptiva se explora los detalles técnicos como mecanismos, manufactura, materiales y dimensiones, de manera representativa para comunicar de mejor manera el concepto.

**Figura 5**  
Boceto codificado



### Render de vistas

Anexo Fig.6

### Dimensiones generales

Anexo Fig.7

### Planos de dibujo

Anexo Fig.8

### Modelo

En base a los referentes y lo aprendido por parte de los clientes gracias a las entrevistas se optó por una apariencia minimalista y elegante tanto para el vehículo Kaeri como para su app complementaria, así se ha construido una plataforma, un sistema producto-servicio que permita interacciones intuitivas y amigables con el usuario y su entorno. Con la implementación de un sistema eléctrico en el vehículos se cuida el medio ambiente debido a que se disminuyen las emisiones causadas por gases de efecto invernadero, desde su producción, además, no causa contaminación auditiva, requieren de poco mantenimiento y con el asistente de ayuda la seguridad del usuario siempre será prioridad, ya que, los vehículos eléctricos

reducen el centro de gravedad aportando al auto una mayor estabilidad con menos posibilidades de volcamientos y así soportar mucho más un choque lateral. (Anexo Fig. 9)

### Sistema

Para el modelo se ha realizado de acuerdo al método de ID cards, de esta manera se ha explorado y visualizado los componentes principales, en este caso, una simulación básica del sistema eléctrico y la movilidad basada en tres ejes, con la dirección en la llanta delantera y la fuerza de empuje en sus llantas traseras así se mantiene estable en su centro de gravedad, soportando el mayor peso en el asiento donde se ubicaran los usuarios, y el mismo se compensará de mejor manera al contar con un usuario en silla de ruedas. (Anexo Fig. 10)

### Prototipo Pre-producción

En el prototipo final se ha representado de mejor manera los materiales a emplear mediante simulación de estos, con todos sus componentes, producido en escala para su respectiva valoración y así dar paso a su fabricación en serie, con una presentación detallada del producto conceptualizado culmina la realización del proyecto expuesto. (Anexo Fig.11)

### Integración con aplicación Kaeri App

Para complementar el servicio y experiencia de usuario relacionada con el producto, se ha realizado un prototipo de aplicación disponible en varias plataformas de descarga gratuita, proporciona un servicio inmediato de movilidad autónoma a los usuarios que los soliciten, en la aplicación es posible conocer quién será el acompañante en su ruta, los usuarios de Kaeri tendrán acceso a crearse un perfil que puede ser público o privado para otros estudiantes universitarios. Además, cuenta con *Mi Kaeri Wallet*, este punto ofrece una billetera electrónica para un servicio contact less, en el cual los usuarios pueden ir acumulando sus devoluciones o recargar su servicio desde cincuenta centavos en adelante, así no tienen que preocuparse de por si se presenta un gasto de última hora en la universidad o en su camino a casa. Para mayor seguridad el usuario puede enviar su ubicación a sus contactos destinados sin costo adicional, de igual manera puede seleccionar su ruta de preferencia de acuerdo con lo disponible en su billetera. La aplicación es amigable con todo tipo de smartphone al ser un sistema multi plataforma. Kaeri está en constante actualización, además de contar con el soporte de Google maps para conocer la ubicación satelital, para ser mucho

más precisa en las rutas que se puedan elegir, teniendo en cuenta el tránsito en tiempo real; al brindar todas estas posibilidades, hace que el ecosistema en el cual funciona tenga una relación directa con la experiencia del usuario, para de esta manera generar la experiencia óptima y así lograr captar muchos más usuarios que sean partícipes de esta experiencia de movilidad. Una aplicación ideal para los estudiantes, con varios beneficios, pero gratuita pensada en sus posibilidades y necesidades entorno a un transporte seguro, compartido y amigable. (Anexo Fig. 12)

#### 4. CONCLUSIONES

La estrategia de Startup Essentials ha permitido un desarrollo eficaz del proyecto, ha contribuido a conocer la manera correcta de cómo encontrar clientes, plantear y delimitar el problema, además, ha permitido aclarar y tener presente las necesidades de usuarios, así a través de un acercamiento con clientes ha sido posible experimentar propuestas de valor mediante la creación de modelos y prototipos, esto en relación con un seguimiento favorable de las ID cards las cuales aportaron al entendimiento y construcción de los requerimientos reales de posibles usuarios para generar propuestas y mejorarlas mediante la realización de bocetos, modelos y prototipos [7] para lograr una cercanía con la venta del producto y una previa experimentación con su precio, de esta manera el equipo de trabajo ha culminado el proyecto con una solución a la cual se denominó Kaeri, un transporte autónomo que impulsa la independencia de los estudiantes universitarios, el grupo objetivo sobre el cual se ha trabajado.

#### REFERENCIAS

[1] G. Osorio y R. Viganò, "Propuesta de solución bimodal al problema de contaminación vehicular urbana", *Ingeniería e Investigación*, vol. 27, pp. 143-148, diciembre 2007.

[2] Goyes-Balladares, A. C., & Moya-Jiménez, R. C, "Aprovechamiento y presentación de potencialidades sostenibles en el modelo de movilidad urbana del centro de la ciudad de Ambato", *Hábitat Sustentable*, vol. 12, no. 2, pp.66–83, diciembre 2022.

[3] L.P. Pereyra, A. Gutiérrez y M.M Nerome, "La inseguridad en el transporte público del Área Metropolitana de Buenos Aires. Experiencias y percepciones de mujeres y varones", *Territorios*, vol. 39, pp. 71-95, diciembre 2018.

[4] E. Ruiz Ranz, "La ciudad inteligente y su impacto en la vida urbana: Los nuevos sistemas de movilidad que reestructurarán el urbanismo del S.XIX. El coche

De manera utópica en relación a la realidad social, económica y cultural de la ciudad de estudio se ha construido el producto, dentro de un contexto real con experiencias compartidas que se han valorado, misma que han sido recolectadas como aprendizajes a través de entrevistas filtro con futuros clientes, el análisis efectuado con referentes clásicos y contemporáneos en cuanto a morfologías, estética y funcionalidad junto con referentes arquitectónicos de la zona urbana y con el análisis detallado de tipologías existentes y competencia directa, han sido procesos que contribuyeron a la construcción de un concepto sólido en el mismo que prima la seguridad sobre todo, de esta manera se llegó a una morfología simplificada con una geometría de cuadrilátero irregular, de esta manera se ha enfocado en cumplir su objetivo principal, movilidad urbana autónoma y segura, a nivel formal y estético se relaciona con el entorno físico de la ciudad.

Mientras que el futuro apunta hacia el transporte autónomo y sostenible, se ha mostrado la necesidad del desarrollo multidisciplinario que integre el servicio, la experiencia del usuario y la seguridad, aportando a la creación de nuevas plazas de trabajo dentro de las ramas tecnológicas, económicas y socioculturales. El del vehículo autónomo presentado para movilidad urbana multimodal invita a la empresa pública, privada y gobiernos autónomos a invertir en propuestas de innovación que fortalezcan el desarrollo urbanístico, social, ambiental y económico de la ciudad.

autónomo", tesis fin de grado, Urbanística y Ordenación del Territorio, UPM, Madrid, España, 2018.

[5] R. Campos Canales y G. Pérez, "Tecnología y recambio energético en el transporte automotor de América Latina y el Caribe", *FAL CEPAL*, vol. 8, pp. 6-8, 2018.

[6] Y. Li, M. Díaz, S. Morantes y Y. Dorati, " Vehículos autónomos: Innovación en la logística urbana", *Iniciación Científica*, vol. 4, pp. 34-39, 2018.

[7] F. Golbabaie, T. Yigitcanlar y J. Bunker (2020). The role of shared autonomous vehicle systems in delivering smart urban mobility: A systematic review of the literature, *International Journal of Sustainable Transportation*. [Online]. DOI:10.1080/15568318.2020.1798571

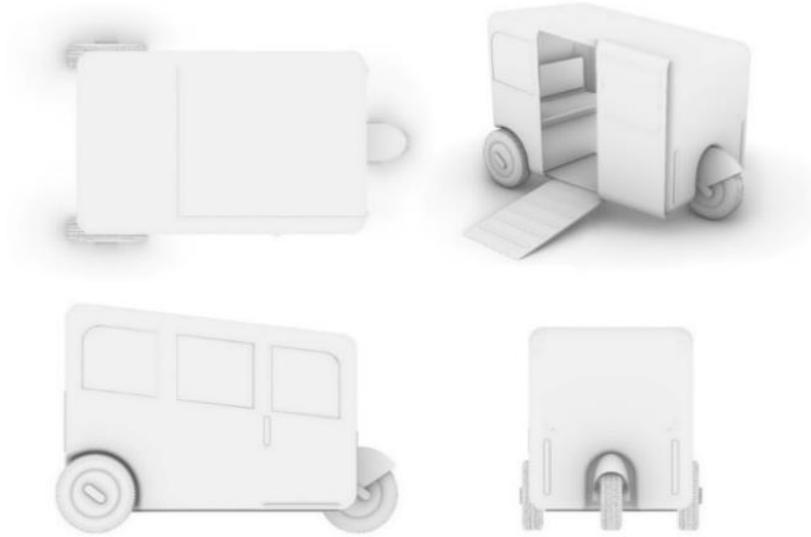
[8] Grupo de Investigación de Ingeniería del Transporte (GIIT). (2023). UPS presenta proyecto de

- investigación ANTA, primer vehículo autónomo de Latinoamérica en el sector educativo. [Online]. UPS, Cuenca, Ecuador. Disponible en: <https://www.ups.edu.ec/noticias?articleId=1713908&byid>
- [9] J. Levinson, J. Askeland, J. Becker, J. Dolson, D. Held, S. Kammel, J.Z. Kolter, D. Langer, O. Pink, V.R. Pratt, M. Sokolsky, G. Stanek, D.M Stavens, A. Teichman, M. Werling y S. Thrun, "Towards fully autonomous driving: Systems and algorithms", Intelligent Vehicles Symposium, pp. 163-168, ISBN: 978-1-4577-0890-9, 2011.
- [10] M. Schweitzer, A. Unterholzner, and H.-J. Wuensche, "Real-time visual odometry for ground moving robots using GPUs, in Proc. Int. Conf. Comput. Vis. Theory Appl.", pp. 20–27, 2010.
- [11] L. Prior Sancho, "Diseño e implementación de un sistema de control con mecanismo anti-colisiones para un vehículo autónomo", tesis fin de grado, Electrónica Industrial y Automática, UPC, Barcelona, España, 2022.
- [12] E. García, "Diseño de un prototipo de vehículo autónomo", tesis fin de grado, Sistemas de Telecomunicación, UPM.
- [13] E. Carreño, E. Vacca y I. Lugo. (2012). Diseño y fabricación de un vehículo autónomo impulsado por energía solar. Tecnura. [Online]. DOI: 10.14483/udistrital.jour.tecnura.2012.2. a08
- [14] Moya Jiménez, R., Magal Royo, T., Flores, M., Caiza, M., "Design and validation of an exoskeleton for hand rehabilitation in adult patients with rheumatoid arthritis", SmartTech-IC 2021: Proceedings of the Second International Conference on Smart Technologies, Systems and Applications, diciembre 2021.
- [15] U. Sarabia, Medium. (2016). (A. S. Essentials, Productor). [Online]. Disponible en: <https://medium.com/clientesfelices>

## Anexo

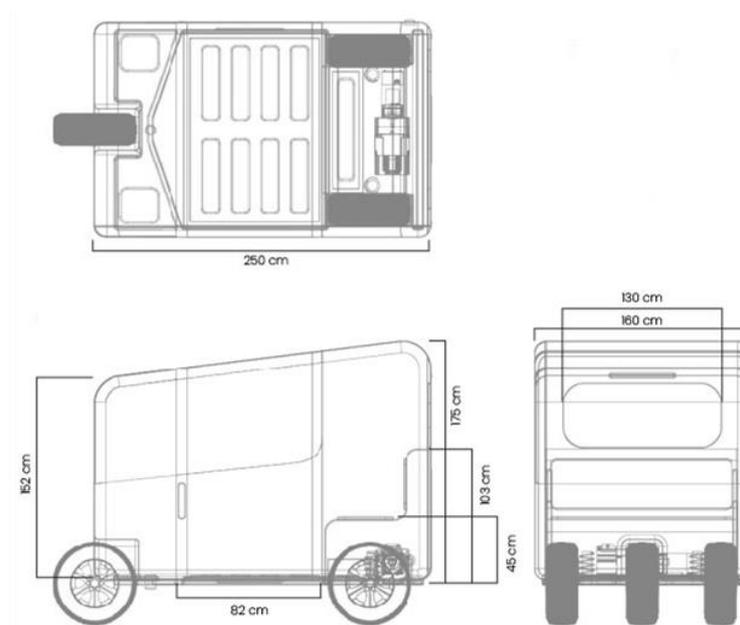
**Fig. 6**

Vistas (*superior, perspectiva, lateral, frontal*)

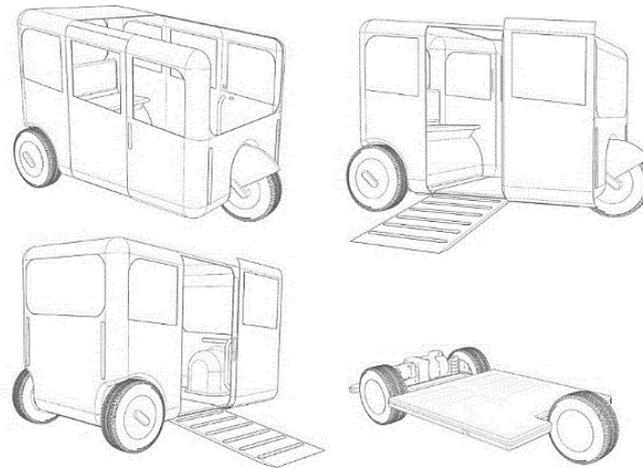


**Figura 7**

Dimensiones generales

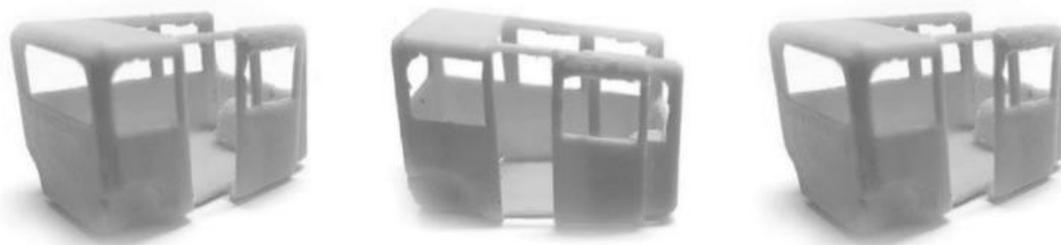


**Figura 8**  
*Dibujo de perspectivas*



*Elaboración propia 2021*

**Figura 9**  
*Modelos básicos e impresión 3D de prueba*



**Figura 10**  
*Modelo de sistema*

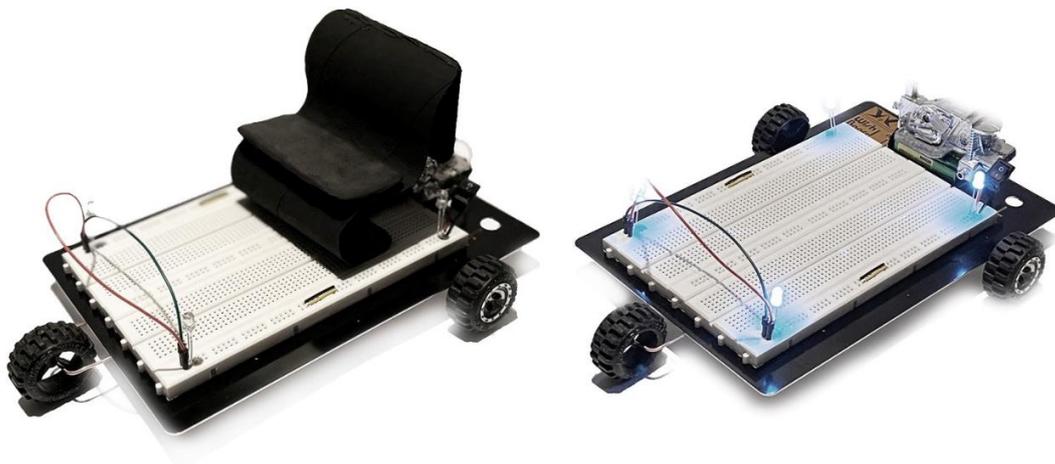


Fig 11

Modelo digital de sistema



Elaboración propia 2021

Figura 12

Mockup Kaeri App

