
Diseño de la carcasa de un cargador de pared para vehículos eléctricos

Ashley Jeanine Mejía Ulloa

Instituto Tecnológico de Costa Rica
Escuela de Ingeniería en Diseño Industrial

Informe final del proyecto para optar por el título de Ingeniería en
Diseño Industrial con el Grado Académico de Bachiller
Ashley Jeanine Mejía Ulloa

Asesor Académico:
M.Sc. Federico González Camacho

Asesor en la empresa:
Ingeniero Rafael Marín Rodríguez

Cartago, noviembre 2022

Tecnológico de Costa Rica
Escuela de Diseño Industrial
Trabajo Final de Graduación_Bachillerato | Segundo Semestre 2022

Trabajo Final de Graduación_Proyecto
Bachillerato Ingeniería en Diseño Industrial

Constancia de la Defensa

El Trabajo Final de Graduación presentado por el estudiante **Ashley Jeanine Mejía Ulloa**, carné 2018319096 para optar por el Título de Ingeniería en Diseño Industrial con grado académico Bachiller Universitario del Instituto Tecnológico de Costa Rica, titulado:

“Diseño de la carcasa de un cargador de pared para vehículos eléctricos”

ha sido defendido el día 28 de noviembre del año 2022 ante el Tribunal Evaluador y su Profesor Asesor.

Profesor Asesor

Tribunal Evaluador 1

Tribunal Evaluador 2

Noviembre, 2022



Resumen

La empresa Costa Rica Electric Vehicles (CREV), que desea innovar en movilidad eléctrica, tiene como meta lanzar al mercado un cargador de pared para vehículos eléctricos al mercado nacional. Para ello, su equipo ingenieril ha desarrollado la tecnología electrónica para hacer esta meta realidad, sin embargo, estos componentes no pueden quedar expuestos. Esto implica, que requieren de un sistema que proteja estos componentes del contexto social y entorno al que se verá sometido el producto a la hora de usarse.

Es entonces, tarea de un diseñador industrial responder a la problemática, y diseñar la carcasa que se encargara de proteger los componentes y asegurar el correcto funcionamiento del cargador. Adicionalmente, realizar una solución que por sus cualidades se distinga de las demás en el mercado.

Palabras Clave

Carcasa, vehículo eléctrico, cargador, diseño, movilidad, impresión 3D.



Abstract

The Costa Rica Electric Vehicles (CREV) company, which wants to innovate in electric mobility, has the goal of launching a wall charger for electric vehicles on the national market. For this, its engineering team has developed the electronic technology to make this goal a reality, however, these components cannot be exposed. This implies that they require a system that protects these components from the social context and environment to which the product will be subjected when it is used.

It is then the task of an industrial designer to respond to the problem and design the enclosure that will oversee in protecting the components and ensuring the correct operation of the charger. Additionally, make a solution that, due to its qualities, is distinguished from the others in the market.

Keywords

Enclosure, electric vehicle, charger, design, mobility, 3D printing



Agradecimientos

Quisiera agradecerle a mi familia por su amor, cuidado y apoyo incondicional en todas las decisiones de mi vida, a mis hermanas, a mi padre, y en especial a mi madre, ella es el pilar de mis éxitos.

Les agradezco a mis amigos de Costa Rica, por albergar y apoyar a una niña hondureña que llegó hace cinco años a este país buscando mejores oportunidades, y las encontré, estableciendo en el camino lazos con personas de corazones enormes. Son mi familia tica.

Sin ustedes, yo no estaría aquí, presenciando este momento.

Índice

1. Introducción	7
2. Definición del problema.....	8
2.1. Problemática desde el enfoque del Diseño Industrial.....	9
2.2. Oportunidad de diseño	10
2.3. Acciones e involucrados en el proceso del prototipo de cargador eléctrico.....	12
2.4. Piezas a las que la carcasa debe adaptarse	13
3. Justificación	14
4. Objetivos, Alcance y Limitaciones	15
4.1. Objetivo General	15
4.2. Objetivos Específicos	15
4.3. Alcance y limitaciones del proyecto.....	15
5. Antecedentes.....	16
5.1. Plan nacional de descarbonización del Gobierno de Costa Rica 2018-2050.....	16
5.2. Soluciones de movilidad eléctrica y gestión de carga dentro de Costa Rica.....	16
5.3. Costa Rica Electric Vehicles (CREV)	16
5.4. Competidores en el mercado Nacional	22
6. Marco Teórico.....	26
6.1. Definición de cargador para vehículos eléctricos	26
6.2. Tipos de cargadores para vehículos eléctricos	28
6.3. Grados de protección para carcasas de dispositivos electrónicos.....	29
7. Marco Metodológico	31
7.1. Descripción de la metodología	31
8. Desarrollo de la metodología	36
8.1. Investigación del mercado, Usuarios y modelos existentes	36



8.2. Especificaciones de desempeño.	53
8.3. Especificaciones de diseño	63
8.4. Ideación e invención	70
8.5. Evaluación y selección de las propuestas	76
9. Diseño detallado	79
9.1. Descripción de la <u>s</u> olución.....	79
9.2. Planos Técnicos.....	87
9.3. Descripción de manufactura y ensamble	94
10. Prototipado	97
11. Costos	102
12. Factor diferenciador.....	105
13. Conclusiones.....	107
14. Recomendaciones.....	109
15. Referencias Bibliográficas	110

1. Introducción

El presente informe engloba el desarrollo del proyecto de diseño de un producto para la empresa CREV, que parte desde la conceptualización de una necesidad y problemática, proveniente de una deficiencia en el mercado de tecnología costarricense, y el estudio de los usuarios que presentan dicha necesidad, hasta la investigación de las cualidades de desempeño que debe tener el producto, los requerimientos del diseño y la obtención de una propuesta final que dará solución a dicha problemática.

CREV es una entidad que recientemente ha entrado al mercado de accesorios para vehículos eléctricos, y desean convertirse en pioneros de desarrollo de tecnología costarricense. Permanecen constantemente creando sistemas de carga para innovar y mejorar el rendimiento de sus cargadores convencionales. Actualmente, se encuentran trabajando en la electrónica de un nuevo cargador de pared, pero requieren de una carcasa que pueda proteger el sistema de agentes externos, en un entorno definido.

En este proyecto se aborda el problema desde el diseño industrial. Obteniendo la información necesaria de la empresa y de los usuarios involucrados en el proceso, se define la problemática como el diseño de una carcasa para proteger los componentes electrónicos de un cargador para vehículos eléctricos. Para concretar una solución, se comprendió las cualidades que el producto debe tener, analizando sistemas similares, modelos industriales y métodos de ensamble y sujeción a la pared para obtener un punto de vista más objetivo del producto y utilizarlo para encontrar la solución. También se realizó consulta con profesionales de la empresa sobre la configuración electrónica, sus funciones y sistemas de anclaje.

Una vez se compiló toda la información necesaria para fabricar un producto ingenieril, se le añade la parte de diseño, donde se mantiene el contacto con el usuario, se establece el concepto de diseño, los requerimientos de diseño y se elaboran propuestas a partir de él. De estas propuestas se escogen las más fuertes y se unifican, creando una propuesta final, con descripción gráfica y prototipo, que permanece en constante mejora gracias a la iteración de la metodología.

2. Definición del problema

Después de introducirse en el mercado como una entidad que promueve la movilidad eléctrica cero emisiones, la empresa CREV se dio la tarea de evaluar el mercado de cargadores para vehículos eléctricos y discutir las necesidades y sugerencias de los usuarios finales con las agencias de automóviles que distribuyen sus cargadores, se pudo percibir que había una necesidad importante en los conductores de querer cargar sus vehículos desde casa o zonas seguras, debido a que existe un déficit de infraestructura pública de carga en partes del territorio, una de las razones principales del porque la población costarricense duda en cambiarse a un vehículo eléctrico. Diana Rivera [1], en su estudio sobre la opinión de los costarricenses ante los vehículos eléctricos en 2019, afirma que los encuestados perciben que hay poca disponibilidad de estaciones de carga públicas, limitando el acceso y restringiendo el uso de los vehículos eléctricos a ciertas zonas del país.

*“Es muestra de la necesidad de que las empresas de electricidad instalen centros de recarga, los comercios tengan estímulos para que se desarrolle una red de carga privada”
(Rivera et.al., 2019).*

Además, según experiencias previas de usuarios de vehículos eléctricos, el cargar en estaciones públicas puede ser inseguro, ya que la carga puede demorar varias horas y el vehículo queda desatendido, muchas veces encuentran el cargador desconectado del vehículo, desperdiciando horas de carga. Y obtener una estación de carga personal no es rentable, ya que su estructura es aparatosa y pueden llegar a ser muy costosas.

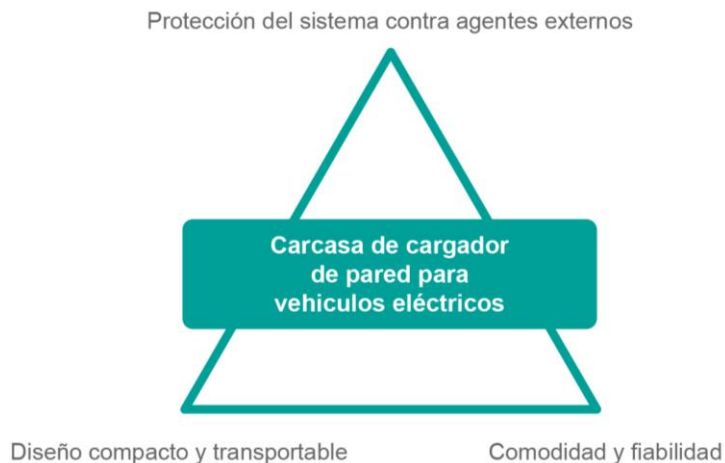
Es por lo que CREV toma esta necesidad y crea desde cero un cargador para vehículos eléctricos que permita instalarse ya sea en casa o en unas zonas comerciales de reposo para el usuario, sobre una pared o superficie, en lugares interiores o exteriores, que además facilite la instalación, desinstalación y

reconfiguración de la electrónica según los requerimientos del comprador. Para comenzar requiere de un diseñador industrial para fabricar la carcasa de dicho cargador.

2.1. Problemática desde el enfoque de Diseño Industrial

El problema que se debe resolver desde un enfoque de diseño industrial es diseñar y crear la carcasa de un cargador para vehículos eléctricos, que permita adaptarse sobre una pared y proteger la electrónica interior de condiciones externas. Este encapsulado debe adaptarse a la electrónica del cargador, debe facilitar retroalimentación de las condiciones del cargador a su usuario (Cuando está encendido, apagado, cargando o en espera), y ofrecer una experiencia de instalación y uso amigable tanto para el usuario final como para el personal de venta e instalación.

La tecnología del cargador continua en su fase inicial de prototipo, sin embargo, para fines de este trabajo, se centrará en la problemática a nivel de diseño Industrial. Se requiere que el diseño de esta carcasa cumpla con tres características vitales:



Protección del sistema contra agentes externos. Se requiere de una solución que permita aislar completamente los componentes electrónicos de las condiciones exteriores, evitar que entre sólidos y agua al sistema.

Diseño compacto y transportable. Se quiere un diseño con el tamaño adecuado para la electrónica, con un peso moderado para poder ser transportado.

Comodidad y fiabilidad. El dispositivo debe tener una interfaz sencilla, para ser fácil de usar. Y para destacar en el mercado, su modo de instalación debe ser discreto, para evitar que personas no autorizadas manipulen los componentes electrónicos y desinstalen el sistema. Adicionalmente, se debe solucionar el manejo del cable del conector del vehículo, debe enrollarse y almacenarse sin comprometer la integridad de la carcasa.

2.2 Oportunidad de diseño

La opinión de los miembros de la empresa CREV y los concesionarios de vehículos eléctricos, recolectada en una entrevista realizada el 1 de Julio del 2022 en el Congreso de Movilidad Eléctrica San José, asegura que, aunque actualmente en el mercado existen soluciones de carga en casa o en zonas de reposo, que responden a la necesidad anteriormente planteada, estas presentan algunas deficiencias.

Solo pueden colocarse en espacios techados. Ya que el grado de protección que poseen no protege contra la exposición a lluvias torrenciales y rayos ultravioleta de manera directa, por lo tanto, puede poner en riesgo los componentes electrónicos del interior. Se desea que el usuario sea capaz de colocar el cargador en zonas expuestas a cualquier condición climática, sin preocuparse por los componentes interiores.

El anclaje a la pared y acceso al interior del cargador pueden verse a simple vista. Las soluciones en el mercado presentan una debilidad al dejar las formas de acceso del cargador a simple vista, esto significa que el sistema puede ser desmontado incluso por personas no autorizadas. Sus componentes internos y anclaje a la pared deben ser discretos para evitar que personas ajenas tengan acceso.

Por otra parte, para ahorro de material y manufactura de marcos de montaje, dejan el proceso de instalación a la pared en el interior de la carcasa, por lo tanto, el usuario debe obligatoriamente exponerse a la electrónica, esto puede ser peligroso si no es realizado por un técnico profesional. Se encuentra una oportunidad de diseño, ya que se debe encontrar

una solución que permita separar el proceso de instalación a la pared del interior de la carcasa, sin indagar en mayor costo y otros materiales.

No ofrecen una solución convincente para el manejo y aseguramiento del conector. Los cables de los cargadores de pared por estándar miden de 5 a 7 metros de longitud, para poder alcanzar el conector del vehículo en cualquier posición. Sin embargo, al momento de almacenar, el usuario utiliza métodos primitivos para enrollar el cable que no son eficientes, deciden enrollar el cable en el mismo sistema, que por su peso puede ocasionar daños en el encapsulado, o el conector puede terminar en el piso, dañando su estructura.

En el mercado internacional existen opciones de cargadores de pared con un *socket* incorporado para resguardar y proteger el conector, sin embargo, estas soluciones le añaden tamaño y peso a la carcasa, haciéndola más aparatosa y difícil de transportar, por lo que es necesario reformular el problema y encontrar una mejor solución.

Síntesis Problema



La empresa CREV fabricó un sistema electrónico de carga con el propósito de lanzar al mercado un cargador de pared, sin embargo, este sistema no cuenta con una carcasa que lo resguarde del exterior, y que permita transmitir la esencia de la marca a través de su apariencia e interfaz.

Oportunidades de mejora



Adecuar el grado de protección de la carcasa a las condiciones del entorno en el cual se va a exponer el cargador.



Se necesita una forma mas eficiente de enrollar y almacenar el cable y el conector del cargador, sin comprometer la integridad de la carcasa y el presupuesto de la empresa.



Un nuevo y mejorado sistema de montaje a la pared, de manera que pueda ser realizado fácilmente por el usuario, sin que se tenga que exponer a la electrónica, pero al mismo tiempo no sea fácilmente manipulado por personas no autorizadas.

2.3. Acciones e involucrados en el proceso del prototipo de cargador eléctrico.



Figura 1. Esquema del proceso de producción a comercialización del cargador de vehículos eléctricos de pared de CREV. Elaboración propia.

2.4 Piezas a las que la carcasa debe adaptarse

Para el desarrollo del prototipo de cargador de pared, CREV desarrolló dos sistemas electrónicos con funciones diferentes, para darle la oportunidad al usuario de escoger el sistema para su cargador que se adecue a su rutina y presupuesto. La carcasa debe ser capaz de albergar cualquiera de estos dos sistemas.

Sistemas electrónicos a los que la carcasa se debe adaptar

1 Tarjeta electrónica PLUS



Tarjeta madre SMART



Conector, conexión y cable de 5 m



LED RGB



Pantalla Interior



Lector de tarjeta RFID

2 Tarjeta electrónica convencional



Tarjeta de control de carga



Conector y conexión



Medidor Smart



Pantalla Interior



LED RGB

Figura 2. Descripción de piezas electrónicas a las que la carcasa debe adaptarse. Elaboración propia.

3. Justificación

Según cifras del informe Estado de la Movilidad Eléctrica 2019 [17] se estima cerca del 22% de las emisiones de CO₂ fueron producidas por el sector transporte en la región. Costa Rica firmó el acuerdo de París en el 2016, comprometiéndose para realizar acciones que permitan contrarrestar los efectos del cambio climático, y reducir el impacto ambiental que ocasiona el estilo de vida actual de sus habitantes.

Por lo tanto, la industria paulatinamente se adapta a la necesidad del país y enfocan su modelo de negocios en la situación y contexto actual, presentando una oferta de vehículos cero emisiones de transporte individual, transporte público y de carga. Frente a la creciente demanda, surge la necesidad de fabricar e implementar accesorios y centros de carga para vehículos eléctricos de uso público y privado, como una oportunidad de desarrollo en el mercado de la movilidad eléctrica.

CREV se enfoca en esta nueva oportunidad, generando productos de carga y mantenimiento de vehículos eléctricos, de distintas modalidades, enfocados en diversos usuarios y estilos de vida, promoviendo así el uso de este medio de transporte en su cotidianidad. Sin embargo, la empresa todavía se encuentra en una fase de descubrimientos, y con el aporte de la Ingeniería en Diseño Industrial y sus cimientos en la creación de tecnología que soluciona problemas, será capaz de producir y lanzar al mercado productos no solo funcionales y sostenibles, sino también unificados, empáticos y enfocados en el ser humano.

Con el proyecto a elaborar, se abre la puerta a crear un entorno óptimo para el uso de vehículos eléctricos en el país, ya que el usuario tendrá la posibilidad de acceder a centros de carga de manera conveniente, y cargar el vehículo desde la comodidad de la casa, oficina o complejo de residencias. El producto permitirá adaptar cualquier espacio en un centro de carga, con la protección necesaria para proteger los componentes de agentes externos.

4. Objetivos, Alcance y Limitaciones

4.1 Objetivo General

Diseñar la carcasa que proteja los componentes electrónicos del prototipo de cargador de pared para vehículos eléctricos de la empresa Costa Rica Electric Vehicles (CREV).

4.2 Objetivos Específicos

- Proponer una carcasa que se ensamble adecuadamente a las configuraciones electrónicas propuestas por la empresa y que permita la adición y correcto desempeño de dichos componentes.
- Brindar resistencia y protección al sistema electrónico contra los agentes externos que puedan ocasionar vulnerabilidades en el dispositivo.
- Crear una carcasa que permita un montaje efectivo en superficies sin comprometer la integridad del sistema y sus componentes electrónicos.
- Proveer una interfaz fácil de utilizar para el usuario y aislante de los componentes electrónicos.

4.3. Alcance y limitaciones del proyecto

Se realizará un informe detallado del proceso de diseño, asimismo se realizará un prototipo alfa. Para el prototipo de cargador se requerirá de un único ejemplar que permita el testeado de la electrónica interna y sus funciones. Por lo que se va a requerir de un modelo digital funcional y un modelo físico que funcione como prototipo para testeado de las funciones del cargador.

Como limitaciones se encuentra la realización de un producto final con todas las especificaciones reales de producción.

5. Antecedentes del proyecto

5.1. Plan Nacional de Descarbonización del Gobierno de Costa Rica 2018 – 2050

El Plan Nacional de Descarbonización del Gobierno de Costa Rica 2018 - 2050 se define como el proyecto base para los cambios transformacionales en el modelo de desarrollo de la economía del país, comenzando por la abolición del uso de los combustibles fósiles en todos los sectores económicos, ya que se ha demostrado que no son recursos sostenibles para el progreso del país.

Para movilizar las acciones del plan se estableció un objetivo principal a largo plazo, lograr la descarbonización completa del sector económico para el año 2050, alcanzando el nivel más bajo de emisiones consistente con la meta climática global establecida en el Acuerdo de París de mantener el incremento de temperatura global a menos de 2°C. Para lograr un objetivo de esta magnitud, se deben cumplir metodologías estrictamente, que sugieren realizar cambios institucionales, tecnológicos y de reestructuración en una economía que solamente continúa creciendo, esto implica realizar inversiones en investigación y tecnología para actualizar sectores que presentan un rezago en infraestructura, como lo es el sector transporte.

Según el Plan de Descarbonización dentro del país, el transporte es el sector de mayores emisiones y de más rápido incremento de estas, ya que el sector de transporte público no cumple efectivamente con la demanda de rutas, esto provoca un aumento en la compra de transportes de uso privado, incrementando la demanda de combustibles. Se ha establecido la electrificación del sector transporte, como una medida efectiva para la descarbonización, utilizando de referencia un proyecto exitoso como la descarbonización del sector de energía eléctrica. De manera que esta medida se debe lograr manteniendo limpia la generación y a costo accesible.

Para este 2022 se plantea generar promoción a gran escala de la oferta disponible de tecnología de movilidad eléctrica y sus

beneficios, para divulgación y aumento de la demanda en este sector, así como generación de inversiones en investigación de tecnologías que permitan el correcto desempeño de vehículos cero emisiones en las carreteras, específicamente componentes, cargadores, herramientas de mantenimiento, repuestos, estaciones y electrolineras, así como capacitación de personal experto.

“Aunque la huella de carbono de Costa Rica es diminuta en comparación con la de otros países, Dobles tiene una meta más alta en mente: eliminar los combustibles fósiles mostraría al mundo que un país pequeño puede ser líder en enfrentar un problema formidable y mejorar la salud y el bienestar de sus ciudadanos.”

(New York Times, 2019)

5.2. Soluciones de movilidad eléctrica y gestión de carga dentro de Costa Rica

Ante la necesidad de nuevas soluciones sostenibles para reemplazar la dependencia de combustibles fósiles, y el incremento de la flota de vehículos eléctricos en las carreteras, la Asociación Costarricense de Movilidad Eléctrica estableció un Congreso de Movilidad Eléctrica en San José, donde se reunieron empresas relacionadas con vehículos cero emisiones, entidades gubernamentales y equipos de educación e investigación para discutir sobre los pasos a seguir en el desarrollo de la tecnología sostenible en el país.

Se realizó un Panel sobre las soluciones de carga y la tecnología de carga disponible en el país, con diferentes miembros expertos en el tema para fundamentar argumentos y dar su opinión. Lo destacable de este panel se describe a continuación:

- Según la Dirección de Energía del MINAE, para mayo del 2022 existen 5397 vehículos eléctricos, según el diario La República, once agencias automovilísticas dentro del país ofrecen 28 modelos en las diferentes categorías (sedan, crossover, SUV), y el avance de la compra de estos vehículos se ve influenciado por los estímulos fiscales y de circulación y facilidades bancarias de pago.

También, destaca el impulso de infraestructura de recarga de autos eléctricos, algo que ha permitido la instalación de más de 200 puntos a nivel nacional. Partiendo de la ley 9518¹ y con apoyo del ICE, se plantea ampliar la infraestructura de soluciones de carga por todo el territorio nacional, haciendo énfasis en las zonas fuera de la Gran Área Metropolitana.

- La empresa Top Energy, se ha posicionado en el mercado como la empresa líder en ingeniería de soluciones de carga, es la distribuidora oficial de cargadores importados para vehículos eléctricos, marcas reconocidas de cargadores como Wallbox se han introducido al mercado costarricense, ofreciendo un servicio de 360° con asesoría técnica de venta, instalación, mantenimiento, soporte pre y post venta de cargadores para vehículos eléctricos.
- Uno de los retos más importantes a resolver para los desarrolladores de cargadores, es satisfacer las necesidades y resolver la problemática de buscar una solución de carga para usuarios de vehículos eléctricos que residen en condominios o zonas residenciales compartidas, que poseen una barrera de espacio y tecnología disponible para cargar su vehículo.
- El Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) posee la red de cargadores rápidos más grande de Costa Rica. Según Roberto Quirós, coordinador de movilidad eléctrica, el ICE busca que Costa Rica se convierta en un destino turístico cero emisiones. Para ello se plantea construir una alianza entre entidades públicas y privadas para la implementación de más centros de carga alrededor del país, para ello se necesita la mejora de la infraestructura e inteligencia de la red que conecta todos los sistemas, este proyecto se verá implementado a más tardar finales del 2024 con colaboración del proyecto Rutas Eléctricas Costa Rica.

¹ La ley No. 9518 crea el marco normativo para regular la promoción del transporte eléctrico en el país y fortalecer las políticas públicas para incentivar su uso dentro del sector público y en la ciudadanía en general.



Imagen 1. El panel de “Soluciones de carga y gestión de cobro en Costa Rica” se dio en el Congreso de Movilidad eléctrica 2022 en San José, dirigido por ASOMOVE y el CFIA, al cual asistieron entidades importantes de la industria del transporte para discutir el futuro de la movilidad eléctrica en el país. Fuente: ASOMOVE.

5.3. Costa Rica Electric Vehicles (CREV)

CREV es una microPYME nacional distribuidora de productos tecnológicos para medios de transporte eléctricos, su principal actividad es diseñar sistemas de carga inteligente, entablando una correcta comunicación entre el cargador, el usuario y su vehículo, a través de interfaces intuitivas y fáciles de usar.

CREV nace en el 2020 gracias a la destreza de dos ingenieros egresados del Tecnológico de Costa Rica, con la intención de ser pioneros en el desarrollo de cargadores para vehículos eléctricos hechos con tecnología nacional, utilizando piezas preexistentes en el mercado. Esta acción funciona como incentivo para promover el uso de vehículos eléctricos en las carreteras de Costa Rica. Entre los logros de la empresa se encuentran la introducción al mercado de cargadores para vehículos basados en diferentes necesidades, más fáciles de adquirir que los cargadores importados, incluyendo cargadores públicos y

estaciones de carga montables, modelos de cargador portátil y adaptadores.

La empresa se ha enfocado en la diversificación de las funciones de su cargador para que se ajuste a diferentes usuarios y escenarios. Y actualmente, CREV busca innovar en el desarrollo de productos y expandir su oferta de dispositivos de carga, actualizando sus cargadores portátiles de uso personal y desarrollando un nuevo cargador de pared para vehículos eléctricos, con tecnología diseñada por ingenieros costarricenses, que permita mejorar sus características de valor y elevar su posición como marca en el mercado.



Imagen 2. Características de valor que actualmente poseen los cargadores de la empresa CREV. Fuente: CREV.



Imagen 3. Inventario de Productos de la empresa. Fuente: CREV.

5.3.1. Actividades de la empresa

CREV es una empresa costarricense con más de 2 años en el mercado que se dedica al diseño y venta de sistemas de carga inteligente para vehículos eléctricos, gestionando la comunicación entre el automóvil y el cargador mediante interfaces fáciles de usar.

Actividades de la empresa

Fabricación del cargador	La fabricación e instalación es propia de la empresa, y hacen la compra de materiales a proveedores en países del exterior.
Prospección y Comunicación a clientes	Vía telefónica y canales digitales, o a través de eventos particulares.
Negociación con puntos de venta	Establecen términos y condiciones entre el cliente y la empresa para un acuerdo mutuo.
Campaña de marketing	Se despliegan actividades para lograr la captación de clientes por medios, además de extender la marca.
Venta del cargador	Cierre de la venta y coordinación del traslado e instalación del equipo comprado por el cliente.
Traslado al domicilio del cliente	El producto se envía por medio de servicios de transporte.
Instalación del cargador	CREV coordina y se encarga de la instalación de los cargadores eléctricos en los puntos establecidos por el cliente.
Garantía y asesoría	Garantía de XX año para sus productos, en este tiempo se hace revisión de la satisfacción del producto, y se da asesoría.

Tabla 1. Actividades de la empresa CREV. Fuente: CREV.

5.3.2. Publico Meta

La empresa busca que su producto sea más especializado y enfocado en sectores comerciales y empresas distribuidoras de automóviles.

A través de los convenios que tiene CREV con las empresas automotrices que venden vehículos eléctricos, buscan equipar los vehículos con accesorios para facilitar, al usuario final, el uso del producto comprado y mejorar la experiencia de compra.

Parte de estos convenios comerciales CREV tiene venta exclusiva con empresas como BYD (la cual tiene un porcentaje alto en venta de vehículos eléctricos) y EV².

Características

Mercado	Costa Rica
Actividades	Diseño de productos, fabricación y comercialización, servicios de asesoría e instalación de centros de carga.
Marcas que distribuye	CREV, marca propia
Clientes	ByD, EV ² , Cori Motors, Grupo Q
Logros	El rápido crecimiento de la empresa en 3 años es prueba de la eficiencia tecnología y el adecuado posicionamiento en el mercado de sus cargadores.

Tabla 2. Características de CREV. Fuente: CREV.

5.4. Competidores en el mercado nacional

Dentro del país, existen ciertas empresas y agencias automotrices autorizadas para la venta y distribución de cargadores para vehículos eléctricos de uso personal, comercial y residencial. Sin embargo, TOP Energy S.A. y ELCO son las empresas que poseen mayor influencia en la comercialización de cargadores a nivel nacional, por lo que son de gran importancia a la hora de investigar.

Se considera que, con el aumento de la flotilla de vehículos cero emisiones en la carretera, el mercado de accesorios para vehículos eléctricos se expande. Sin embargo, es importante recalcar que CREV es una empresa cuya actividad no solo es la comercialización de cargadores, sino también el diseño de tecnología de carga por ingenieros costarricenses, aportando a la

investigación y desarrollo de dispositivos cero emisiones en Costa Rica. Esta característica les añade valor y la diferencia de sus competidores.

5.4.1. TOP Energy S.A.

TOP Energy es una empresa líder en la comercialización e instalación de cargadores y estaciones de carga para vehículos eléctricos en Costa Rica, se considera una empresa pionera en tecnología de transporte eléctrico, ya que lleva una década posicionada en el mercado costarricense como el distribuidor exclusivo de cargadores marca Wallbox y Circutor, cuyos dispositivos son reconocidos a nivel internacional.

Hasta la fecha TOP Energy ha logrado colocar más de 160 equipos en nuestro país, para clientes de uso residencial y comercial, e inclusive, en el sector energía, al colocar cargadores en la red de recarga rápida de Costa Rica.

Características

Mercado	Costa Rica
Actividades	Importación de productos, comercialización, servicios de asesoría e instalación de centros de carga.
Marcas que distribuye	Wallbox, CirControl, Circutor
Clientes	Nissan, Audi, INA, JASEC, CNFL, A y A, Dos Pinos...
Logros	Ser la empresa #1 en distribución de cargadores, colocar más de 160 equipos en el país, incluyendo cargadores en la red de carga rápida.

Tabla 3. Características de Top Energy S.A. Fuente: Top Energy.



Imagen 4. Productos que ofrece la empresa Top Energy. Fuente: Top Energy S.A.

5.4.2. ELCO

ELCO: soluciones de carga en Costa Rica, se posiciona en el mercado como el mayor fabricante de estaciones de cargadores dentro del país, asimismo, son pioneros en la exportación de estaciones de carga en países latinoamericanos.

ELCO actualmente busca innovar en el área de hogar y carga en zona residencial con tecnología 100% costarricense, introduciendo un cargador portátil y un cargador de pared tipo 'Wallbox', ambos son sistemas inteligentes duales que se conectan a internet y permiten el acceso a la plataforma de datos para verificar registros de cargas, resultados de consumo, estados de conexión entre otros.



Imagen 5. Cargadores que ofrece ELCO. Fuente: ELCO.

Características

Mercado	Costa Rica y Latinoamérica
Actividades	Diseño de cargadores, exportación de productos, comercialización, servicios de instalación de centros de carga.
Marcas que distribuye	Elco, marca propia
Clientes	Nissan, Maxus, Hyundai, ESPH, TEC de Costa Rica...
Logros	Ser la empresa líder del país en fabricación de dispositivos de carga para vehículos eléctricos.

Tabla 4. Características de ELCO. Fuente:ELCO.

6. Marco Teórico

6.1. Definición de cargador para vehículos eléctricos.

Antes de comenzar a desarrollar el proyecto, se debe definir el concepto de cargador para vehículo eléctrico Según BBVA [14], El cargador es el sistema de carga definido para los vehículos eléctricos, funciona mediante un mecanismo que permite la comunicación entre la red eléctrica y el automóvil.

El propósito del cargador es cargar la batería interna de un vehículo eléctrico. Para ello, este cargador se conecta a una red eléctrica, extrayendo energía de esta e inyectándola a dicha batería. Es importante recalcar que la tecnología de recarga es diferente según la capacidad del vehículo, el tipo (Híbrido o EV) y la marca. La potencia disponible en las conexiones a la red eléctrica y la que admita el vehículo, que se miden en kW, serán los factores que determinarán la velocidad a la que se puede suministrar electricidad a estas tipologías de vehículos. Estos factores permiten dividir la tecnología de recarga en cuatro modos.

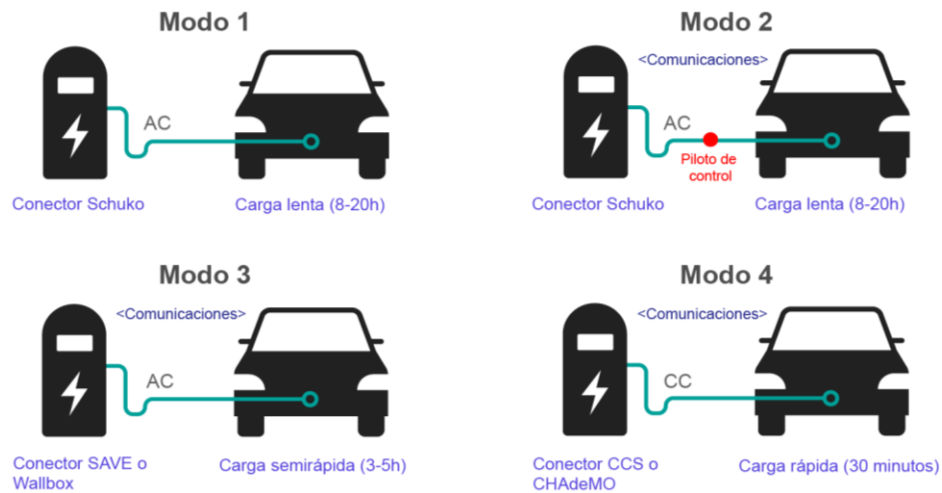


Figura 3. Modos de recarga de vehículos eléctricos. Fuente: Motor Mundial España.

6.1.1 Definición de cargador Wallbox

Es de relevancia reconocer el tipo de cargador para el que se está fabricando el encapsulado de este proyecto, en el mundo de la movilidad eléctrica se le conoce como cargador *Wallbox*.

La palabra Wallbox proviene de las palabras en inglés *Wall* que significa pared y *Box* que significa caja, este término hace referencia al sistema de recarga físico montado en una pared que proporciona corriente eléctrica al vehículo eléctrico y permite la recarga de su batería. Coloquialmente se le conoce como punto de recarga doméstico o cargador de pared, ya que estos dispositivos son una opción menos costosa y más amigable con entornos residenciales y comerciales medianos y pequeños comparados con las estaciones de recarga públicas.

Estos dispositivos se instalan en una pared o superficie, ya sea en exteriores o interiores, permite cargar tanto una moto como un coche a través de corriente alterna en Modo 3 **(Ver figura 3)**.



Imagen 6. Ejemplo de instalación de un modelo de cargador tipo *Wallbox*, usualmente para su montaje, el encapsulado del cargador debe ser abierto en su totalidad, labor que se realiza por un técnico profesional. Fuente: CTS.

6.2. Tipos de cargadores para vehículos eléctricos

El Equipo de Rutas Eléctricas de Costa Rica [X], recopiló los diferentes tipos de cargadores disponibles en el país, el resultado de esta recopilación se puede observar en la siguiente infografía.

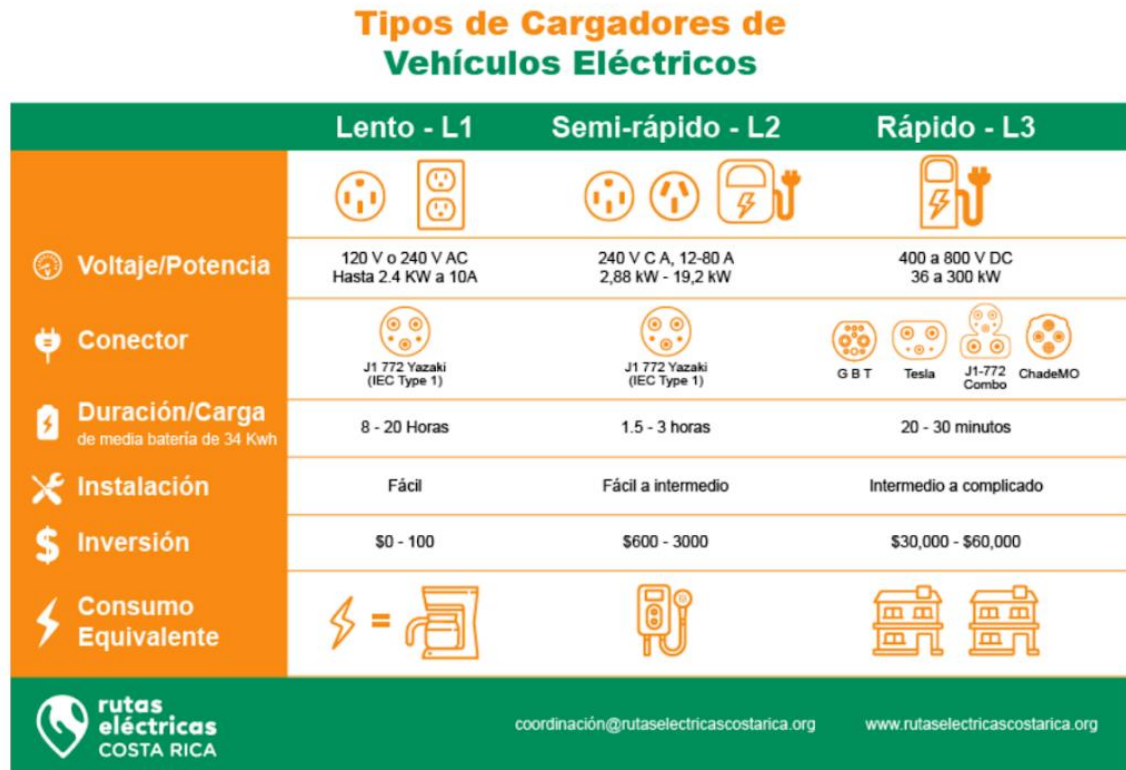


Figura 4. Infografía de tipos de cargadores para vehículos eléctricos.
Fuente: Rutas Eléctricas Costa Rica.

Es importante conocer para fines del proyecto, que el cargador tipo *Wallbox* se encuentra en la categoría de Semi-rápido L2, por lo que se encuentra dentro de las características planteadas en la figura 4, este cargador posee un conector IEC Tipo 1 que es estándar para vehículos eléctricos en Asia y América, además que su consumo de energía equivale a un dispositivo electrónico de alta tecnología y su rango de precio varía entre los 600 y 1500 dólares.

6.3. Grados de protección para carcasas de dispositivos electrónicos

Según Auer Signal [16], el grado de protección IP proviene de la norma CEI 60529 *Degrees of Protection* y proporciona información estandarizada sobre el nivel de protección que los equipos eléctricos presentan frente a la entrada de humedad y agentes externos al sistema. Los dispositivos electrónicos, principalmente los utilizados en exteriores, se ven expuestos por tiempos prolongados a ciertas condiciones ambientales y de temperatura, y estas pueden variar según el contexto y el entorno del uso del equipo, desde un router en el interior de un hogar, hasta un equipo electrónico en un poste de alumbrado público.

El grado de protección se determina con pruebas en el sistema y suele colocarse en los datos técnicos del dispositivo, con la nomenclatura La abreviatura IP significa *International Protection* y junto a esta abreviatura aparecen dos dígitos, el primero (0 a 6) indica la protección contra los agentes sólidos externos y el contacto, y la segunda cifra (0 a 9k) representa la protección contra la humedad o el agua. Si alguno de estos dígitos se desconoce, se reemplaza con una X, por ejemplo: IPX5.

1er Dígito - Contacto y partículas sólidas

0		Sin protección Sin protección particular de las personas contra el contacto directo con las partes activas o móviles
1		Protección contra el contacto con una gran superficie de más de 50 mm (por ejemplo las manos)
2		Protección contra el contacto con un dedo, o un objeto mayor a 12,5 mm.
3		Protección contra el contacto con herramientas y alambres de diametro mayor a 2,5 mm.
4		Protección contra el contacto con herramientas finas y alambres pequeños, de diametro mayor a 1 mm.
5		Protección total contra el contacto y proteccion suficiente contra partículas de polvo.
6		Protección total contra el contacto y proteccion total contra el polvo [hermético al polvo]

Tabla 5. Significado de primer dígito en abreviatura IP. Fuente: Auer Signal, Norhcliffe.

2do Dígito - Humedad e ingreso de agua

0		Sin protección contra el agua
1		Protección contra el goteo de agua (en vertical) Las gotas de agua que caen verticalmente no deben tener ningún efecto perjudicial en el equipo)
2		Protección contra el goteo de agua (inclinado) La caída vertical de gotas de agua no debe tener efectos perjudiciales cuando la envolvente está con una inclinación máxima de 15 grados con respecto a la posición normal
3		Protección contra agua pulverizada La caída vertical de gotas de agua no debe tener efectos perjudiciales con una inclinación máxima de 60 grados con respecto a la posición normal.
4		Protección contra las proyecciones de agua Agua proyectada en todas las direcciones sobre la envolvente no debe tener ningún efecto perjudicial
5		Protección contra los chorros de agua El agua proyectada con la ayuda de una boquilla, en todas las direcciones sobre la envolvente, no debe tener ningún efecto perjudicial
6		Protección contra fuertes chorros de agua Bajo los efectos de fuertes chorros de agua, el agua no debe entrar en la envolvente del equipo en cantidades perjudiciales para el equipo
7		Protección contra los efectos de la inmersión El agua no debe penetrar en cantidades perjudiciales cuando el equipo se sumerge en agua bajo las condiciones de presión y duración determinada (hasta 1 metro de profundidad durante 30 minutos)
8		Protección contra la inmersión prolongada El agua no debe entrar en cantidades perjudiciales durante la inmersión prolongada en agua (a más de 1 metro de profundidad).
9		Protección contra el agua durante la limpieza a alta presión y la limpieza a vapor en la agricultura

Tabla 6. Significado de segundo dígito en abreviatura IP. Fuente: Auer Signal, Norhcliffe.

Según la fuente citada [16] en países americanos (Canadá, Estados Unidos y México), también se utiliza comúnmente la norma NEMA 250, para describir la protección de las carcasas de los equipos eléctricos. La norma NEMA 250 posee 13 grados de protección, que se utilizan de manera diferente en comparación a los códigos IP, además la norma NEMA toma en cuenta otros factores como la resistencia a la corrosión y la carga mecánica que soporta una carcasa. Es por esto, que, al estudiar carcasas de cargadores, es posible que algunas carcasas presenten este tipo de código.

El grado de protección que obtendrá el producto a diseñar, dependerá del método de ensamble y su nivel de hermeticidad.

7. Marco metodológico

Para diseñar la carcasa de un cargador para vehículos eléctricos se debe seguir un proceso de investigación extensivo, sobre la tecnología involucrada en vehículos eléctricos y sus respectivos cargadores, además de la manufactura y mecanismos de seguridad necesarios para proteger la tarjeta y componentes electrónicos en su interior. Por eso, se considera que la naturaleza de este estudio es principalmente ingenieril, y se considera apto considerarla una investigación tipo teórico-práctica.

Asimismo, es de vital importancia indagar en las necesidades de los usuarios de este tipo de vehículo cero emisiones, que requieren utilizar el dispositivo, para la elaboración de una carcasa que resuelva la problemática establecida.

Por lo tanto, se considera que la mejor forma de obtener una solución apta al final de este proyecto es mezclar diferentes metodologías, que permitan el cumplimiento de los objetivos establecidos, tanto desde un punto de vista de ingeniería *problem-solving*, como desde el diseño que se centra en las necesidades del usuario.

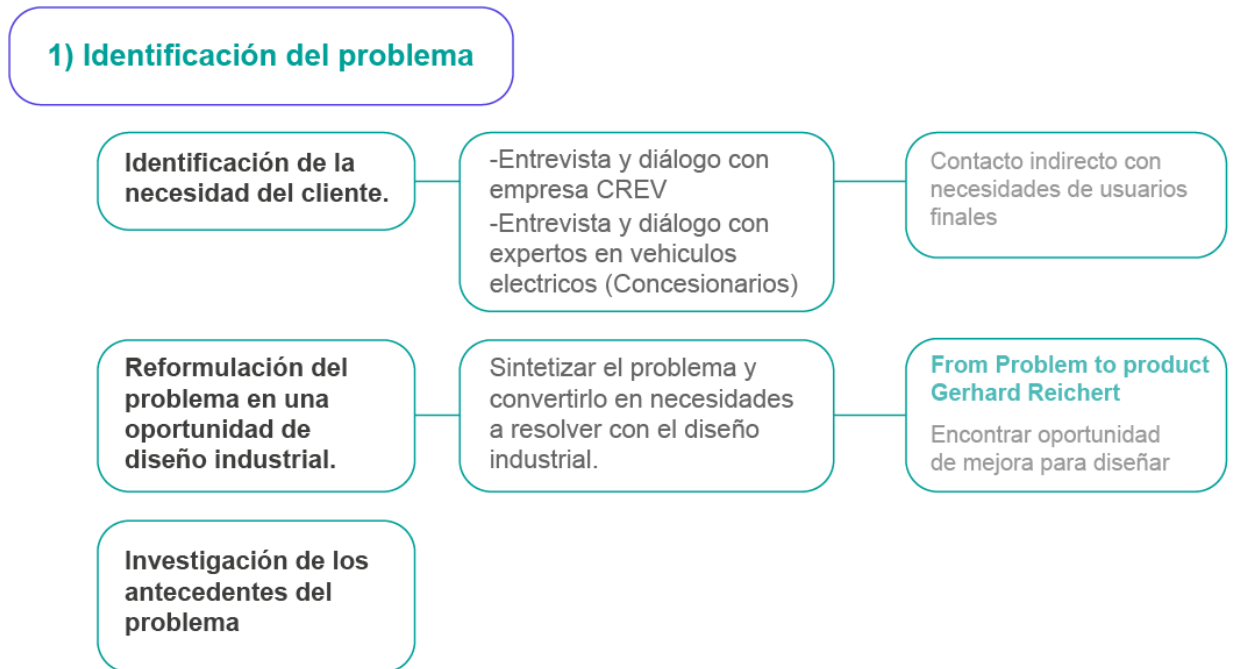
7.1 Descripción de la metodología.

Como base para el estudio, se utilizará la **Metodología de Robert Norton (1991)** del diseño en ingeniería [11]. Su autor menciona que el diseño es un constituyente universal de la práctica de ingeniería, esta metodología se aplica utilizando diversas técnicas y principios de la ciencia para diseñar un producto con suficientes detalles y especificaciones que permitan su realización.

Además, para complementar y reforzar la investigación en el área de respuesta a las necesidades de los usuarios y la empresa, se utilizarán métodos del *Design Thinking*, comúnmente aplicados en proyectos de diseño industrial para asegurar versatilidad e innovación en la solución.

Esta metodología se considera un proceso iterativo, que contiene 10 pasos:

Identificación del problema. Inicia con una conversación con el cliente (la empresa), que describe la necesidad que ha identificado, luego se realiza una reformulación de esta necesidad en un problema solucionable por el diseño industrial.

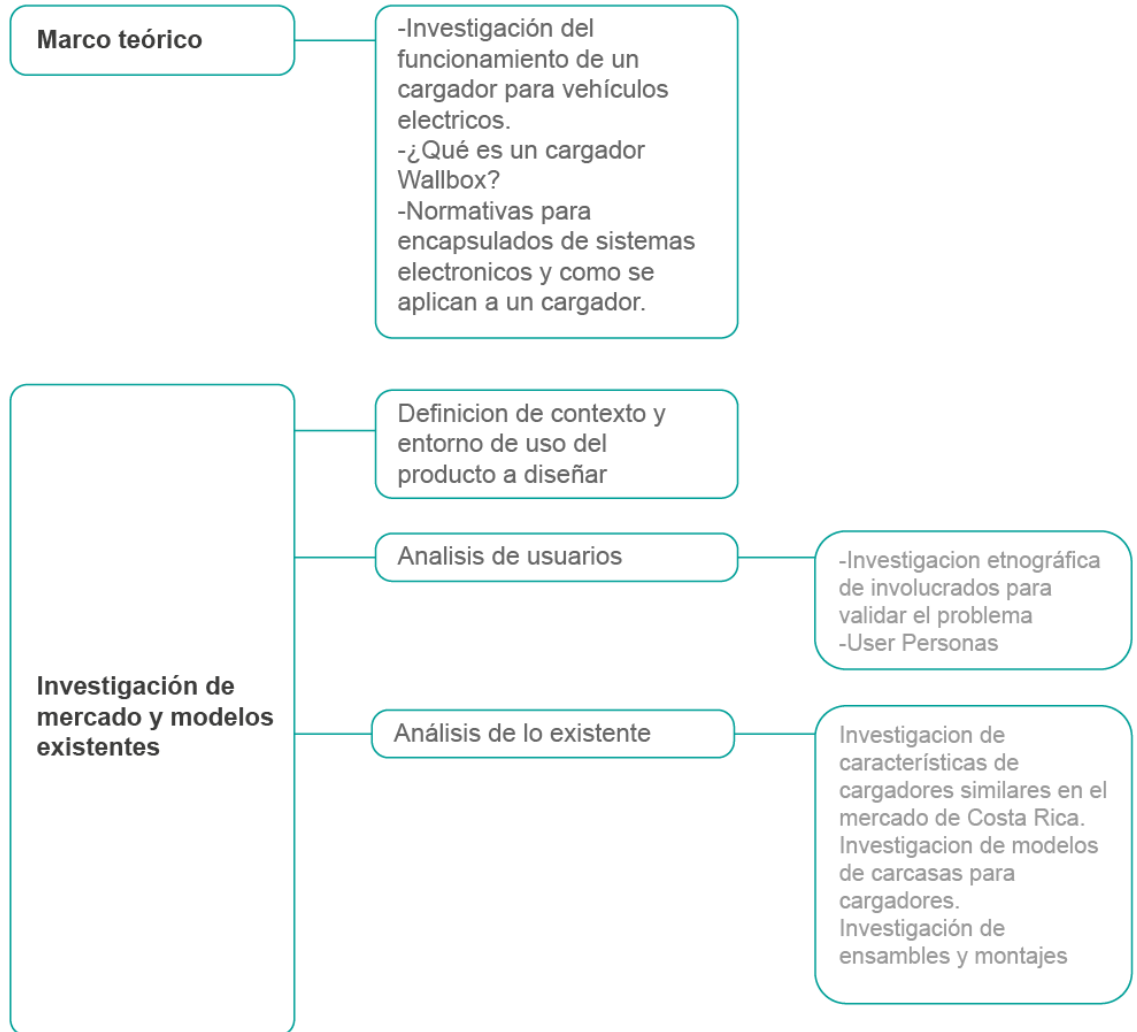


Planteamiento de objetivos. Después de comprender el problema y las consecuentes oportunidades de diseño, se plantearán en forma de objetivos solucionables.



Investigación preliminar. Es considerada la parte mas sustanciosa de proyecto, donde se realiza la investigación de términos técnicos, patentes, modelos industriales y el mercado al que va dirigido el producto.

3) Investigación preliminar



Especificaciones de desempeño y diseño. Estas definen y delimitan que es lo que debe hacerse como se va a llegar a la solución del problema.

4) Especificaciones de desempeño

Definición de piezas a las que debe adaptarse la carcasa.

Esquema de descripción de configuraciones electrónicas a instalar en la carcasa

Incluir nombre, medidas y requisitos de ensamblaje de los componentes en el producto.

Analisis tecnológico

-Descripción del Proceso de Manufactura apto para el alcance del proyecto

Conclusiones basadas en el alcance del proyecto

4.a) Especificaciones de diseño

De la mano con especificaciones de desempeño

Analisis perceptual del producto

Frase y Concepto de diseño

Analisis perceptual

-Moodboards
-Analisis formal
-Analisis Cromático

Requerimientos y parámetros de diseño

Diagrama de Requerimientos, Requisitos y parámetros de diseño

Arquitectura del producto

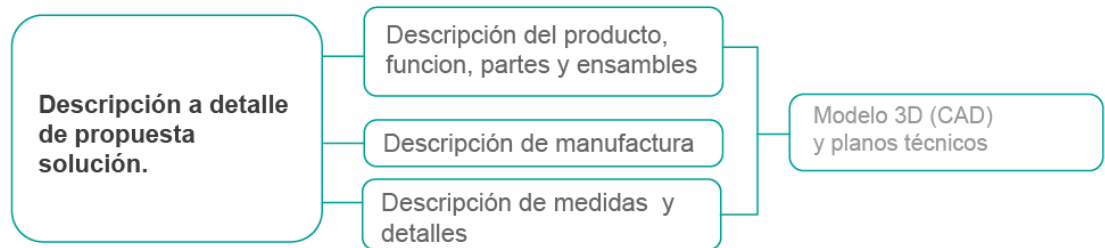
Ideación e invención. Creación de propuestas y bocetos detallados, señalando sus puntos fuertes y débiles.

Análisis. Se aplican técnicas de análisis más complejas para examinar el desempeño de las propuestas, se realiza una matriz de criterios de evaluación.

Selección. Seleccionar la mejor propuesta como base para la solución, y adicionar los puntos fuertes de las propuestas secundarias.

Diseño detallado. Elaboración y descripción del producto, cumpliendo con el alcance del proyecto.

8) Diseño detallado



Creación de prototipos y pruebas. Esta etapa se define por la construcción física de la propuesta de diseño escogida, un prototipo a escala real que se aproxime a la geometría, cromática y materiales propuestos en el diseño, para llegar a esta solución se pueden realizar prototipos previos.

El prototipo final no es necesario que sea fabricado con los procesos de producción propuestos, sin embargo, debe ser funcional y estructuralmente íntegro para testear la electrónica y el funcionamiento del cargador.

Producción. Se establecen los parámetros del producto para su producción y ensamble.

8. Desarrollo de la metodología

8.1. Investigación del mercado, usuarios y modelos existentes

8.1.1. Contexto y entorno de uso

El proyecto para desarrollar se desenvuelve en la actualidad, en Costa Rica, país centroamericano que en la última década ha sido líder en Latinoamérica en reducción efectiva de emisiones a la atmósfera, y desea impulsar la tecnología que estimule el logro de los objetivos de los planes de descarbonización mundiales.

Sin embargo, según diario La República [19], actualmente se vive una recesión económica, por lo que se impulsa a la empresa privada invertir en el desarrollo de recursos tecnológicos, para reducir la demanda de infraestructura de movilidad sostenible que el sector público no puede suplir. Por otro lado, esta recesión postpandemia ha ocasionado que haya más migración (tanto de adentro como afuera del país) hacia las zonas urbanas, ocasionando que todo el desarrollo en los sectores económicos (infraestructura, alimentación, carreteras) se concentre en áreas urbanas. Esto puede traer ventajas, como el movimiento de las inversiones y la economía, pero también consecuencias negativas, como el aumento del desempleo, el aumento de los precios y la delincuencia.

Se requiere que la solución abarque todas las características del contexto actual, y que se adapte a los usuarios dueños de vehículos eléctricos, que vivan tanto dentro como fuera de la Gran Área Metropolitana. Asimismo, que pueda traer beneficio desde la empresa fabricante hasta el comprador.

Es de gran importancia describir los entornos de uso del dispositivo, ya que las condiciones de estos pueden afectar tanto el producto como su proceso de uso y se deben tomar en cuenta en las especificaciones de diseño, en primera instancia, se encuentra el lugar de almacenamiento del producto (Figura 5), y los dos más importantes, ya que son los entornos donde hay más interacción, el estacionamiento de establecimientos comerciales

(Figura 6) y la cochera de una residencia con vehículo eléctricos (Figura 7) respectivamente.



Almacenamiento de la Oficina (CREV) y concesionarios.

Después de realizar el ensamble y las pruebas, se realiza el mantenimiento al dispositivo, se empaqueta y almacena hasta que se requiera de su uso.

Condiciones

- Oficina ubicada en Guachipelín, Escazú, clima moderado promedio en San José.
- Dispositivo colocado bajo techo
- Ambiente medianamente cerrado, porcentaje de humedad bajo.
- Ambiente libre de agentes corrosivos o inflamables.
- El dispositivo suele permanecer apagado.

Figura 5. Descripción de primer entorno: Almacenamiento de la Oficina (CREV) y concesionarios. Fuente: Elaboración Propia.



Estacionamientos de establecimientos comerciales.

CREV desea que el cargador funcione como alternativa a estaciones de carga, por lo que se verá colocado y utilizado en los exteriores de comercios y tiendas (agencias, supermercados, restaurantes y otros).

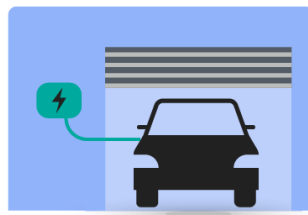
Funcionará como un centro de carga para usuarios por medio de un sistema de pago.

Condiciones

- Ubicados en diferentes regiones dentro de Costa Rica. Clima tropical variado.
- Dispositivo colocado usualmente sin techo, o parcialmente cubierto, a diferentes alturas del piso.
- Ambiente muy abierto, al aire libre.
- Expuesto a condiciones externas, entrada de polvo y sólidos.
- Expuesto a lluvias torrenciales, tormentas y a chorros de agua por limpieza.
- Expuesto a Rayos UV y calor (Hasta 40°C).
- Por ser un espacio público, es propenso a actos de vandalismo, hurtos y maltrato.



Figura 6. Descripción de segundo entorno: Estacionamientos de establecimientos comerciales. Fuente: Elaboración Propia.



Cochera de un hogar

El dispositivo se coloca en una de las paredes de la cochera del hogar, con el propósito de cargar el vehículo desde casa. Es el lugar donde el dispositivo permanecerá más tiempo.

Condiciones

- Ubicados en diferentes regiones dentro de Costa Rica. Clima tropical variado.
- Dispositivo usualmente colocado bajo techo, o medianamente cubierto, en el caso de cocheras exteriores sin techo.
- Ambiente abierto, porcentaje de humedad y polvo moderado.
- Expuesto a rocío, lluvias moderadas y chorros de agua por limpieza.
- El dispositivo suele ser activamente utilizado, especialmente durante las noches.

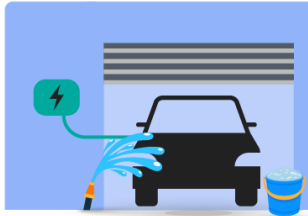


Figura 7. Descripción de tercer entorno: La cochera de un hogar. Fuente: Elaboración Propia.

8.1.2. Proceso de adquisición y uso del producto

Antes de proceder a realizar el estudio de los usuarios involucrados, se considera vital indagar en el proceso de interacción del producto, comenzando con la adquisición y compra del dispositivo, hasta su instalación y uso diario en el entorno escogido.



Figura 8. Proceso de adquisición del producto. Fuente: Elaboración Propia.

Como se observa en la figura 8, el proceso de adquisición del producto es una interacción de varios pasos íntimamente ligada con la relación entre sus involucrados (CREV-Agencia automotriz-Usuario Final). CREV describe a la tecnología de el cargador de este proyecto, como “innovadora” y “de lujo”, ya que es una tarjeta electrónica multifuncional de alta tecnología, posee clientes muy específicos, y no será considerado un cargador común de uso diario, por lo que se considera que se venderán un promedio de dos a tres cargadores por semana.

La figura 9, que describe el proceso de uso del producto, se basa en los productos existentes de la empresa y de los competidores en el mercado nacional, es una conceptualización de cómo se comportará el producto al momento de interactuar con el usuario.

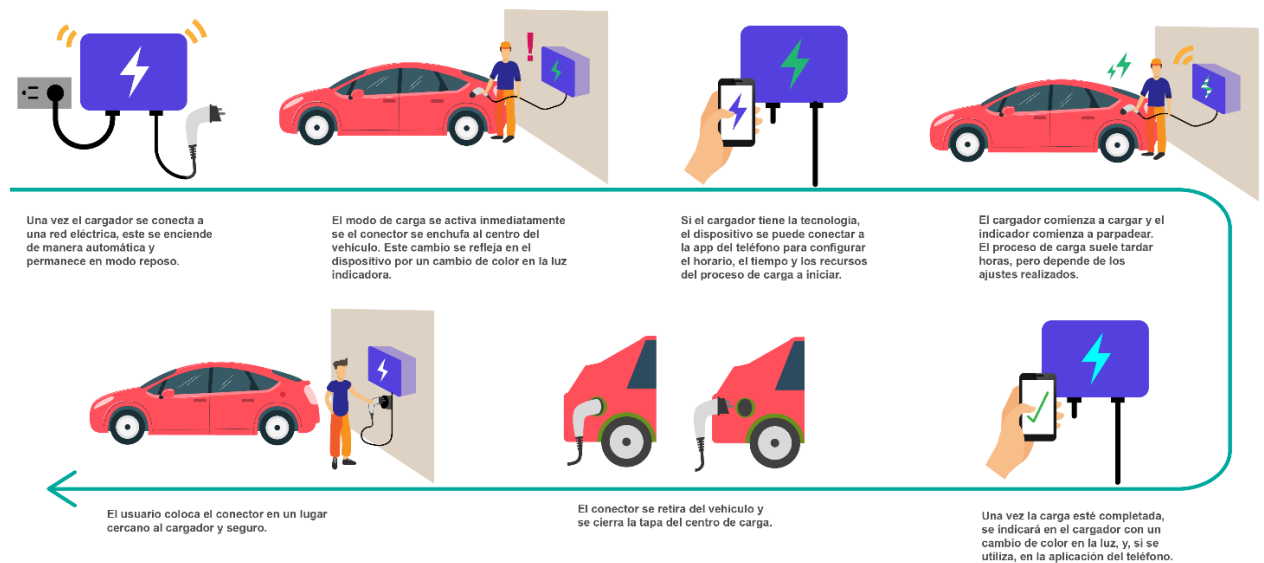


Figura 9. Proceso de uso del producto (Carga de un vehículo). Fuente: Elaboración Propia.

8.1.3. Análisis de usuarios

El producto no puede ser construido sin el contacto con las personas, la interacción persona – producto es la que genera significado y valor en el diseño. Por lo que es importante estudiar u considerar como un usuario a todas las personas que de alguna forma interactúen con el producto, involucrando en el diseño sus necesidades y objetivos.

Según la metodología de Norman, el diseño centrado en el usuario es un proceso de diseño iterativo en el que los diseñadores se centran en los usuarios y sus necesidades a lo largo del proceso de diseño (Pursell,2021) [2]. Como se observa anteriormente (**Ver Figura 8 y 9**), los momentos de interacción más importante se encuentran en la fase de instalación del producto en el proceso de adquisición, y por supuesto, su uso en el proceso de recarga, en estos dos puntos de interacción intervienen dos usuarios involucrados:

Técnico profesional. Incluye a todos los ingenieros involucrados en el desarrollo, instalación y modificación de la electrónica interna y funcionamiento del cargador de vehículos eléctricos. Son adultos de edades y géneros variados, y con habilidades técnicas muy desarrolladas.

Usuario Final. El usuario final es el que solicita un cargador de pared que se adapte a sus necesidades, posee un vehículo eléctrico.

Aunque es primordial tomar en cuenta las necesidades de los usuarios finales, que se dedicarán a utilizar el producto por la mayor cantidad de tiempo, por la naturaleza del proyecto, se debe incluir a los encargados de la fabricación e instalación del producto. Es importante ya que, aunque la interacción de los profesionales involucrados es breve, es sumamente vital y establece los parámetros del funcionamiento del dispositivo a lo largo de su ciclo de vida.

A continuación, en la página siguiente se muestran los perfiles de los usuarios que tienen interacción con el producto a desarrollar, desarrollado en formatos de *User Personas*, cuyas características se crearon a partir de la visión de la empresa y los distribuidores automotrices obtenida en la discusión inicial con el Ingeniero Rafael Marín y el ingeniero Jason Rojas, y de una investigación etnográfica realizada en el Congreso de Movilidad eléctrica San José 2022 donde se pudo interactuar con usuarios potenciales.

El primero es el *Persona* del técnico de CREV, y le sigue el *Persona* del usuario final, dueño de un vehículo eléctrico.



MICHAEL SOLANO

Especialista en CREV

29 años

Michael es Ingeniero en electrónica, lleva 3 años trabajando en CREV como técnico especialista, diseñando nueva tecnología de movilidad y ensamblando sistemas de carga. También ofrece asesorías sobre los productos.

Se graduó con honores del TEC hace 5 años. Vive solo en Curridabat, y le encanta la tecnología y computación, además salir a pasear con sus 2 perros, todos los fines de semana visita a su mamá y a sus dos hermanos menores.

Objetivos

Realizar su trabajo de instalación de manera eficaz y evitar atrasos en la red de producción de la empresa

Reto

Fabricar dispositivos de carga seguros y confiables, cuya electrónica solo pueda manipular él y otros especialistas.

Motivaciones

- Su familia y su patrimonio son lo más importante
- Seguir ascendiendo a nivel profesional
- Obtener una excelente reseña de los productos que diseña y fabrica, elevar la marca CREV.

Necesidades

- Manipular la electrónica de los productos cuidadosamente
- Crear productos innovadores de alta tecnología.
- Ensamblar los productos de manera eficiente y rápida.

Preocupaciones

- Tener que llevarse el trabajo a su casa.
- Que sus productos terminados fallen en manos del cliente.
- No poder responder ante el aumento de la demanda de los distribuidores.



MARTINA SALAS

Gerente de RRHH en Microsoft
48 años

Martina es la gerente de Recursos Humanos en Microsoft, se encarga de establecer las estrategias de contratación de personal, y de conectar el departamento con los ejecutivos de otras áreas.

Está casada y tiene dos hijas, es amante de la tecnología y el ambiente, vive en una casa inteligente y siempre está al tanto de los nuevos dispositivos. Preocupada por la situación ambiental, adquirió un vehículo eléctrico recientemente.




Objetivos

Adquirir el mejor cargador y accesorios para el cuidado apropiado de su vehículo eléctrico.




Reto

Escoger entre la oferta de cargadores, el más cómodo y seguro que le permita cargar desde su casa y que se adapte a su estilo de vida.




Motivaciones

-  Apoyar la economía costarricense y ser una ciudadana ejemplar y contribuyente.
-  Reducir su huella de carbono y gastos en gasolina.
-  Invertir más tiempo en su familia.

Necesidades

-  Cargar su vehículo desde su casa en un tiempo apropiado.
-  Ser capaz de observar el estado de su vehículo desde el celular.
-  Obtener productos tecnológicos seguros y funcionales.

Preocupaciones

-  El alza en los precios y caída de la economía, así como el aumento de la inseguridad.
-  Desperdiciar dinero en productos que no lleguen a utilizar/que se dañen rápido.
-  Miedo a que la batería del vehículo se gaste en medio de un viaje.

8.1.4. Análisis de lo existente: encapsulados de dispositivos electrónicos

Esta herramienta permite conocer las características de los productos y dispositivos que cumplen con las necesidades planteadas. Es un estudio auxiliar que permite conocer los puntos exitosos de diferentes modelos, así como sus posibles debilidades, también se establece la diferencia entre estos productos para evitar cometer faltas similares, o diseñar un producto ya existente.

Para este análisis, antes de proceder con el estudio de los cargadores, se comienza investigando los **encapsulados de dispositivos electrónicos expuestos a la intemperie** y en entornos similares a los que se expondrá el producto, para comprender que tecnología ingenieril utilizan para alcanzar los grados de protección para sus componentes electrónicos.



Encapsulado Takachi Pestillo con bisagras IP65

Propósito de carcasa
uso de campo en sistemas públicos a la intemperie.

Ejemplos de aplicaciones
Redes y comunicaciones, caja de control eléctrico, caja de interruptores.

Dimensión de carcasa
210x210x130 mm

Peso de carcasa
704 g.

Material y Color
ABS (Light grey)

Montaje a la pared Sí No

Sistema de ensamble
El montaje a la pared es a través de un riel sostenido por tornillos en la carcasa. El ensamble de sus partes se realiza con pestillos y bisagras. Además de la union de un sello de goma para crear hermeticidad en el interior.

Ventajas

- Sistemas de ensamble sencillos y facil de instalar.
- Su forma de montaje a la pared a su vez permite que se pueda instalar en postes.
- Sistema hermético que resiste el agua de lluvia directa y la entrada de polvo.
- Sistema que prioriza el aislamiento del paso de la electricidad y el usuario.

Desventajas

- El sistema de unión esta a simple vista y hace competencia con la apariencia del dispositivo. Esto permite a su vez que la carcasa pueda ser facil de abrir.
- El material de fabricacion no tiene una alta resistencia a los rayos UV, por lo que la exposicion prolongada puede ocasionar daños y descoloración.

Figura 10. Estudio de encapsulado IP65 de pestillo con bisagras. Fuente: Takachi Enclosure.



**Encapsulado
OKW Smart-box IP66**

Propósito de carcasa
uso universal para sistemas industriales y domésticos

Ejemplos de aplicaciones
sistemas de calefacción y a/c, IoT, productos SMART, dispositivos de control.

Dimensión de carcasa
220x110x60 mm

Peso de carcasa
600 g aprox.

Material y Color
ASA+PC (Light grey)

Montaje a la pared Sí No

Sistema de ensamble
Los tornillos tanto de la pared como del ensamble de la carcasa se colocan en la parte frontal y se enconden través de un sistema de molduras deslizantes unidas. Se utiliza un sello de goma que aísla las secciones de tornillos para hermetizar el interior.



Ventajas

- La forma de ensamble es discreta, y no hace competencia con la apariencia de la carcasa.
- Su estructura es suave al manipular y es adecuada para contacto directo con el usuario.
- El sistema de ensamble dificulta la extracción del sistema, evitando robos.
- Sistema hermético que resiste agua en grandes cantidades y entrada de polvo.
- Muy resistente a los Rayos UV y es un buen aislante del calor.

Desventajas

- La combinación de materiales genera más resistencia al impacto, pero aumenta el peso del sistema.
- El sistema de montaje a la pared solo puede lograrse cuando la carcasa tiene un alto igual o menor a 60 mm.

Figura 11. Estudio de encapsulado Smart Box IP66. Fuente: OKW Enclosures, Inc.

El primer encapsulado, como su grado de protección lo indica, puede resguardar a su equipo interno del agua en chorros y es hermético al polvo, utilizando un aislante de silicona para lograrlo, de hecho, todos los encapsulados estudiados utilizan un sello para convertirlo en sistemas de protección contra la entrada de agua y otros agentes.

El segundo encapsulado ofrece una protección un grado más avanzado, al utilizar el borde de silicona para aislar los tornillos, y se observa que su interfaz es más amigable con el usuario, por su geometría y bordes redondeados. También como punto fuerte de esta carcasa se encuentra la forma de ensamble y montaje a la pared, ya que no requieren de piezas de otro material, y es muy discreto. Como limitante, existe la posibilidad de que este sistema solo funcione en encapsulados de poca altura.



Encapsulado Takachi IP68 a prueba de agua

Propósito de carcasa
uso universal para sistemas de comunicación exteriores.

Ejemplos de aplicaciones
sistemas de Router y WiFi públicos, IoT y dispositivos inteligentes exteriores.

Dimensión de carcasa
145x210x90 mm

Peso de carcasa
368,5 g

Material
UV-resistant ASA UL94HB

Montaje a la pared Sí No

Sistema de ensamble
Los tornillos usados para lograr el ensamble de partes, se colocan por detras de la tapa de la carcasa, además se adjunta el sello de silicona para hacerlo a prueba de agua. Para colocarlo en la pared se anexan piezas metalicas y se atornillan a la pared.

Ventajas

- La forma de ensamble es discreta, no hace competencia con la apariencia de la carcasa y evita que la carcasa sea abierta facilmente.
- Su estructura es suave al manipular y es adecuada para contacto directo con el usuario.
- Sistema hermético que resiste agua incluso al estar sumergido y entrada de polvo.
- Muy resistente a los Rayos UV y es un buen aislante del calor.

Desventajas

- Su grado de proteccion involucra costos más grandes para su manufactura.
- El sistema de montaje a la pared requiere piezas de un material y manufactura diferente, y pueden verse a simple vista, por lo que pueden retirarse con facilidad.

Figura 11. Estudio de encapsulado IP68 a prueba de agua. Fuente: Takachi Enclosure.

Es importante estudiar los extremos de los rangos de encapsulados para aplicaciones tecnológicas en el exterior. La carcasa con grado IP68 protege completamente los componentes interiores, incluso cuando están sumergidos bajo el agua, esto indica que el dispositivo estará protegido en caso de inundaciones, sin embargo, existen implicaciones y costos adicionales al fabricar un producto con tanta protección.

Un punto fuerte por destacar del producto es que utiliza un sistema de ensamble con tornillos colocados en la parte inversa del sistema, lo cual es ingenioso porque no se observan fácilmente, y solo el técnico conoce su ubicación.

8.1.5. Análisis de lo existente: formas de montaje a la pared de un cargador *Wallbox*

Antes de profundizar en los productos del mercado nacional, se examinan las formas de montaje a la pared que utilizan los cargadores tanto nacionales como internacionales que cumplen con las características del producto a elaborar, para obtener una visualización de que sistemas pueden ser de beneficio para la solución.

Algunas empresas priorizan que el dispositivo cuente con seguridad adicional sobre presupuesto, como en la figura 14, cuyo dispositivo ejemplo utiliza marcos de un material más resistente para montarlo a la pared. Otras entidades priorizan el ahorro de costos y materiales, un ejemplo es la figura 12 que utiliza un sistema simple y no permanente de sujeción con tornillos en la pared.

Por otro lado, existen los modelos que priorizan la apariencia y discreción, por lo que invierten en piezas adicionales para tapar los tornillos, o en el caso de la figura 15, utilizan un método de montaje en el interior de la carcasa.

Cada forma de sujeción a la pared de un cargador posee cualidades, estas se evalúan según las necesidades del actual mercado costarricense al cual va dirigido el proyecto. Se definen las cualidades de cada método como: grado de fuerza de sujeción entre el dispositivo y la pared, facilidad de instalación del dispositivo a la pared, nivel de protección de la integridad del sistema y sus componentes, o mejor descrito, que tan fácil es retirar el cargador y manipular sus componentes, y por último aislamiento y discreción del método de montaje. Todo con la finalidad de estudiar estos métodos de montaje para involucrarlos en el desarrollo de propuestas de solución.

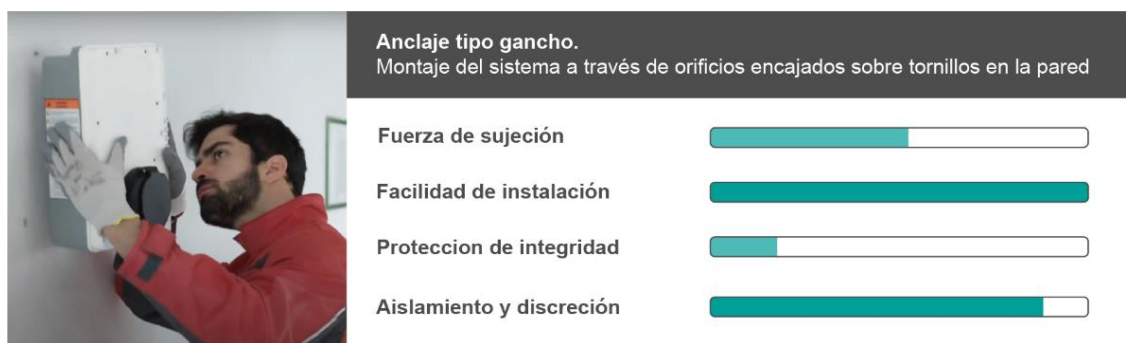


Figura 12. Consolidado de anclaje tipo gancho. Fuente: Elaboración propia, ABB Learning.

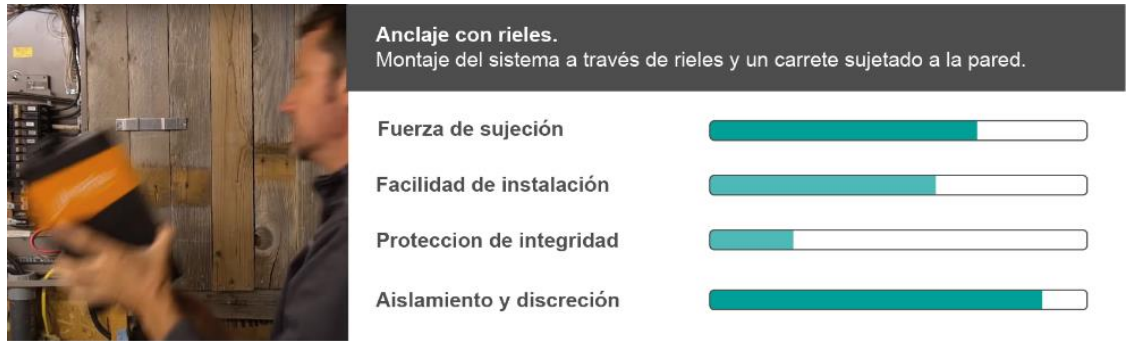


Figura 6. Consolidado de anclaje con rieles. Fuente: Elaboración propia.

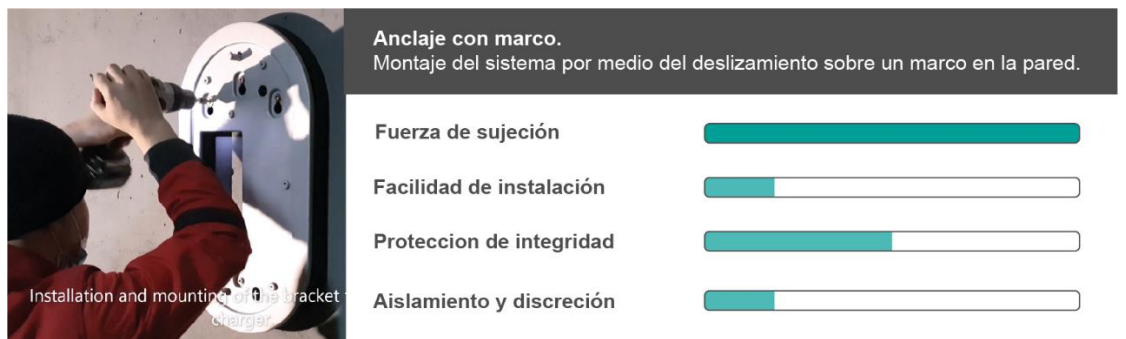


Figura 7. Consolidado de anclaje con marco ensamblado a la pared. Fuente: Elaboración propia.

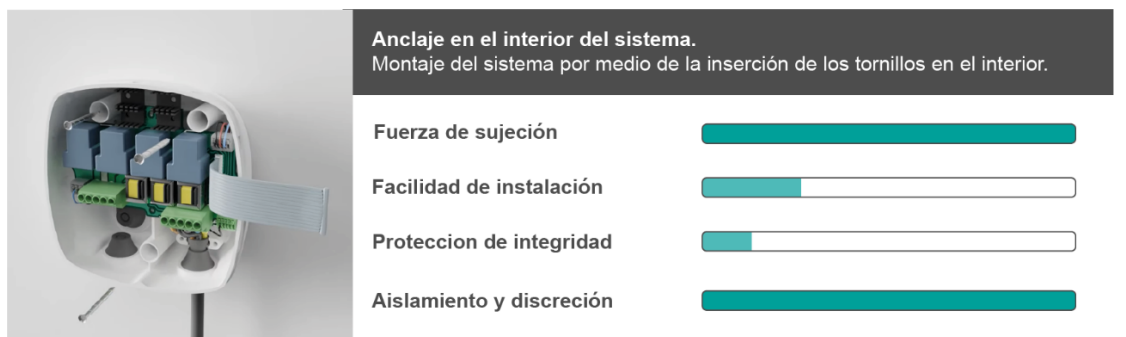


Figura 8. Consolidado de anclaje en el interior del sistema. Fuente: Elaboración propia, Wallbox.

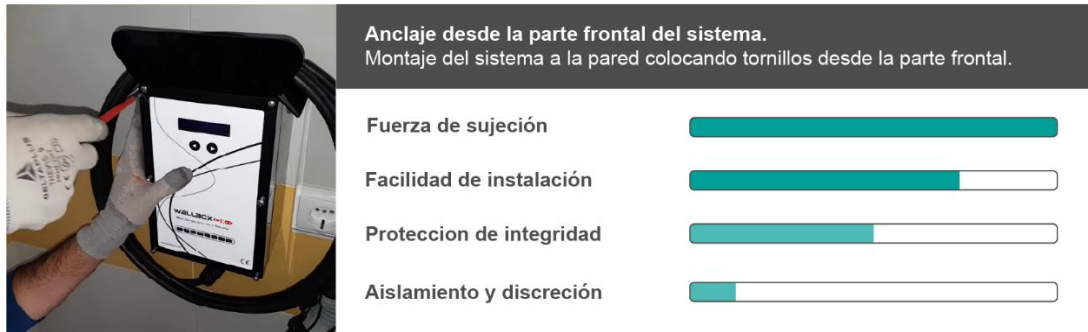


Figura 9. Consolidado de anclaje desde la parte frontal del sistema.
Fuente: Elaboración propia.

8.1.6. Análisis de lo existente: cargadores tipo *Wallbox* en el mercado costarricense

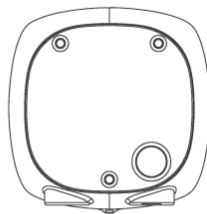
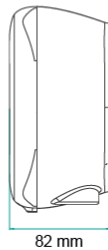
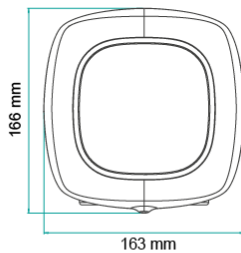
Para el desarrollo de esta herramienta, se debe realizar una investigación de los productos existentes que cumplen con la función y la definición de un cargador *Wallbox*, y cuyas características satisfacen las necesidades de los usuarios planteadas anteriormente. Es importante indagar en la tecnología que utilizan para encapsular los componentes electrónicos de cada producto.

Este análisis permite un acercamiento a cómo otras entidades han abordado la problemática actual, y además cómo en este proyecto se puede aplicar una solución más adecuada para resolver la necesidad.

En el mercado costarricense de cargadores de vehículos eléctricos, existen 3 modelos destacados con características similares al producto de estudio, estos modelos son distribuidos por las empresas TOP Energy S.A. y ELCO. A continuación, se describen las cualidades de cada dispositivo, sus ventajas y desventajas.

wallbox

Línea Pulsar



Funcionalidades destacadas

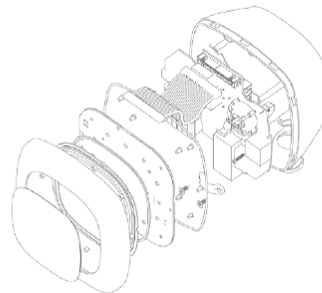
- El diseño más compacto del mercado
- Luces que reflejan el estado de carga
- Fácil instalación en paredes, garajes, postes, y en exteriores o interiores.

- Conectividad bluetooth y gestión a través de la app.
- Conectividad WiFi y otras funciones de optimización de carga si se adquiere el modelo Pulsar Plus.

Especificaciones del producto

Modelo	Pulsar
Longitud del cable	5 m (7 m opcional)
Color	Blanco o negro
Modo de carga	Modo 3
Dimensión de carcasa	166x163x82 mm
Material de carcasa	Policarbonato (PC)
Peso	1 kg (sin cable)
Temperatura de funcionamiento	-25 °C a 40 °C
Temperatura de almacenamiento	-40 °C a 70 °C
Estandar	Marca CE(LVD2014/35/EU,EMOD2014/30/EU) EC 61851-1, IEC 61851-22, IEC 62196-2
Grosor de cable	5 x 6 mm ²
Corriente de carga configurable	de 6 A a corriente máxima
Frecuencia nominal	50 Hz / 60 Hz
Grado de protección	IP54 / IK08

Características de instalación

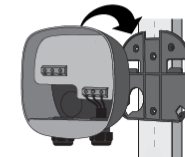


Componentes electrónicos unidos con soldadura y ensamblados con tornillos.



Fijación a la pared

El modelo Pulsar se fija a la pared usando tornillos desde la parte interna y colocando tapas protectoras.



El modelo Pulsar Plus se monta sobre una placa en la pared o poste.

Ventajas

- Un diseño compacto, ligero y muy bien posicionado en el mercado.
- Superficies suaves al tacto, morfología sencilla y apariencia agradable a la vista.
- Producto sólido y resistente, con la opción de cambiar el cable de la conexión hacia atrás para que no se vea.

Desventajas

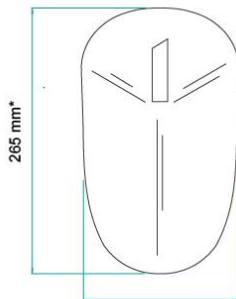
- Su forma de montaje a la pared requiere abrir y exponer la electrónica. O expone los tornillos y hay riesgo de que se remuevan.
- El grado de protección es menor, por su forma de unión de partes, no protege de situaciones totalmente exteriores.

elco

Tipo Wallbox WBL2-30

Estado Luces

-  Inicializando
-  Conectado
-  Cargando
-  Error



*medidas estimadas

Funcionalidades destacadas

- Diseño compacto y simple
- Luces que reflejan el estado de carga
- Fácil instalación en paredes, garajes, postes, y en exteriores o interiores.
- Manufactura de bajo costo hecha en Costa Rica
- Conectividad WiFi y acceso a la plataforma de datos.

Especificaciones del producto

Modelo	WBL2-30
Longitud del cable	4 m a 7 m
Color	Blanco
Tipo de estación	L2 Carga semirápida
Dimensión de carcasa	265x179x75 mm
Material de carcasa	Plástico ABS, Recubierto Pintura Automotriz
Peso	1 kg (sin cable)
Tipo de montaje	Empotrable en pared
Garantía	5 años
Estandar	IEC 61851-1, IEC 61851-22
Modos de funcionamiento	On-line (conectado a red wifi) u Off-line
Grado de protección	IP65 Apta para la intemperie
Umbral de falla a tierra (GFCI)	30 mA
Medios de pago (opcional)	Tarjeta de crédito, débito, móvil o prepago.

Características de instalación



Fijación de electrónica

Componentes electrónicos unidos con piezas de ensamble prefabricadas y con tornillos.

Fijación a la pared

Utilizan un sistema de placa de aluminio para fijar el sistema a la pared, en los cargadores wallbox, esta placa se atornilla al dispositivo.

Ventajas

- Un diseño compacto, ligero y fabricado dentro del país con manufactura accesible.
- Superficies suaves al tacto, morfología sencilla y apariencia tecnológica agradable a la vista
- El sistema ofrece retroalimentación a través de luces LED.

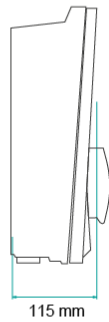
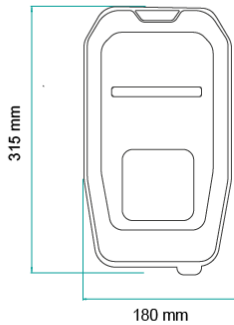
Desventajas

- Su sistema de montaje a la pared no es permanente y puede ser removido
- El material utilizado para la carcasa no resiste la luz solar, por lo que se debe invertir en capas protectoras de pintura.
- El sistema no resuelve el manejo del cable.

CIRCONTROL
Mobility & eMobility
Wallbox eHome Series

Estado Luces

-  Listo para uso
-  Cargando
-  Cargado
-  Error



Funcionalidades destacadas

- Diseñado específicamente para ser instalado en el hogar.
- Luces que reflejan el estado de carga
- Carga activada remotamente usando un señal de entrada externa ON/OFF

- Dial para configurar la potencia de carga máxima.
- Su puerta frontal cerrada con llave y con protección de descargas eléctricas.

Especificaciones del producto

Modelo	eHome/ eHome Link
Longitud del cable	5 m
Color	Blanco y negro
Dimensión de carcasa	115x180x315 mm
Material de carcasa	ABS-PCV0
Tipo de encapsulado	Tipo 4
Peso	4 kg
Temperatura de función	-5 °C hasta +45 °C
Temperatura de almacenamiento	-40 °C hasta +60 °C
Estandar	IEC 61851-1, IEC 61851-22
Número de conectores	1
Grado de protección	IP64 / IK10
Control del límite de potencia	Sensor BeON
Soporte del cable	Metálico

Características de instalación



Fijación de electrónica

Componentes electrónicos unidos con tornillos y rieles prefabricados para módulos adicionales. La carcasa es un sistema sellado por tornillos.

Fijación a la pared

Se taladra la pared, el sistema posee 3 agujeros donde encajan tornillos 3x45mm, abriendo la carcasa se insertan los tornillos, luego se coloca el marco nuevamente

Ventajas

- Un diseño muy resistente, capaz de almacenar el cable alrededor de él, sin dañar la estructura.
- El sistema de ensamble y montaje a la pared es discreto y resistente.
- El sistema ofrece retroalimentación a través de luces LED.

Desventajas

- Para montarlo a la pared, se debe abrir y exponer la electrónica.
- El material utilizado le añade un peso mayor al sistema.
- El sistema no es compacto, es el más grande en el mercado.

Fuente: CirControl, Circutor

8.1.7. Conclusiones de análisis de lo existente

Tras la exhaustiva investigación de productos que existen en el mercado, que cumplen con la solución a la problemática establecida tanto parcial como totalmente, sus fortalezas y debilidades se pueden clasificar en 4 características a evaluar: La forma de ensamblaje de las partes de la carcasa, el sistema utilizado para el montaje a la pared, la apariencia en las zonas de interacción, y los aspectos generales de resistencia del sistema.

En el **sistema de ensamblaje de la carcasa** y su nivel de hermeticidad, destacan la mayoría de los productos, ya que su grado de protección va de la mano con su entorno y necesidad a resolver, pero si se ordena a los que tienen mayor funcionalidad en comparación con la problemática de este proyecto, destacan principalmente el encapsulado Smart-box de OKW y su manera de separar los componentes de ensamblaje de la electrónica a través de un aislante de silicona. Y como mención honorífica, se debe recalcar la ingeniosa manera de esconder los tornillos por la vista posterior de la carcasa del encapsulado IP68 de Takachi.

El cargador ELCO se distingue porque es un adecuado ejemplo de un producto fabricado con la tecnología nacional, y su forma de ensamblaje también es muy eficiente, llegando a un grado de protección IP65. El ensamblaje del cargador EHome de CircControl también es muy discreto y resistente. Se puede concluir que los dos sistemas con mayores debilidades y que no solucionan la problemática de manera completa son: la caja de encapsulado IP65, ya que el sistema de pestillos y bisagras es muy expuesto y fácil de manipular, y el sistema de unión dentada del Wallbox, ya que solo protege en ambientes exteriores techados y no expuestos a chorros de agua.

Para medir un correcto **sistema de montaje a la pared** que permita la solución al problema planteado, se evalúa su fortaleza de sujeción, en donde los sistemas de marcos empotrables como el caso de Wallbox o ELCO destacan, son sistemas confiables, sin embargo, incurren en gastos extra de manufactura, porque usualmente son piezas metálicas, y se pueden remover con cierta facilidad por personas ajenas. Ahora, el encapsulado IP66 y el cargador EHome, solucionan esta situación integrando y ocultando el sistema de montaje dentro de la estructura de la carcasa, sin embargo, según recomendación del fabricante, se debe tener precaución de que el usuario pueda tener contacto con la electrónica.

En cuanto a **apariciencia e interacción con él objeto**, el modelo Pulsar de la marca Wallbox, es el más reconocido a nivel internacional por su buen nivel de interacción usuario – producto, y por su diseño sencillo y apariciencia elegante y sencilla. También destacan que los productos que cumplen el propósito de cargador tienen siluetas redondeadas con la mezcla de líneas para complementar esa apariciencia tecnológica, y poseen retroalimentación por medio de luces LED.

En **resistencia a condiciones ambientales y temperaturas**, todos los modelos se encuentran en un buen rango de protección, y es porque se encontraban materiales en común, principalmente aleaciones de polímeros como ASA, Policarbonato y ABS. Estos materiales permiten dar un grado alto de resistencia sin aumentar el peso del producto o producir interferencias en caso de telecomunicaciones.

Para **almacenar el conector**, todos los productos utilizan el denominado *holster*, un protector tipo tapadera que se ensambla a la pared por medio de tornillos, y es una pieza a parte de la carcasa, en el caso del eHome, el holster se encuentra en el interior, y tanto *Wallbox* como eHome ofrece una solución enrollando el cable sobrante alrededor de su carcasa. Pero en el caso de ELCO y *Wallbox*, el holster se encuentra separado.

8.2. Especificaciones de desempeño

Antes de proceder con la fase de diseño del producto, se deben analizar y establecer los recursos disponibles necesarios para poder diseñar y fabricar un producto funcional como solución al problema de este proyecto. Asimismo, definir las condiciones tecnológicas que rodean la posible solución antes de comenzar a diseñar.

8.2.1. Análisis Tecnológico

En el análisis tecnológico se estudian y definen las posibilidades de manufactura disponibles en Costa Rica para la futura fabricación a medida del diseño escogido.

Para ello, se debe tomar en cuenta detalles importantes comentados en análisis anteriores y discutidos con los involucrados en el proyecto. En primera instancia, como se puede observar en la **figura 8**, el producto será fabricado y adquirido unidad por cliente, la intención de la empresa es diseñar un producto a medida, por lo tanto, no se toma en consideración los

métodos de manufactura en masa. En segundo lugar, como se concluyó en el análisis de los productos existentes, contemplaran las características de los polímeros utilizados de manera exitosa en los productos que cumplen con la misma tarea que la solución, y sus respectivos métodos de producción.

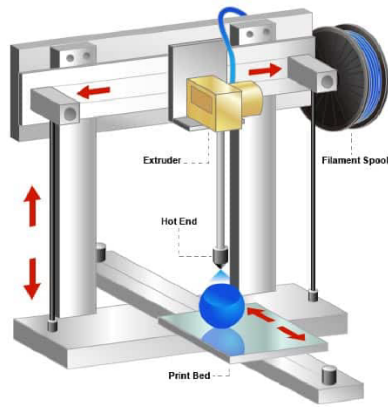
Dentro de las tecnologías existentes en el país que cumplen con las condiciones, se encuentran la fabricación aditiva por medio de Impresión 3D, y el moldeo por inyección, y punzonado y corte en materiales de goma para fabricación de juntas herméticas.

La tecnología aditiva, conocida como “Impresión 3D” consiste en un proceso de manufactura que se ha vuelto reconocido actualmente por ser un método de fácil acceso en comparación con otros procesos de fabricación, funciona desarrollando objetos por medio de la adición de capas planas de un material específico siguiendo la geometría del sólido digital base. Actualmente se empresa en todos los sectores industriales, desde aplicaciones en computación y medicina, hasta fabricar piezas de automóviles y aeronaves.

Dentro de la fabricación aditiva, se encuentran diversas técnicas que se derivan de este método y se utilizan con propósitos y acabados variados, según BCN3D Technologies (2022) [25], estas técnicas se encierran en 6 tipos principales de impresión 3D: Modelado por deposición Fundida o FDM, Estereolitografía o SLA, Polyjet o PJ, Procesamiento Digital de Luz o DLP, Fusión por láser Selectiva o SLM, Inyección de material o MJ, Inyección de aglutinante o BJ.

Con estos tipos de impresión se pueden fabricar piezas de diversas propiedades físicas y materiales, sin embargo, se descartan aquellas cuyos costos de implementación son elevados y sobrepasan la rentabilidad del proyecto como la técnica SLM, las que no se encuentran disponibles a nivel nacional, y aquellas que producen piezas que no cumplen con las condiciones designadas en este proyecto, como el caso de SLA y DLP que solo producen piezas que se debilitan ante el calor y los rayos UV. Por lo tanto, se analizarán las técnicas de Modelado por deposición Fundida (FDM), y Polyjet (PJ).

Modelado por deposición Fundida (FDM O FFF)



Fuente: 3D Printer Power

Definición

Es el sistema de impresión 3D más utilizado por su capacidad de replicabilidad y facilidad de uso.

Funcionamiento

El modelado por deposición fundida crea objetos depositando capas de polímeros termoplásticos fundidos.

El proceso inicia partir de un modelo digital de un sólido en CAD, exportado con formato .STL, este archivo se configura y divide en capas que posteriormente son enviadas a la impresora para que, con el filamento, comience el proceso de "impresión" o expulsión del material en las capas asignadas.

Ejemplos de aplicaciones

Esta técnica puede producir piezas funcionales para una amplia gama de aplicaciones. Se utiliza sobre todo para construir ayudas visuales y prototipos.

Materiales

Utiliza filamentos sólidos, los materiales más utilizados son termoplásticos como el Acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), ácido poliacético (PLA) pero puede llegar a fabricar objetos metálicos, flexibles e incluso de concreto.

Cáacterísticas de la impresión

Su nivel de acabado es medio a alto (escalable), el relleno de la pieza depende de las propiedades que establezca el diseñador, y en ciertos ángulos produce soportes.

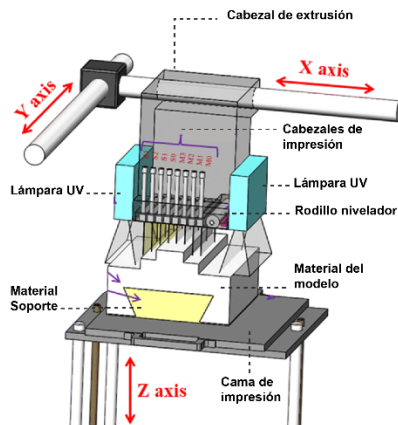
Ventajas

- Rápida velocidad de impresión
- Versatilidad en los acabados finales y la resistencia de la pieza.
- Posibilidad de crear piezas de uso final
- Amplia gama de materiales compatibles.

Desventajas

- Líneas de capa visibles
- Menor calidad de detalles en comparación a otros métodos
- Se debe limpiar y quitar el material de soporte

Impresión Polyjet (PJ)



Fuente: Research Gate.

Definición

La impresión 3D de Polyjet ofrece una de las soluciones de impresión 3D industrial más avanzadas disponibles, produciendo piezas con una precisión y velocidad.

Funcionamiento

Polyjet es una tecnología de impresión 3D de fotopolímeros rígidos que funciona lanzando un chorro de resina curable por UV sobre una bandeja de construcción en un proceso similar a la impresión de inyección de tinta. Primero se elabora el modelo CAD y se exporta como STL, este es procesado por otro software que envía las propiedades a la impresora.

Ejemplos de aplicaciones

Polyjet es uno de los métodos más fiables, precisos y rápidos para la creación de prototipos, la producción de pequeños lotes y también para aplicaciones industriales.

Materiales

Los materiales más utilizados son termoplásticos, plásticos rígidos y elásticos, y materiales transparentes y traslúcidos.

Cáacterísticas de la impresión

Su nivel de acabado es medio a alto (escalable), el relleno de la pieza depende de las propiedades que establezca el diseñador, y en ciertos ángulos produce soportes.

Ventajas

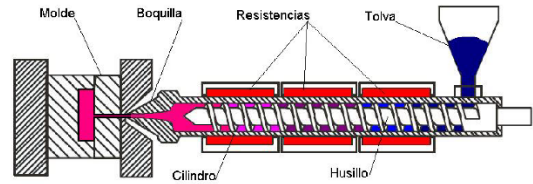
- Puede imprimir piezas multimateriales y multicolores.
- Producción de lotes fácil y rápida
- Acabado de superficie finales.
- Permite diseños complejos.

Desventajas

- Es una tecnología más cara que las impresiones convencionales.
- Materiales limitados en comparación con FDM.
- Se debe limpiar y quitar el material de soporte

Moldeo por inyección de plástico

Fuente: BIRT LH, Protolabs



Definición

La inyección de plástico es un proceso que permite el moldeo de piezas tridimensionales, por medio de la inyección de plástico en un molde metálico.

Funcionamiento

Los modelos CAD se envían directamente a la planta de producción donde comienza el fresado de moldes de aluminio. Los gránulos de resina se cargan en un barril donde eventualmente se derretirán, comprimirán e inyectarán en el sistema de canales del molde. Se inyecta resina caliente en la cavidad del molde a través de las compuertas y se moldea la pieza.

Ejemplos de aplicaciones

El proceso de moldeo por inyección es la técnica más popular para fabricar piezas de plástico. Esto se debe a la enorme variedad de formas en las que se puede moldear este material, aun cuando sean complejas, además de que es un proceso rápido y eficiente.

Materiales

Los materiales más utilizados son Nylon, Policarbonato o PC, Acrílico, Policloruro de vinilo o PVC, pero también se emplean otros como resina y silicona.

Carácterísticas de la fabricación

El objetivo del moldeo por inyección es la fabricación de piezas moldeadas. Su acabado de superficies es suave, y se puede utilizar para crear muchas piezas en poco tiempo.

Ventajas

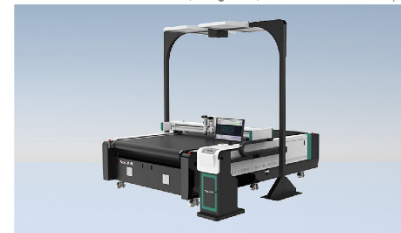
- Producción muy rápida
- Alto detalle de acabados
- Alta resistencia y dureza en las piezas
- Superficie no porosa (impermeable)
- Productos de alta precisión

Desventajas

- EL costo inicial de inversión para fabricación de moldes es muy alto.
- Requiere de cantidades de producciones medias y altas para cubrir los costos de producción

Punzonado y corte en goma Método *Punching*

Fuente: Jinan AOL, Kingbeck, Martin's rubber company



Definición

Se define como el proceso de fabricación de juntas de goma (Aislantes), puede incluir corte y punzonado para producir una amplia variedad de productos en volúmenes pequeños y medianos para una variedad de industrias.

Funcionamiento

El punzonado involucra una tira de acero doblada que se puede moldear en la forma deseada llamada Rule Forme. Una cuchilla afilada en el borde inferior de este componente es impulsada por una prensa hidráulica o eléctrica para perforar la lámina de material. Este método es la opción perfecta para juntas consistentes que se pueden producir en grandes volúmenes..

Ejemplos de aplicaciones

Las juntas de goma son la solución perfecta para llenar un espacio entre dos secciones de sustrato para evitar fugas, actuar como soporte de montaje o reducir el ruido, por nombrar solo algunas aplicaciones. Estos componentes esenciales de caucho son lo suficientemente versátiles como para usarse en una amplia variedad

Materiales

Los materiales más utilizados son silicón, Goma asbesto, PTFE.

Ventajas

- Genera un producto denso efectivo para emplearse como sello hermético
- Genera productos resistentes a altas temperaturas y condiciones ambientales.

Desventajas

- Es un proceso delicado, si se tiene errores en el desarrollo inicial de la pieza, ésta se ve propensa a fallar.
- El proceso implica costos adicionales para fabricar moldes de metal.

8.2.2. Conclusiones sobre análisis tecnológico.

Considerando la problemática, y el alcance del proyecto, se procede a seleccionar el proceso o procesos de manufactura más aptos para la fabricación del producto final. Se considera que el utilizar polímeros para las piezas es la mejor opción puesto que son livianos, resistentes, de precio rentable y aislantes eléctricos, por lo tanto, fue efectivo que el análisis del proceso de manufactura se enfocara en plásticos.

En primer lugar, se determinó que la tecnología aditiva de impresión 3D es altamente viable para ser la elegida como método de manufactura, ya que es una opción que abarca gran cantidad de materiales y las propiedades físicas del producto final pueden cambiar según las condiciones que se desean aplicar. Además de que el tiempo de producción es adecuado con la cantidad de unidades que se desea fabricar consecutivamente.

Entre ambos procesos estudiados, se considera que el FDM es el proceso más versátil y permite fabricar piezas de un costo moderado sin comprometer la resistencia e impermeabilidad necesaria del producto. La impresión Polyjet al ser un poco más costosa, pero con mejores acabados, puede ser tomada en cuenta para utilizarse para piezas pequeñas de interacción.

Para este proyecto, se descarta el uso de la manufactura del moldeo por inyección, ya que el costo inicial de inversión no es rentable para la cantidad de dispositivos que se van a fabricar en un periodo de tiempo. Pero se toma como recomendación para la empresa en caso de que se expanda el alcance del proyecto.

Para lograr aumentar la hermeticidad necesaria en el producto, se determina que el método Punching puede llegar a crear una pieza fuerte y hermética. Sin embargo, para propósitos del proyecto, el método se puede modificar a manufacturas más asequibles, en lugar de fabricar un molde de metal, puede ser un molde con impresión FDM. Se recomienda en la fase de pruebas, realizar prototipos en FDM con materiales elastómeros, ya que son una opción más fácil de fabricar y por ende de menor costo, aunque al ser una manufactura por capas, no se tenga certeza de su grado de densidad.

8.2.3. Análisis de materiales

Una vez reducido el margen de procesos de manufactura y tecnología disponible para la fabricación de productos que puedan satisfacer la necesidad de los usuarios, se dispone a clasificar los materiales que son mayormente utilizados en la industria para este tipo de aplicaciones, para un recorrido del origen de estos materiales, véase el análisis de lo existente. Se

mostrarán las propiedades de estos materiales según los criterios que permitan desarrollar la solución del proyecto.

<i>Criterios</i>	ABS	ASA	PC	PVC
Manufactura	3D print/Inyección	3D print/Inyección	Inyección/3D Print	Inyección
Fuerza	40 MPa	35 – 50,5 MPa	72 MPa	36-42 MPa
Durabilidad	7.5/10	9/10	9.5/10	9,5/10
Capacidad de impresión	10/10	10/10	7/10	4/10
Temperatura Máx.	98°C	105°C	121°C	80°C
Densidad	1.04 g/cm3	1.06 - 1.09 g/cm3	1.20 g/cm3	1.46 g/cm3
Costo	Bajo	Bajo Moderado	Medio-Alto	Medio-Alto

Tabla 7. Consolidado de propiedades de materiales para el diseño de encapsulados electrónicos y cargadores, esto depende de la calidad del producto y del proveedor. Fuente: Elaboración propia.

<i>Criterios</i>	Silicona	Asbesto	Caucho	Fil.Flexible
Flexibilidad	Excelente	Buena	Excelente	Regular
Fuerza	53-73 MPa	60 MPa	22 - 33 MPa	26-43 MPa
Durabilidad	9/10	9/10	5/10	9/10

Capacidad de impresión	7/10	4/10	3/10	10/10
Temperatura Máx.	250°C	800°C	50°C	60°C – 74°C
Densidad	1,21 g/cm ³	2,5 g/cm ³	0.92 - 0.93 g/cm ³	1,20 g/cm ³
Costo	Medio - Alto	Bajo	Bajo	Medio - Alto

Tabla 8. Consolidado de propiedades de materiales para el diseño de componentes aislantes e impermeables. Fuente: Elaboración propia.

8.2.4. Conclusiones de análisis de materiales.

Entre los materiales para la fabricación de la estructura, destacan el ASA y el Policarbonato. Aunque el ABS es el más accesible, y más económico, se considera que por el tamaño de la carcasa a diseñar, no es el material mas conveniente estructuralmente hablando, por lo tanto se descarta como material estructural, pero sus propiedades pueden ser de utilidad para piezas adicionales y para el primer prototipo.

El PVC, a pesar de su gran durabilidad, también se descarta, puesto que su densidad y peso no son adecuados para la propuesta final. Se demuestra como ejemplo el caso del CirControl eHome en el análisis existente, cuyo peso era 3 veces el peso de la competencia, por el uso de PVC.

Ahora, el Acrilato de estireno de acrilonitrilo, más conocido como ASA, tiene la facilidad de que se presenta en diferentes formatos, desde laminas hasta filamento de impresión, y además tiene excelentes propiedades de resistencia a Rayos Ultravioleta, altas temperaturas, y otras condiciones ambientales, es un material adecuado para ser usado en exteriores, y su precio es menor al Policarbonato, que usualmente es un plástico muy duradero, pero menos

asequible. Se concluye, que el ASA es una opción adecuada para el material estructural del proyecto.

Entre los materiales flexibles destacan la silicona, un material de fácil acceso, muy resistente, denso y hermético, aunque un poco más costoso que el caucho, que también tiene un buen índice de elasticidad y buenas propiedades para el sello de la carcasa, sin embargo, puede llegar a ser frágil con el paso del tiempo.

Con la investigación, se descarta el Asbesto, ya que se descubrió que su inhalación produce efectos cancerígenos, y, aunque el riesgo sea mínimo, es mejor no utilizar este tipo de componentes. Por otro lado, el filamento flexible para impresión 3D, es un componente duradero y asequible, pero se recomienda solo utilizarse como prototipo ya que no posee buena elasticidad ni hermeticidad al ser poroso.

En última instancia, hay que comentar de los materiales para el difusor LED, se investigó y hablo con diferentes entidades de impresión dentro del país, y en su mayoría recomiendan el uso de plástico PETG transparente, ya que funciona a la perfección como difusor e incluso sus niveles de opacidad son configurables.

8.2.5. Funcionamiento y dimensiones de la electrónica interna.

Pese a que la empresa desarrolló una nueva tecnología de carga para lanzar al mercado como un producto novedoso, y el propósito del proyecto es desarrollar la carcasa de este, esta tarjeta de carga por sus múltiples funciones es bastante cara, su costo se encuentra entre los 1100 dólares, comparado con una tarjeta regular de 300 a 600 dólares, por lo que la empresa desea que el usuario tenga la opción de elegir entre la nueva tarjeta madre, o su actual tecnología de carga, para que el producto pueda ajustarse al presupuesto de su comprador, por lo que hay que tomar en cuenta dos configuraciones electrónicas diferentes para el diseño del objeto.

	<p>Función de la pieza.</p> <p>La tarjeta madre es la pieza principal, se encarga de transferir la energía eléctrica para luego ser transformada en corriente continua que alimenta la batería. Esta tarjeta incluye un módulo SMART, con la opción de conectarse a la red Wifi y la app de gestión de carga.</p>	<p>Fijación en la carcasa.</p> <p>La tarjeta se ensambla a través de 6 tornillos M3,5 x 6 mm, y se colocaría en la base de la carcasa, ya que necesita 2 salidas para el cable de conexión y una para el conector.</p>
	<p>Función de la pieza.</p> <p>La pantalla digital ofrece la información del estado del sistema de manera visual, usualmente son datos numéricos de potencia de carga y velocidad de carga.</p>	<p>Fijación en la carcasa.</p> <p>La pantalla se ensambla a través de 4 tornillos M2,5 x 5 mm, y se colocaría en la base de la carcasa, ya que contiene información solo de utilidad para el técnico y fabricante.</p>
<p>Largo de cable 5 m</p>	<p>Función de la pieza.</p> <p>El cargador posee dos cables de 18 mm de grosor (tipo manguera), uno funciona para conectar a la red eléctrica, y el otro es el conector que se inserta en el vehículo para cargarlo.</p>	<p>Fijación en la carcasa.</p> <p>La carcasa debe poseer dos salidas por debajo para permitir el paso del cableado a través de prensaestopas, y una salida opcional en la parte de atrás para cruzar el cable a través de la pared.</p>
	<p>Función de la pieza.</p> <p>El lector de tarjetas RFID se valen de ondas de radio para leer, transmitir y capturar los datos almacenados en el sistema de carga, es útil para conocer el estado del sistema en caso de ser utilizado como un dispositivo público de carga.</p>	<p>Fijación en la carcasa.</p> <p>El lector de tarjetas, para cumplir su función, debe ir al ras del material, por lo que se coloca en la parte frontal de la carcasa, con 4 tornillos M2 x 5 mm</p>

	<p>Función de la pieza.</p> <p>La placa LED permite obtener información del sistema por medio de iluminación en código de colores RGB a través de un led cuyo diámetro de luminosidad es de una pulgada aproximadamente.</p>	<p>Fijación en la carcasa.</p> <p>Los tornillos para esta pieza son de M2 X 5 mm, y van colocados en la parte frontal, debe poseer un difusor y abertura para que el usuario pueda ver la iluminación.</p>
--	---	---

Tabla 9. Consolidado de componentes de la configuración electrónica nueva. Fuente: Elaboración propia, CREV.

	<p>Función de la pieza.</p> <p>La tarjeta madre es la pieza principal, se encarga de transferir la energía eléctrica para luego ser transformada en corriente continua que alimenta la batería.</p>	<p>Fijación en la carcasa.</p> <p>La tarjeta se ensambla a través de 4 tornillos M3,5 x 6 mm, y se colocaría en la base de la carcasa, ya que necesita 2 salidas para el cable de conexión y una para el conector.</p>
	<p>Función de la pieza.</p> <p>La pantalla digital ofrece la información del estado del sistema de manera visual, usualmente son datos numéricos de potencia de carga y velocidad de carga.</p>	<p>Fijación en la carcasa.</p> <p>La pantalla se ensambla a través de 4 tornillos M2,5 x 5 mm, y se colocaría en la base de la carcasa, ya que contiene información solo de utilidad para el técnico y fabricante</p>
	<p>Función de la pieza.</p> <p>Los medidores inteligentes miden la electricidad que está usando a través de una conexión remota con su proveedor de energía. Vienen con una pantalla para visualizar el uso de energía.</p>	<p>Fijación en la carcasa.</p> <p>Esta pieza es particular, ya que es la pieza más alta de los componentes (65 mm) por lo que debe ir en la base, y necesita de una pieza que funcione como riel para sostenerla, el grosor de esta pieza debe ser de 1 mm</p>

<p>Largo de cable 5 m 18 mm</p>	<p>Función de la pieza.</p> <p>El cargador posee dos cables de 18 mm de grosor (tipo manguera), uno funciona para conectar a la red eléctrica, y el otro es el conector que se inserta en el vehículo para cargarlo.</p>	<p>Fijación en la carcasa.</p> <p>La carcasa debe poseer dos salidas por debajo para permitir el paso del cableado a través de prensaestopas, y una salida opcional en la parte de atrás para cruzar el cable a través de la pared.</p>
<p>24 mm 47 mm R1 5 Agujero tornillo x4</p>	<p>Función de la pieza.</p> <p>La placa LED permite obtener información del sistema por medio de iluminación en código de colores RGB a través de un led cuyo diámetro de luminosidad es de una pulgada aproximadamente.</p>	<p>Fijación en la carcasa.</p> <p>Los tornillos para esta pieza son de M2 X 5 mm, y van colocados en la parte frontal, debe poseer un difusor y abertura para que el usuario pueda ver la iluminación.</p>

Tabla 10. Consolidado de componentes de la configuración electrónica actual de los productos de CREV. Fuente: CREV, Elaboración propia.

El uso de dos configuraciones electrónicas es requisito de la empresa para expandir el inventario y formato de sus productos, por lo que es indispensable tomarlo en cuenta a la hora de diseñar. Afortunadamente, ya que en ambos sistemas se utilizan ensamblajes y medios de unión similares, es posible unificarlos en el diseño, para ahorro de recursos.

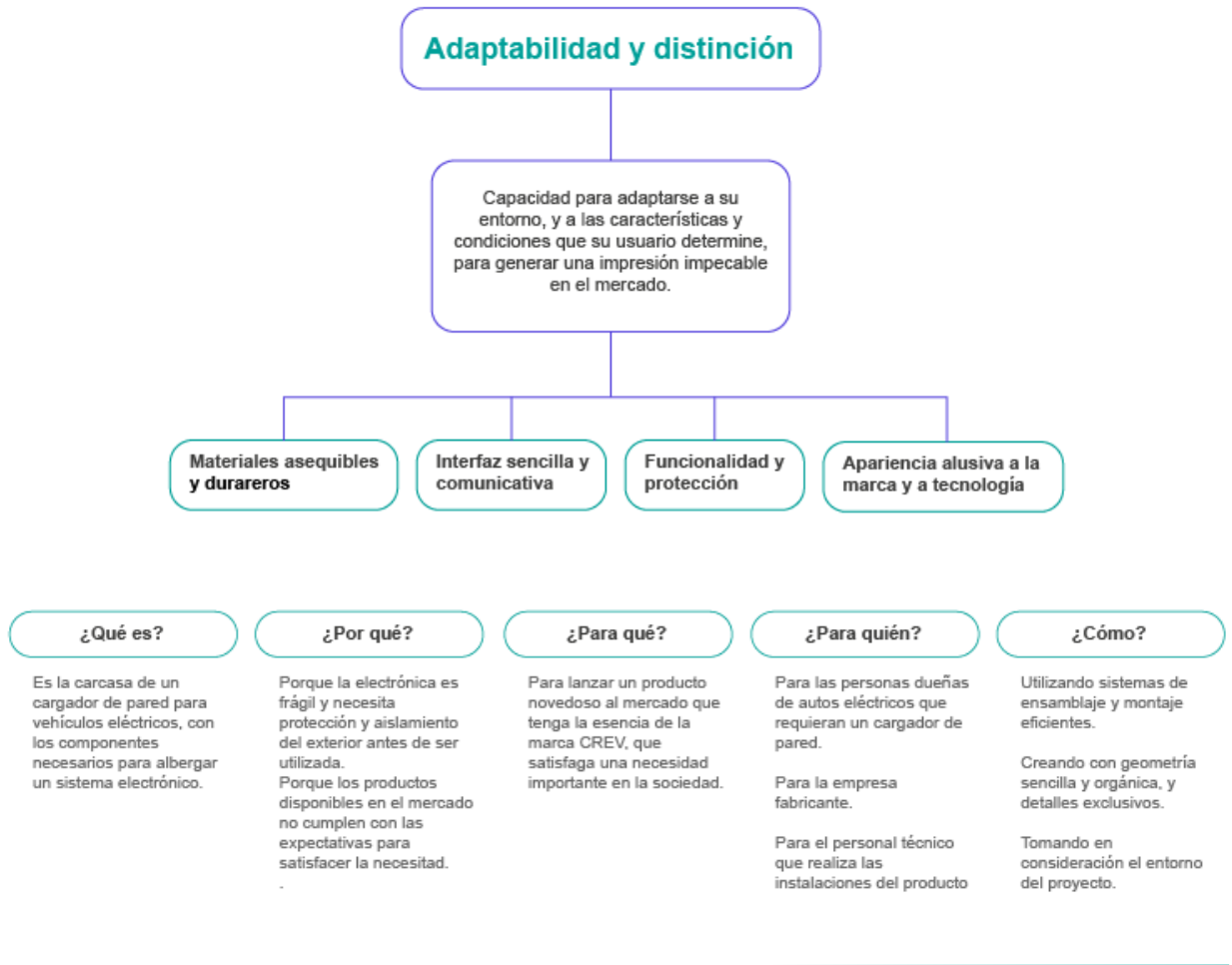
El medidor inteligente de carga es la única pieza en particular que no tiene un sistema de ensamblaje a la carcasa definido, por lo que debe ser diseñado. En otros modelos de cargadores de la empresa, esta pieza cuando es incorporada a un producto se coloca en la parte exterior, siendo expuesto, ya que no cuentan con un encapsulado multifuncional y con el espacio suficiente para introducirlo.

8.3. Especificaciones de diseño

8.3.1. Concepto de diseño

Para iniciar el proceso de diseño, se procede a concretar las características generales que debe poseer el producto solución, y se consolidan en un concepto de diseño. Esto permite visualizar las cualidades iniciales de donde parte la solución, tomando en cuenta los estudios realizados en las dos etapas anteriores y

synthesize appropriately the purposes of the project and, therefore, the object to be designed.



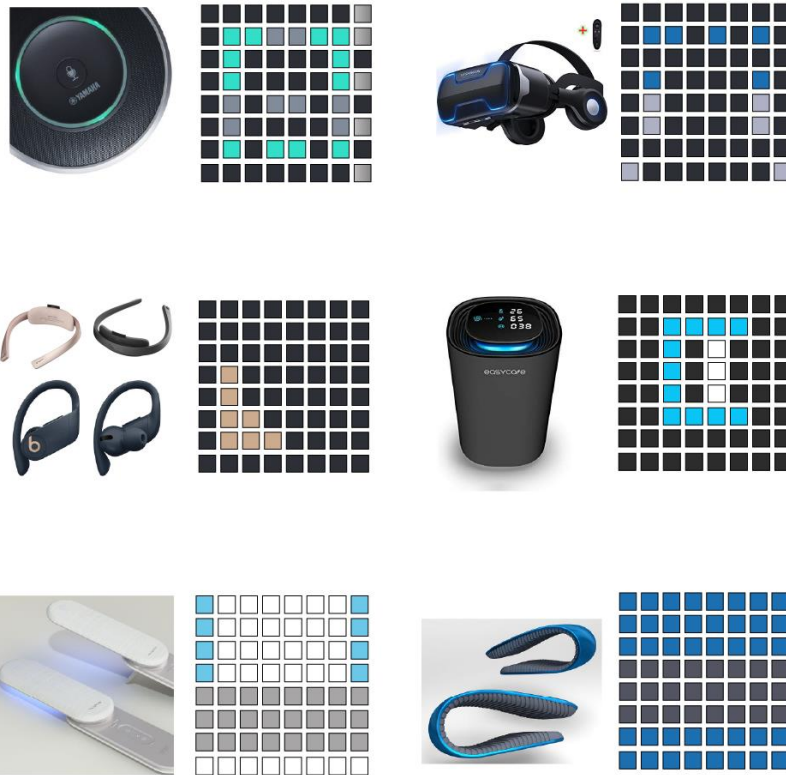
8.3.2. Análisis perceptual

Once established the concept of the product to be designed, a search for images that represent visually the ideal characteristics for the product and are gathered in *moodboards*, for this one begins to redact a phrase that encloses the semantics of the appearance of the case.

“Tecnológico e íntegro”

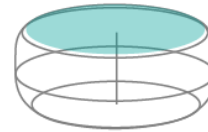
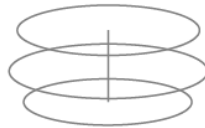
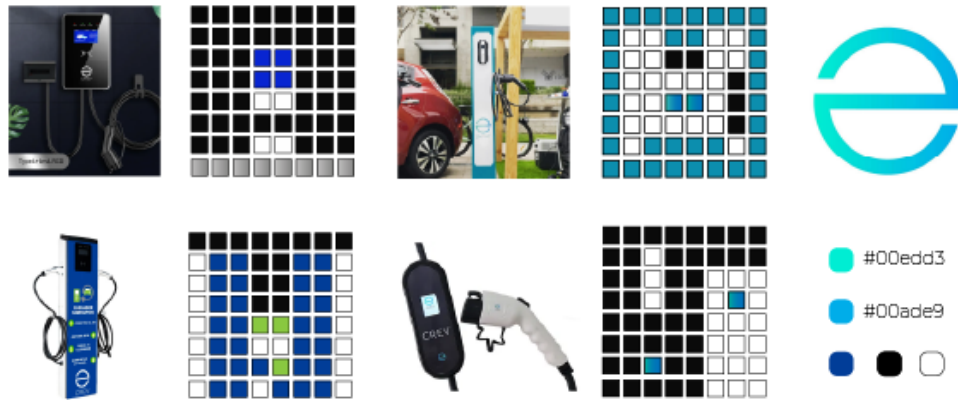
Esta frase semántica representa el *look and feel* meta del diseño.





Los productos considerados como tecnológicos en el mercado poseen características que los distinguen como innovadores, por ejemplo, se puede observar que la mayoría posee un color neutro oscuro como base, en su mayoría gris oscuro, con acabado mate. Asimismo, se distinguen detalles en menor cantidad como textura, bordes pronunciados o elementos metálicos, y la presencia de elementos luminosos para funcionalidad y resalte.

También se realizó un estudio cromático en las imágenes, y se compararon con la cromática y apariencia de CREV, para encontrar puntos en común que funcionaran en la propuesta final. CREV en sus productos utiliza como base principal el color negro, en su mayoría, y en algunas ocasiones utiliza blanco como base o ambos mezclados. Emplea degradados y acabados brillantes en el área de interfaz con la pantalla. La carcasa y los pedestales tienen un acabado mate, y se utilizan mezclas de azules, turquesas y verdes para dar la sensación de “energía limpia”



A partir de figuras simples, como el círculo, y un eje de revolución se forma el volumen de la figura. Esto crea un objeto orgánico, con una superficie exterior fluida y con transiciones suaves.



Con un plano geométrico simple, se crea una extrusión, con operaciones booleanas se realizan cortes para darle la forma. Luego se realiza la aplicación de redondeo en vértices y aristas para dar acabado orgánico.



Se utilizan mezclas de formas orgánicas simples para las extrusiones. Luego de generar el volumen, se aplican vaciados y operaciones booleanas. La forma de otros materiales se adapta a las líneas de superficie del volumétrico, generando armonía.

Al realizar el estudio morfológico de algunos de estos productos, para indagar en la geometría que utilizan, se obtuvo la conclusión de que utilizan figuras y sólidos geométricos simples, pero con bordes suaves y orgánicos, creando un objeto suave al tacto y de apariencia mínima pero atractiva.

8.3.3. Requerimientos de diseño

La problemática y necesidad de los usuarios involucrados establecida al inicio, en conjunto con los estudios realizados en la investigación preliminar y de desempeño, y una vez redactado el concepto de diseño, se realiza el esquema de requerimientos de

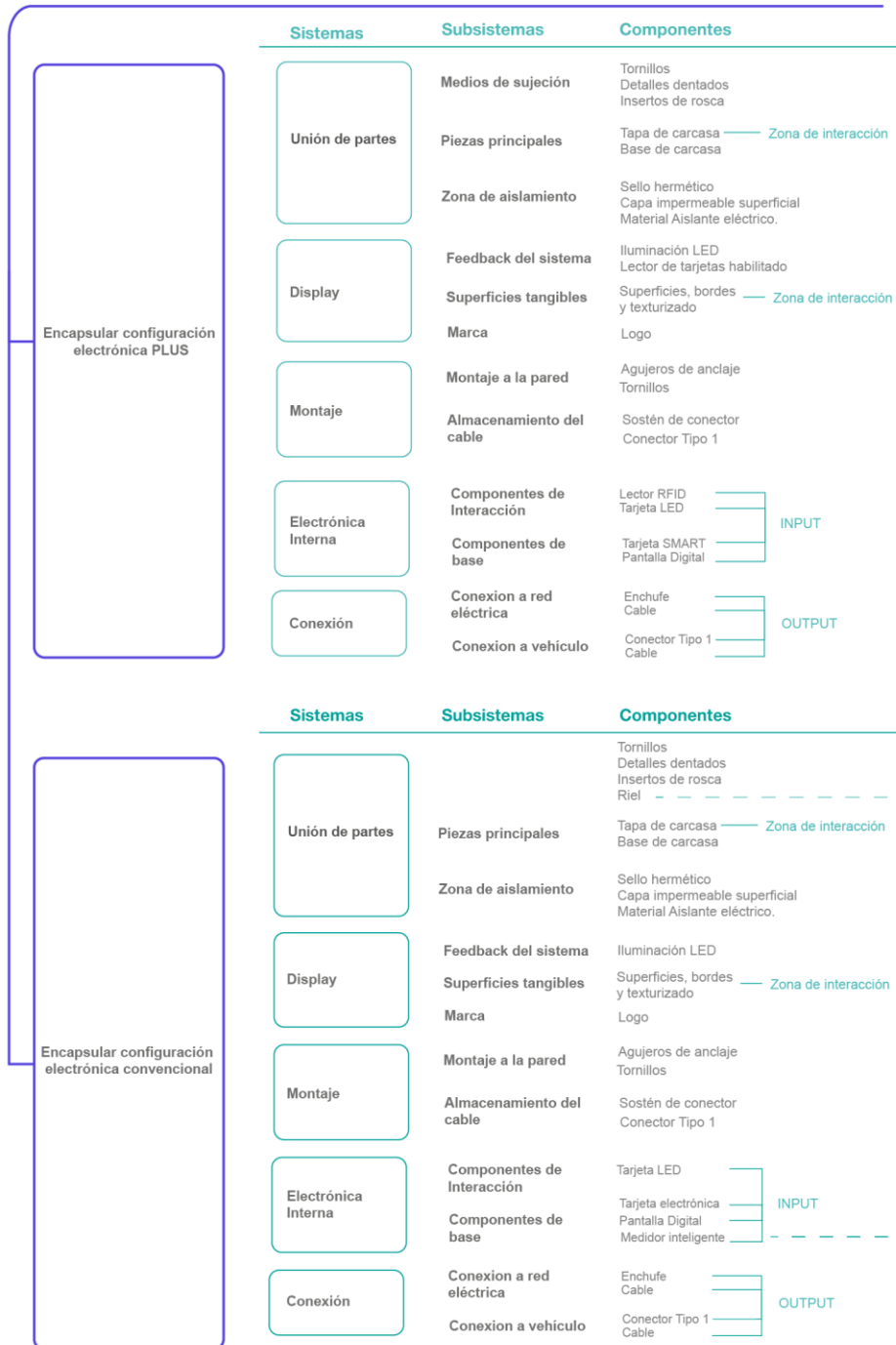
diseño, para abarcar todos los detalles necesarios para diseñar un producto que solucione la problemática de manera óptima.

Necesidad	Requerimiento	Requisito	Prioridad	Especificaciones	
Proteger y asegurar el correcto funcionamiento de los componentes electrónicos del cargador.	Debe resistir las condiciones del entorno de uso.	→ Protección rayos UV y temperaturas extremas	2	Material con protección UV Resistencia de -10°C a 60°C	
		→ Correcto aseguramiento del conector	3	Elemento que protege el conector y enrolla el cable.	
		→ Resistencia al agua	3	Capacidad para resistir el agua de lluvia continua.	
	Debe proteger al usuario del contacto con el sistema eléctrico	→ Resistencia a caídas	3	Utilización de detalles estructurales Espesor de pared mínimo de 2 mm Uso de materiales no conductores de electricidad	
		→ Sistema aislante	3	Uso de material aislante. Espacio entre puerto de detección y salida del cable de min 30 mm. Espacio entre input de cargador y salida del cable de min 30 mm.	
		→ Acceso al interior de la carcasa solo por personas autorizadas	3	Piezas de ensamble no visibles	
	Diseño amigable con el usuario	Debe proveer una experiencia de uso agradable	→ Interfaz intuitiva	3	Formas de señalización del sistema: cambios de color en salidas, entradas, y luces. Sin botones, control remoto.
			→ Peso cargable	2	Peso máximo: 2,5 kg.
			→ Comodidad	2	Capacidad de montarse a cualquier altura.
			→ Fácil instalación a la pared	2	Tornillos como sistema de montaje
Distinguirse de los demás productos similares en el mercado.	Su geometría debe ser diferente a otros productos en el mercado nacional	→ Poseer las características propias de la marca	2	Posición del logo relevante. Geometría fiel a la marca y diferente en el mercado.	
		→ Debe tener apariencia tecnológica	1	Acabado mate, texturas lisas, formas simples. Colores neutros	
		→ Geometría amigable con la interacción	2	Cumplir con las medidas antropométricas de la población. Bordes redondeados.	
	Su proceso de fabricación debe ser simple.	→ Bajo costo de producción	3	Costo de producción inferior al 20% del costo total del producto	
		→ Construcción de la carcasa de manera sencilla	3	La carcasa no debe constar de más de 5 partes. Máximo dos posibles tipos de manufactura	
Adaptarse a la geometría de todos los componentes electrónicos propuestos por el fabricante.	Su espacio interior debe adaptarse a todas los sistemas de carga propuestos	→ Fácil adición y extracción de los componentes	2	Metodos de ensamble no permanentes	
		→ Tamaño adecuado para distribuir todas las piezas internas.	3	Dimensiones máximas 230x190x70 mm. (Sin contar cable) El concepto no debe desperdiciar material	
		→ Brindar margen de seguridad para cada pieza	3	Espacio para tarjeta electrónica de 180 x 135 mm Espacio para pantalla de 110 x 48 mm Espacio para Lector de tarjetas de 40x55 mm Espacios para luces LED de 79x29 mm	

8.3.4. Arquitectura del producto.

Se realiza una arquitectura del producto para clasificar los sistemas que la carcasa debe poseer para tener la capacidad de cumplir con la necesidad y albergar todos los componentes que se le asigna.

Carcasa de un cargador de pared para vehículos eléctricos

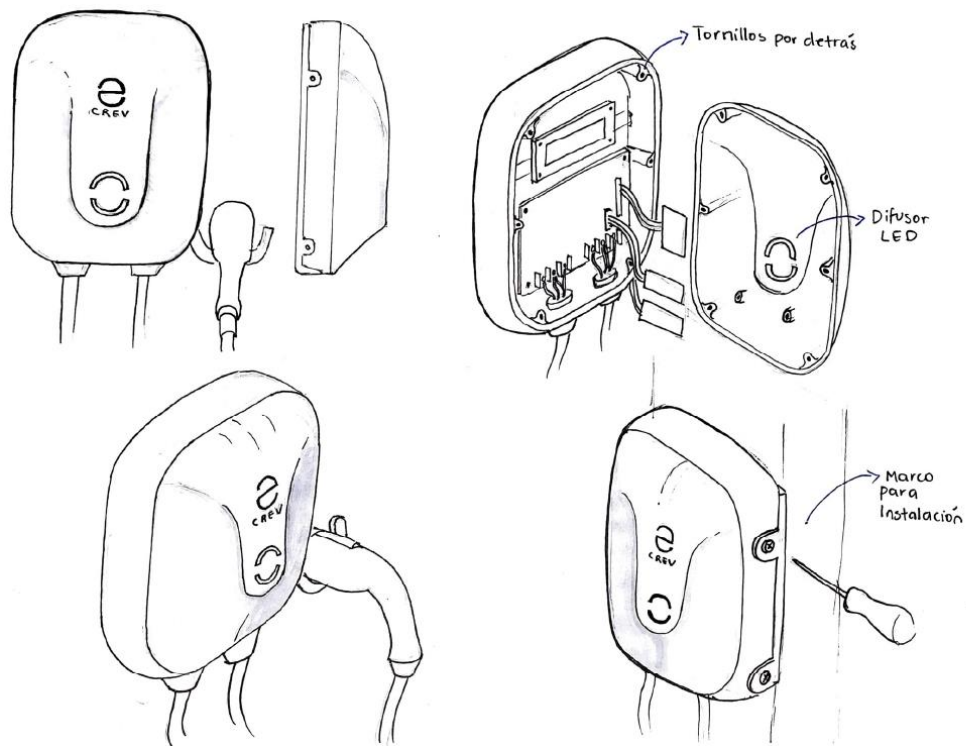


8.4. Ideación e Invención

Con la arquitectura, se procede a realizar los bocetos de las propuestas que funcionan como posible solución a la problemática planteada. Se plantean 7 propuestas, con diferentes geometrías, métodos de ensamble y montaje, pero siempre procurando mantener cualidades estándar como: método de ensamble de la carcasa efectivo para evitar aperturas, mantener ocultos los medios de unión y montaje, protección del conector, y una apariencia tecnológica alusiva a la marca. Es importante denotar que las propuestas se realizaron en diferentes etapas del proyecto, a partir de la investigación preliminar, por lo que se evalúan según los encuentros más recientes.

8.4.1 Propuesta #1

La primera propuesta fue realizada con una geometría básica, basada en un rectángulo, con bordes redondeados, y con una superficie saliente para resaltar el logo y la iluminación.



Puntos de valor

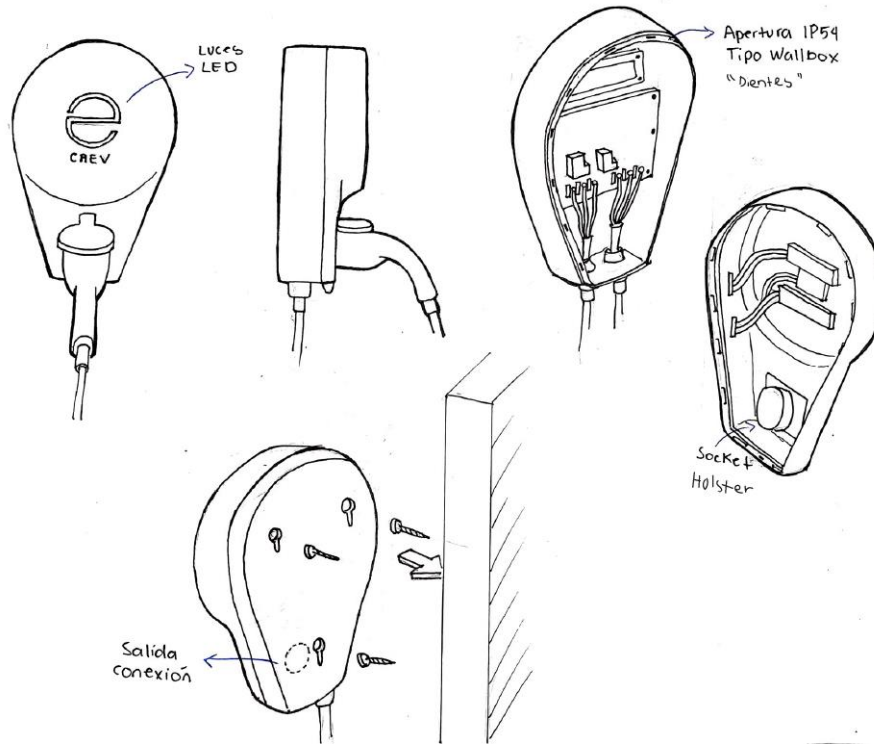
- Diseño simple y fácil de fabricar.
- Intuitivo.
- Protección óptima.

Puntos a mejorar

- Se requiere una pieza grande para el anclaje a la pared
- El montaje es parcialmente visible.

8.4.2. Propuesta #2

La segunda propuesta fue realizada con una geometría mezcla de varias figuras básicas, y la integración del *holster* dentro de la misma carcasa.



Puntos de valor

Geometría distintiva e interesante.

Fácil ensamblaje del sistema.

Protección óptima del sistema y el conector

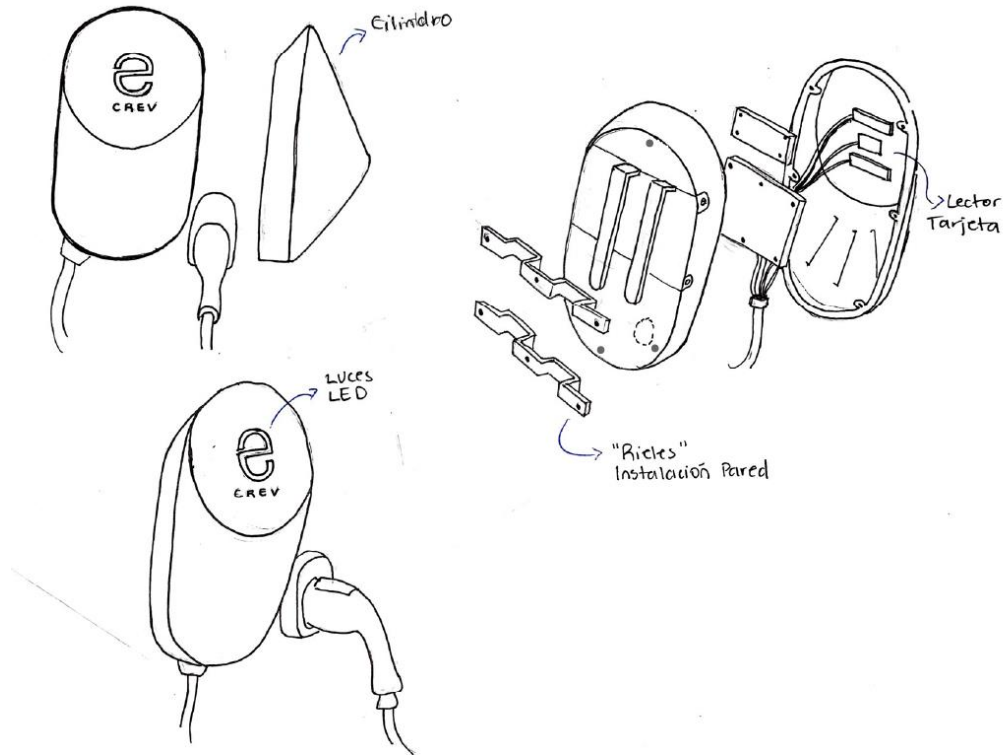
Puntos a mejorar

El holster interno le añade tamaño extra a la pieza.

El montaje a la pared es alterable.

8.4.3. Propuesta #3

La segunda propuesta fue realizada con una geometría mezcla de varias figuras básicas, con un holster de geometría similar.



Puntos de valor

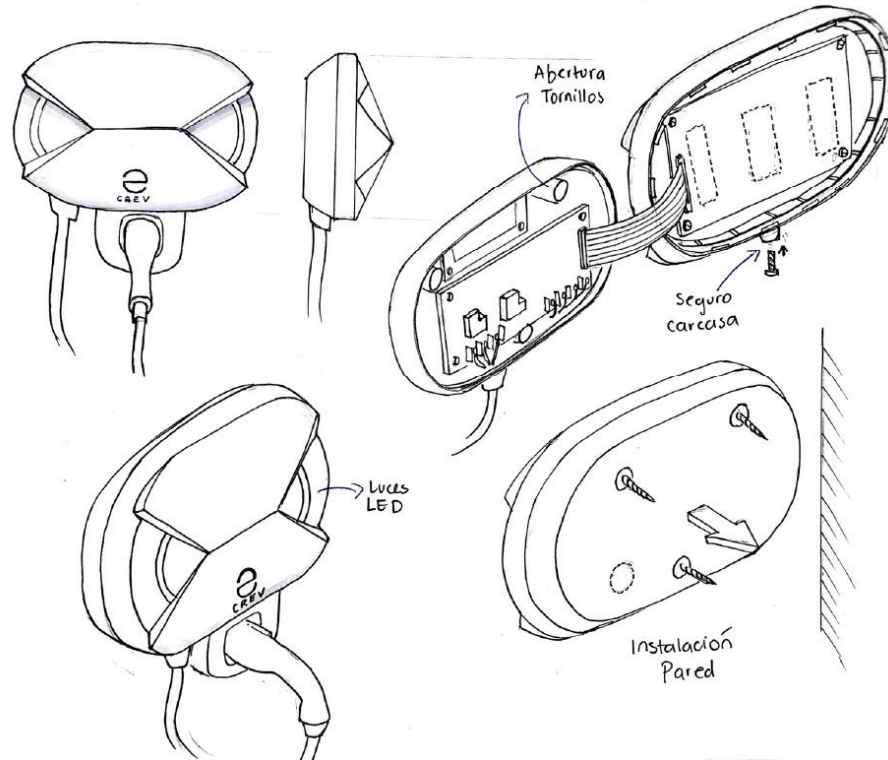
- Diseño Intuitivo y distintivo
- Metodo de unión simple y efectivo.
- Sistema de montaje muy discreto

Puntos a mejorar

- El formato totalmente vertical puede dejar mucho espacio de sobra
- Se requieren de múltiples piezas para fabricar el montaje a la pared.

8.4.4. Propuesta #4

La cuarta propuesta se realizó con un formato horizontal, utilizando un sistema de unión asegurado a través de un tornillo para mayor seguridad, también se planteó un holster que se pueda ensamblar en la parte de atrás de la carcasa, para un diseño más agradable.



Puntos de valor

Geometría distintiva e interesante.

Formato adaptado a la electrónica.

Sistema de ensamble y montaje efectivo y discreto.

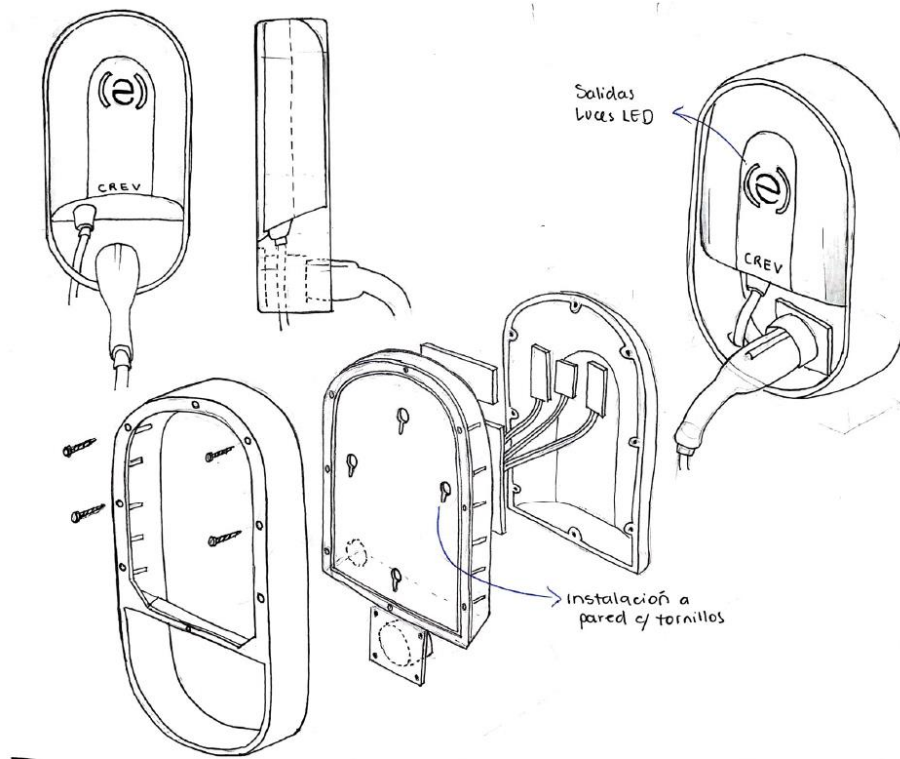
Puntos a mejorar

La parte frontal puede ser muy compleja para su fabricación.

El montaje a la pared es interior y puede exponer la electrónica.

8.4.5. Propuesta #5

La quinta propuesta presenta un formato cuadrado y la incorporación de un marco protector, con un método de ensamble por detrás de la base de la carcasa.



Puntos de valor

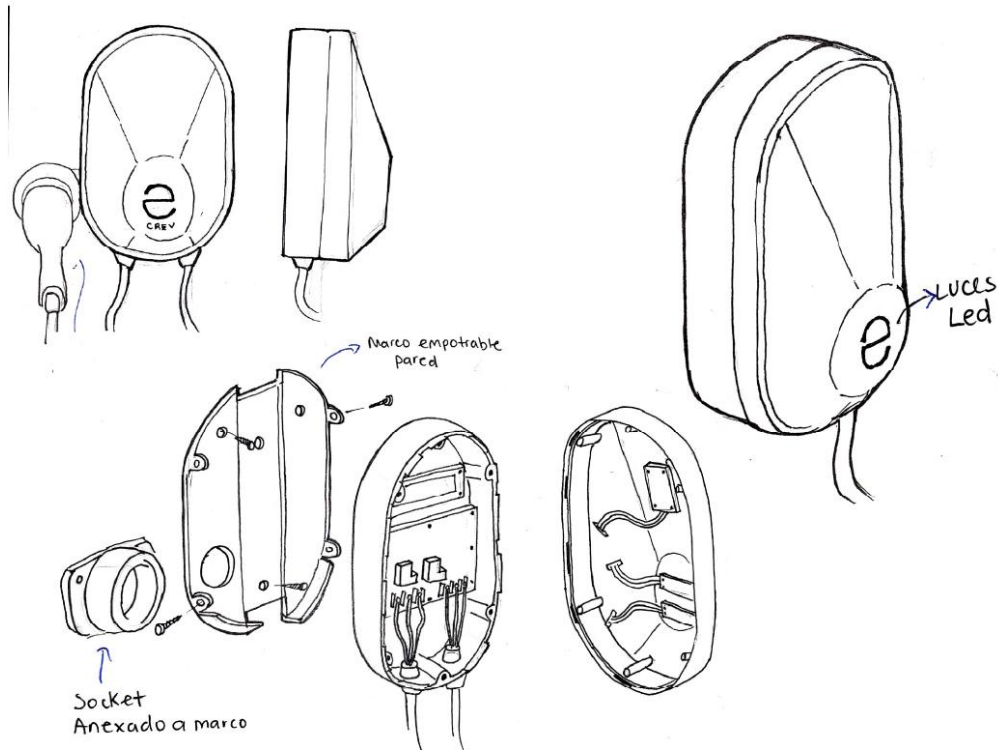
- Diseño unificado y distintivo
- Método de unión discreto y efectivo.
- Protección adicional para el conector

Puntos a mejorar

- Se requieren de múltiples piezas para fabricar y esto le puede añadir peso.

8.4.6. Propuesta #6

La sexta propuesta se diseñó con la inspiración de la apariencia de los cargadores existentes en la empresa, se diseñó con un marco empotrable para montar la carcasa a la pared.



Puntos de valor

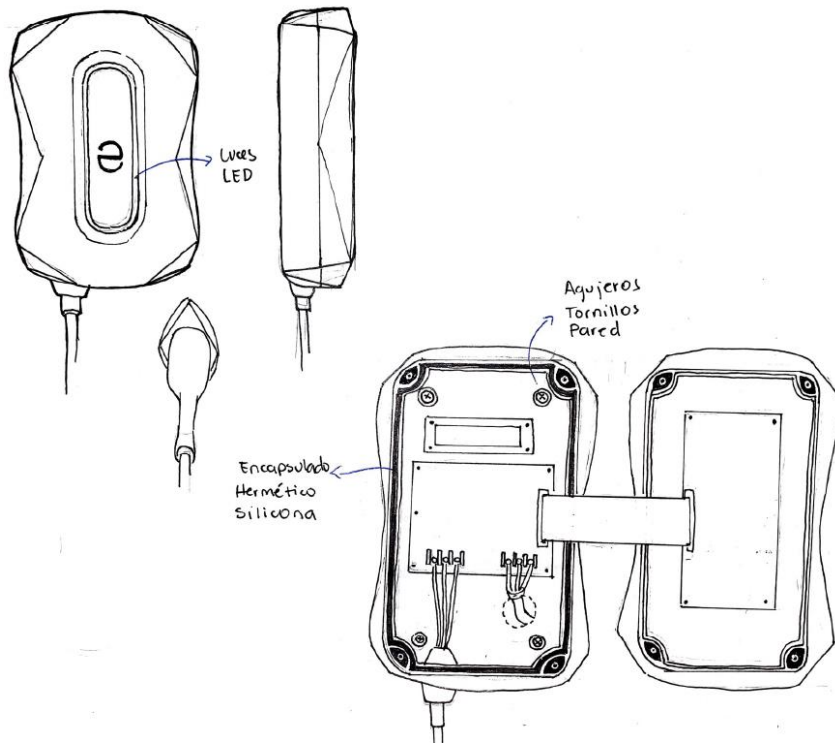
- Diseño simple e intuitivo
- Sistema de ensamble efectivo y discreto.
- Buen grado de resistencia
- Le da importancia a la marca

Puntos a mejorar

- El formato vertical puede dejar espacio adicional de material
- El montaje a la pared es parcialmente visible.

8.4.7. Propuesta #7

Esta propuesta muestra un sistema montado a la pared con agujeros interiores en la carcasa, además la zona de unión de la carcasa esta aislada, para lograr mayor hermeticidad.



Puntos de valor

- Alto grado de hermeticidad
- Metodo de unión discreto y aislado
- Metodo de montaje discreto, y sin piezas adicionales

Puntos a mejorar

- El formato totalmente vertical puede dejar mucho espacio de sobra
- El montaje a la pared puede exponer la electrónica

8.5. Evaluación y selección de las propuestas

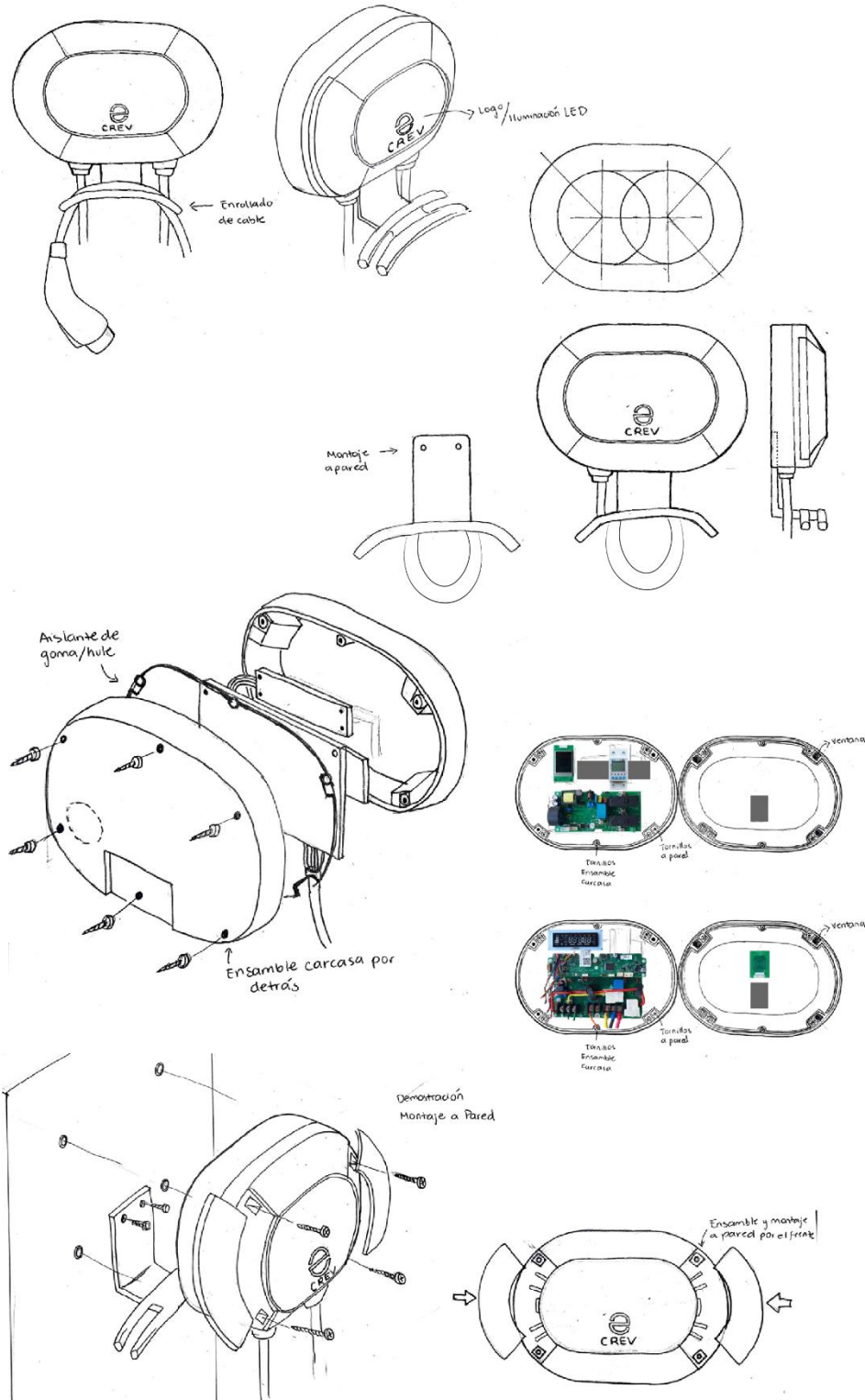
Para evaluar el desempeño de las propuestas, se toman los requerimientos de diseño como los criterios de evaluación, en base a esto cada propuesta obtuvo su calificación, ganando la de mayor puntaje. A continuación, se expondrá la tabla de evaluación, la propuesta ganadora y dos propuestas finalistas, se muestran varias propuestas con la intención de combinar las cualidades que pueden mejorar la propuesta.

Requisito		1	2	3	4	5	6	7							
Protección rayos UV y temperaturas	2	16	8	14	7	12	4	12	6	14	7	12	6	14	7
Aseguramiento del conector	3	21	7	18	6	15	5	21	7	18	6	18	6	18	6
Resistencia al agua	3	24	8	18	6	15	5	12	6	14	7	24	8	21	7
Resistencia a caídas	3	21	7	24	8	15	5	21	7	12	6	18	6	21	7
Sistema aislante	3	18	6	18	6	21	7	21	7	21	7	21	7	21	7
Acceso al interior de la carcasa solo por personas autorizadas	2	10	5	08	4	08	4	12	6	14	7	14	7	12	6
Interfaz intuitiva	3	18	6	15	5	12	4	18	6	12	4	21	7	15	5
Peso cargable	2	10	5	08	4	14	7	10	5	10	4	16	8	10	5
Accesibilidad	2	14	7	16	8	12	6	10	5	10	5	12	6	12	6
Facil instalación a la pared	2	14	7	16	8	14	7	14	7	08	4	14	7	14	7
Poseer las características propias de la marca	2	12	6	10	5	10	5	14	7	12	6	16	8	12	6
Debe tener apariencia tecnológica	1	06	6	05	5	06	6	07	7	06	6	08	8	07	7
Geometría amigable con la interacción	2	14	7	12	6	08	4	10	5	10	5	14	7	10	5
Bajo costo de producción	3	09	3	12	4	15	5	18	6	12	4	16	8	12	4
Construcción de la carcasa de manera sencilla	3	12	4	18	6	15	5	12	4	09	3	21	7	12	4
Facil adición y extracción de los componentes	2	12	6	14	7	08	4	14	7	10	5	16	8	10	5
Tamaño adecuado para distribuir todas las piezas.	3	21	7	12	4	18	6	18	6	15	5	21	7	18	6
Brindar margen de seguridad para cada pieza	3	21	7	15	5	21	7	18	6	18	6	24	8	21	7
		259	253	239	262	211	306	260							

Como resultado de la evaluación, se realizó un boceto que muestra las cualidades generales que se obtuvieron de las propuestas finalistas, para concretar y tener una idea mas clara del producto final. Esto con la intención de obtener aprobación de los involucrados del proyecto.

La propuesta se muestra con una fachada simple y sistema de ensamblaje efectivo como la propuesta

#6, el formato horizontal y montaje a la pared en el interior de la propuesta #4, y el grado de hermeticidad de la propuesta #7.



9. Diseño detallado





CREV está listo para subir de nivel.

Esta carcasa con su aspecto sencillo y orgánico, está diseñada para mejorar el impacto visual y la calidad de uso de su nuevo cargador de pared.

Utiliza ASA como material estructural, ya que es ligero, muy resistente contra las condiciones ambientales (Golpes, Agua, Rayos UV) y no es conductor eléctrico.

Está diseñada para ser producida en manufactura aditiva, por lo que sus detalles son optimizados para ello.

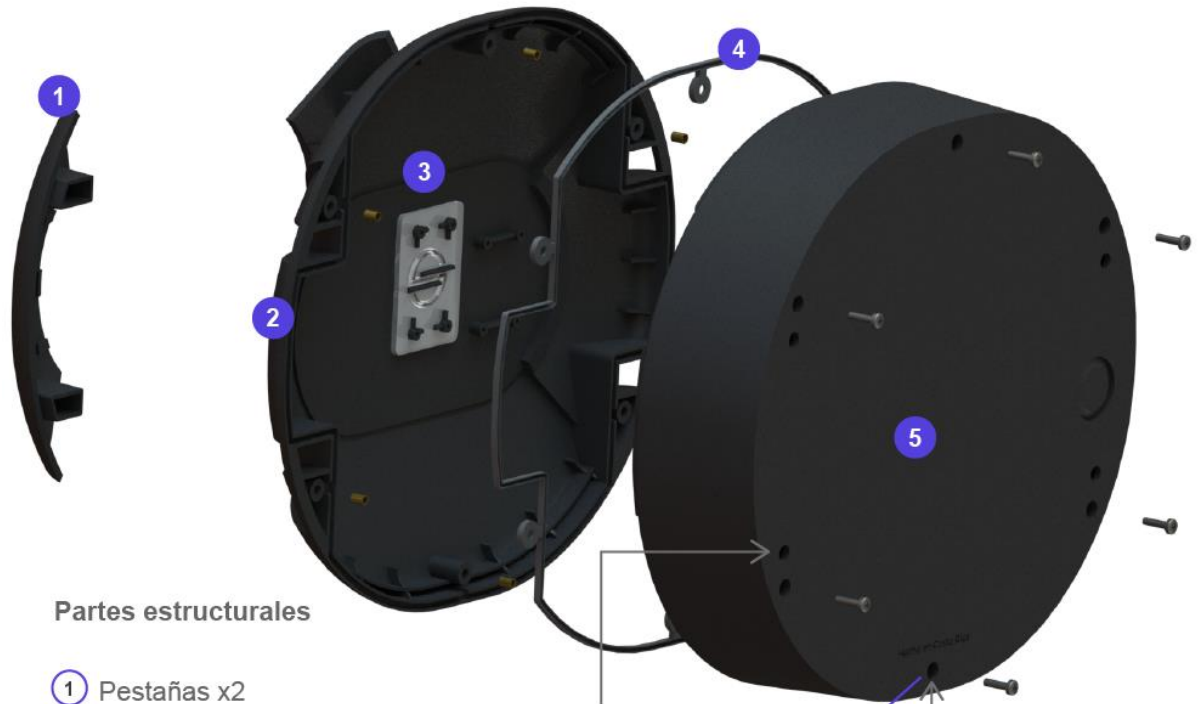
Utiliza sistemas de ensamble con tornillos, discretos, para no comprometer su apariencia e integridad.

Asegura un correcto grado de protección para su entorno al utilizar un cierre hermético y recubrimiento post-acabado para sellar los poros.

El interior está seccionado para los componentes electrónicos, y estos tienen un espacio adecuado para ventilación.

Su diseño y geometría es única en el mercado, distinguiéndolo de los demás productos en el mercado.



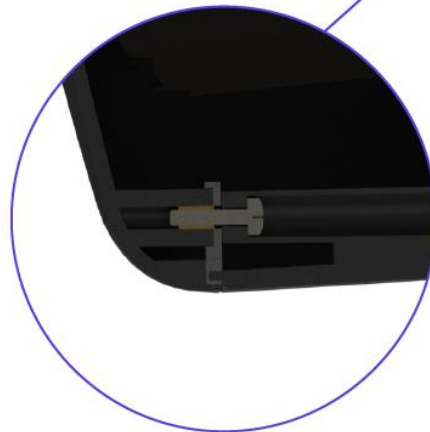


Partes estructurales

- ① Pestañas x2
- ② Tapa
- ③ Pieza difusor
- ④ Junta de silicona (sello hermético)
- ⑤ Base

Abertura para tornillos de pared

Abertura para tornillos de ensamble



Ensamble de las piezas

Esta carcasa se une por medio de seis tornillos introducidos en sus aberturas, y atornillados por medio de un inserto de rosca colocado con presión térmica en la tapa. Esto permite una unión fuerte y oculta.

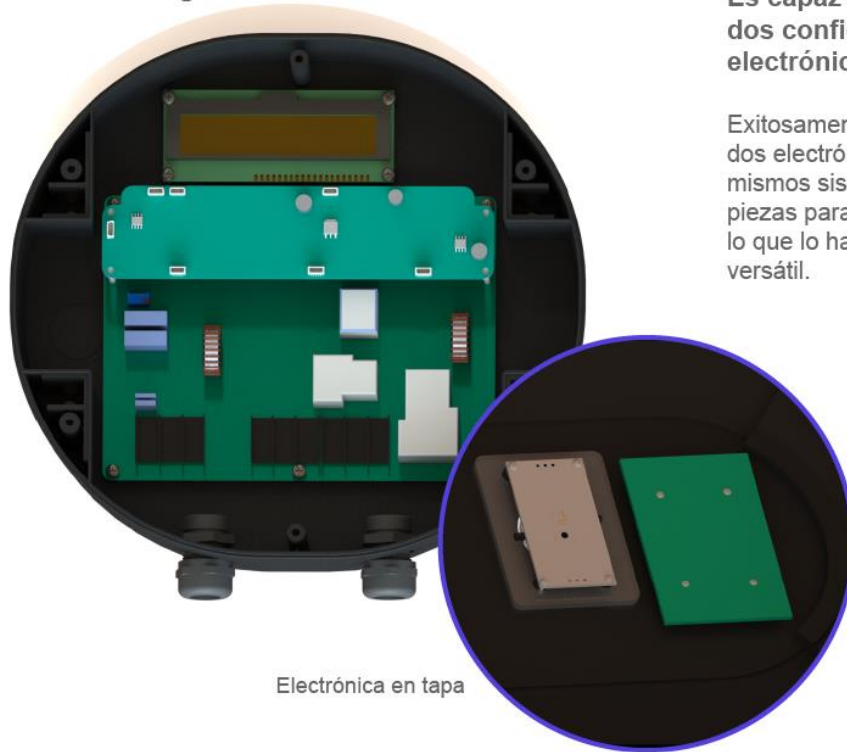


El área de ensamblaje se encuentra aislada y separada de los componentes electrónicos, protegiéndolos del contacto con el exterior



Costillas y elementos estructurales

Configuración electrónica PLUS



Electrónica en tapa

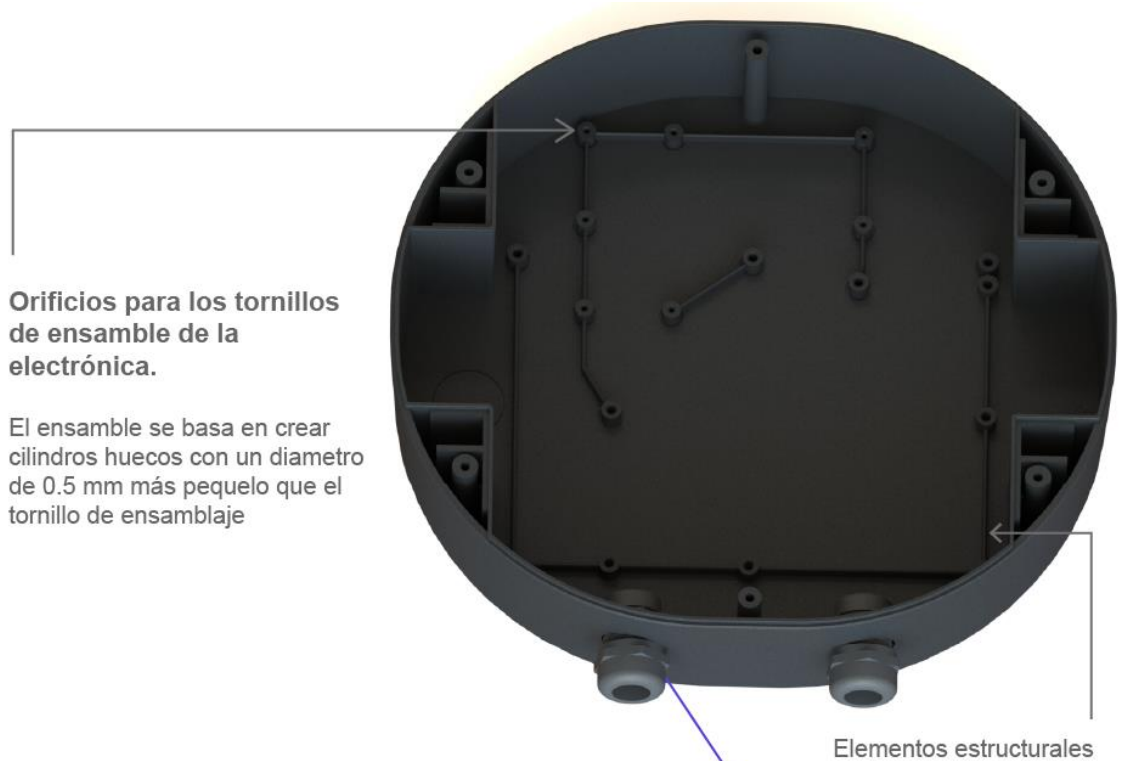
Es capaz de adaptarse a las dos configuraciones electrónicas propuestas

Exitosamente puede albergar las dos electrónicas, reutilizando los mismos sistemas de unión de piezas para ahorro de recursos, lo que lo hace un producto muy versátil.

Configuración electrónica convencional



El ensamble del medidor se resolvió fabricando una pieza riel de ABS adaptada a las medidas del dispositivo, y ensamblado por medio de tornillos M3,5.

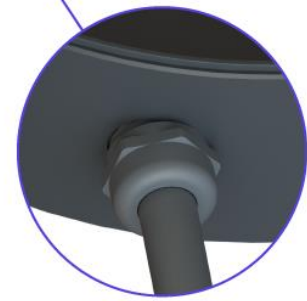


Orificios para los tornillos de ensamble de la electrónica.

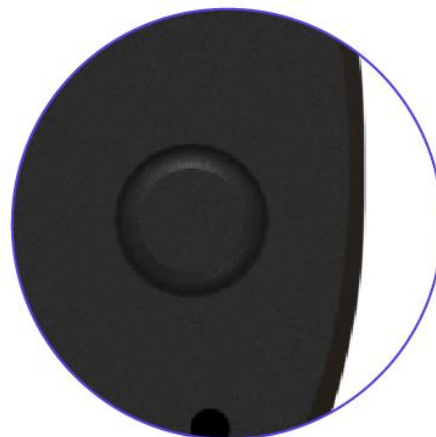
El ensamble se basa en crear cilindros huecos con un diametro de 0.5 mm más pequeño que el tornillo de ensamblaje

Elementos estructurales

Las salidas para los cables van selladas con una lamina delgada de material hasta el momento de ser necesitadas.
Se incorpora una salida adicional en la zona trasera de la carcasa, en caso de que el usuario desee colocar la conexión por la pared.



Prensaestopas o tapón M25 para proteger cable de 20 mm





Sin marcos grandes, ni feos tornillos. Instalación en la pared oculta.

Al momento de montarlo a la pared, se realiza con todo el sistema, la carcasa nunca se abre, ni hay que montar otra pieza antes, es un proceso fluido.

Una vez se completa la instalación se colocan las pestañas que cubren el sistema de montaje, y se mezclan con la apariencia del producto.



Anclajes de expansión
Ø 8 x 40 mm
(x4)

Tornillos autoroscantes
M6 X 50 mm
(x4)

Entre muchas opciones se escogió la más óptima.

Como se sabe, el cable de un cargador de este tipo puede ser bastante aparatoso y pesado, por lo que se implementó la solución de utilizar un holster con gancho incorporado, tanto para resguardar el conector, como para almacenar el cable.

Este holster es fabricado con Policarbonato y se ensambla a la pared por medio de tornillos. Esta pieza específicamente sale rentable tanto para el usuario como para la empresa adquirirla con un fabricante externo y distribuirla junto al cargador.





Su forma ovoide y tonalidad gris oscura mate permite percibirlo como un producto tecnológico y amigable



C: 66 R: 60
M: 57 G: 60
Y: 55 B: 59
K: 60 HEX: 3c3c3b

El texturizado acentúa la zona de mayor interacción del producto



Códigos del color en iluminación feedback



Verde: Cargador encendido y listo para usarse



Azul estático. Cargador ya terminó de cargar el vehículo



Rojo-naranja. Ocurrió un problema

Parpadeante: El vehículo se encuentra cargando.



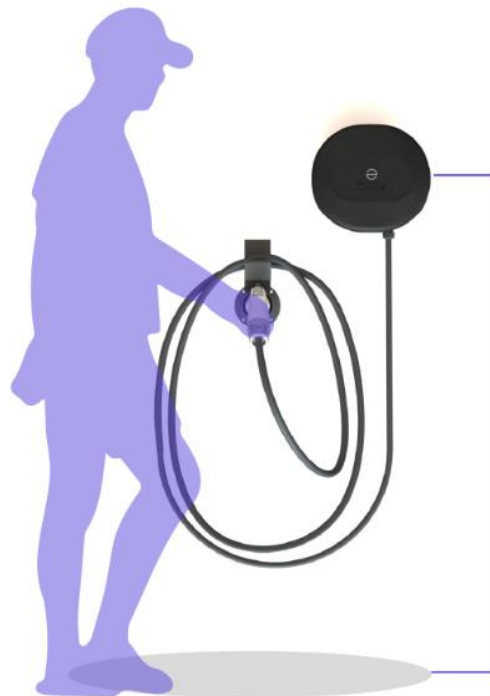
Interacción con el usuario

El producto está diseñado para ser suave al tacto en caso de que se necesite interactuar con la parte frontal de la carcasa, quitando las pestañas para mostrar los tornillos de montaje o utilizando el lector de tarjetas en el caso del personal encargado.



Forma de sujetarlo

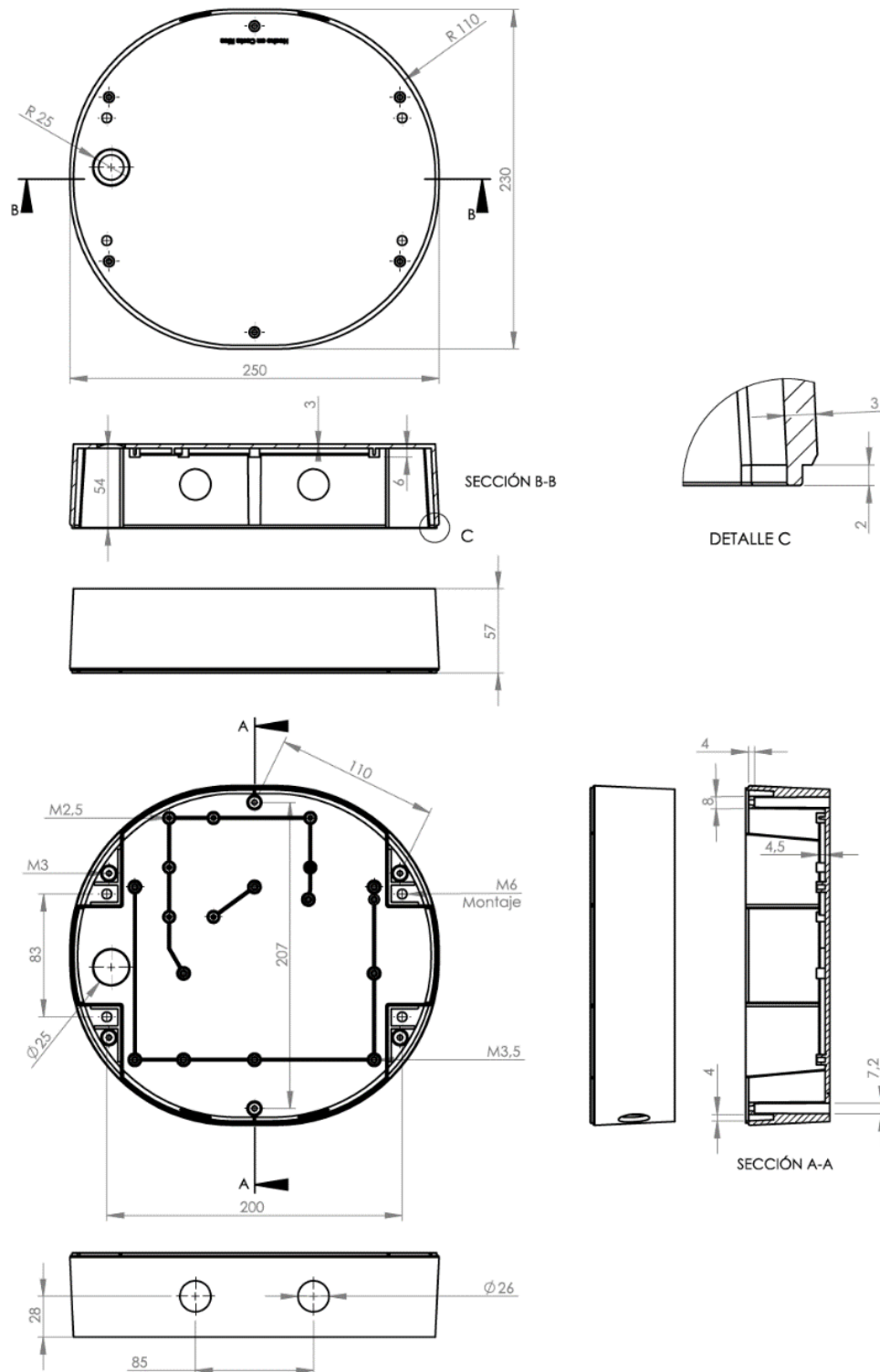
Se sugiere que el dispositivo sea cargado de manera acostada. Además el sistema pesa 1 kg, por lo que es muy fácil de transportar.



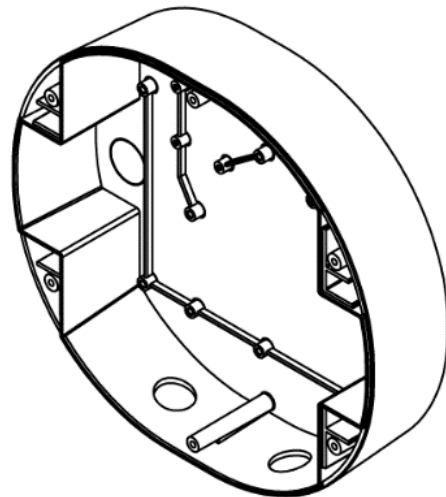
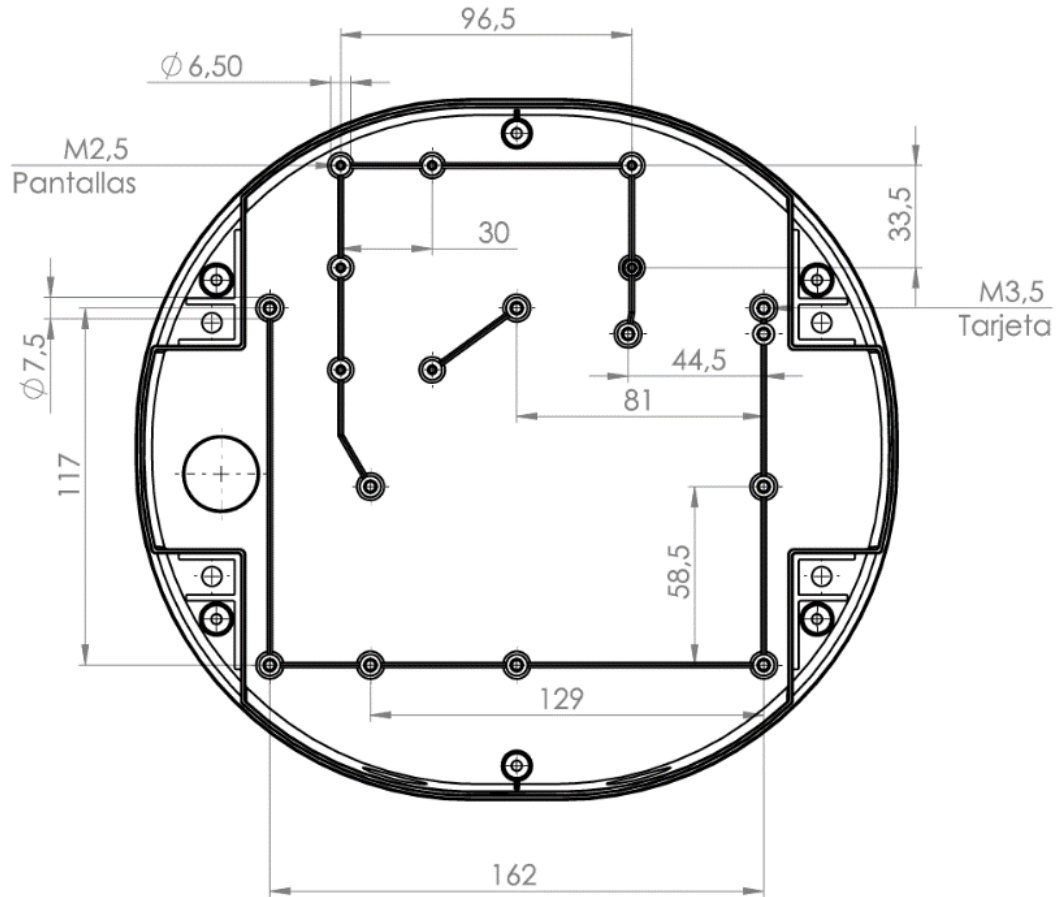
Altura a la pared

El usuario tiene la total libertad de instalar el cargador en su pared, a cualquier altura que considere óptima para su experiencia de uso.

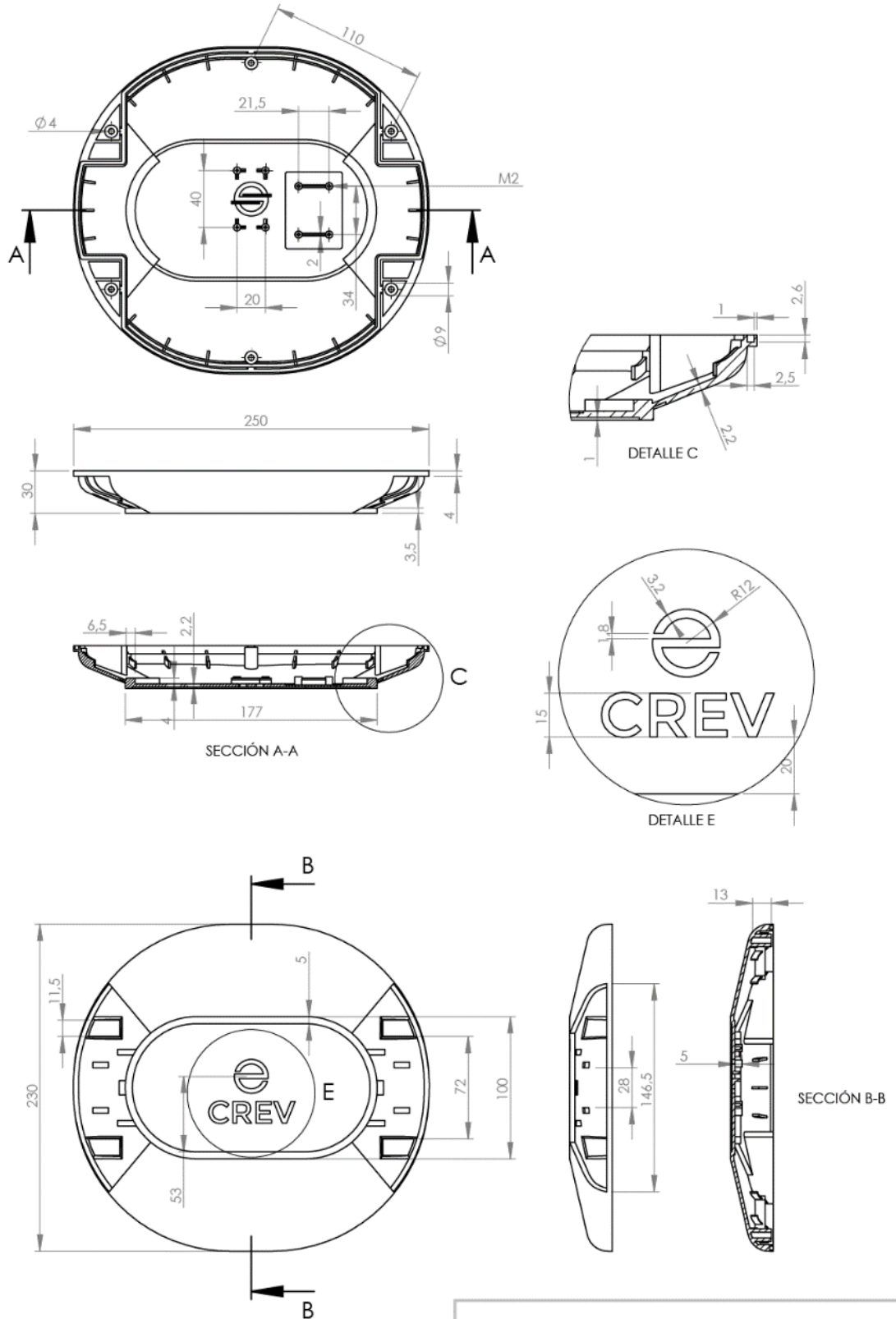
9.2. Planos técnicos



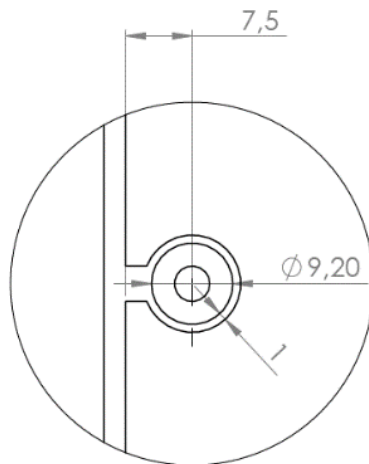
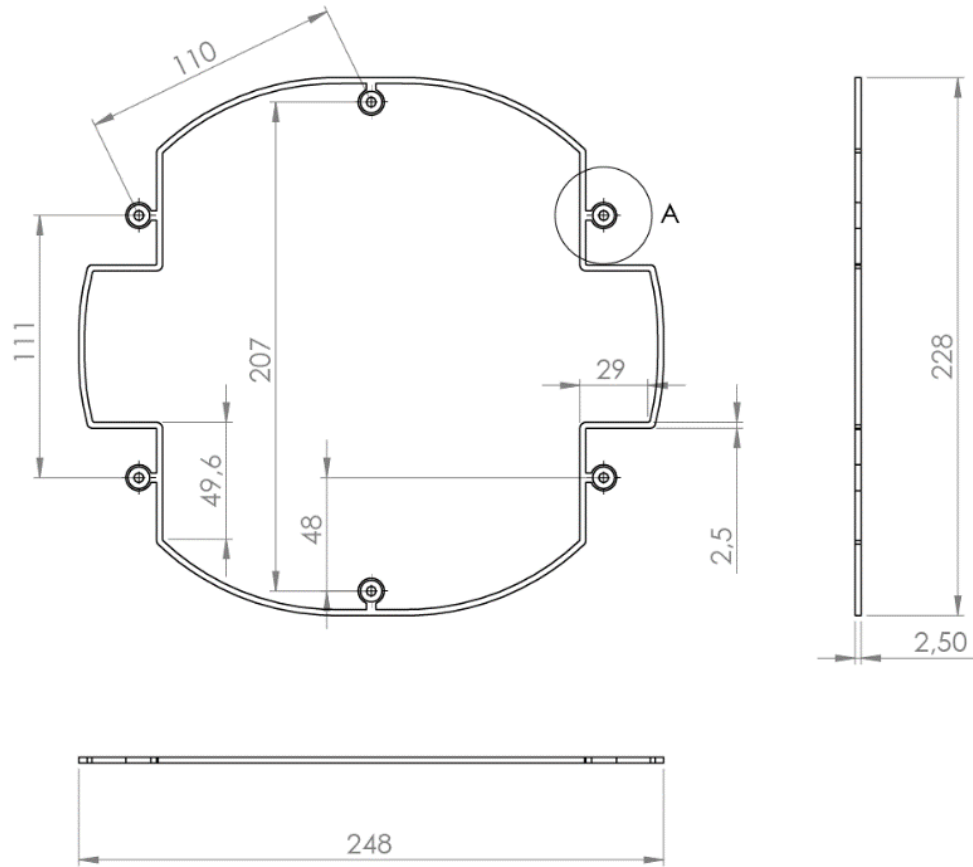
Base carcasa



Base carcasa

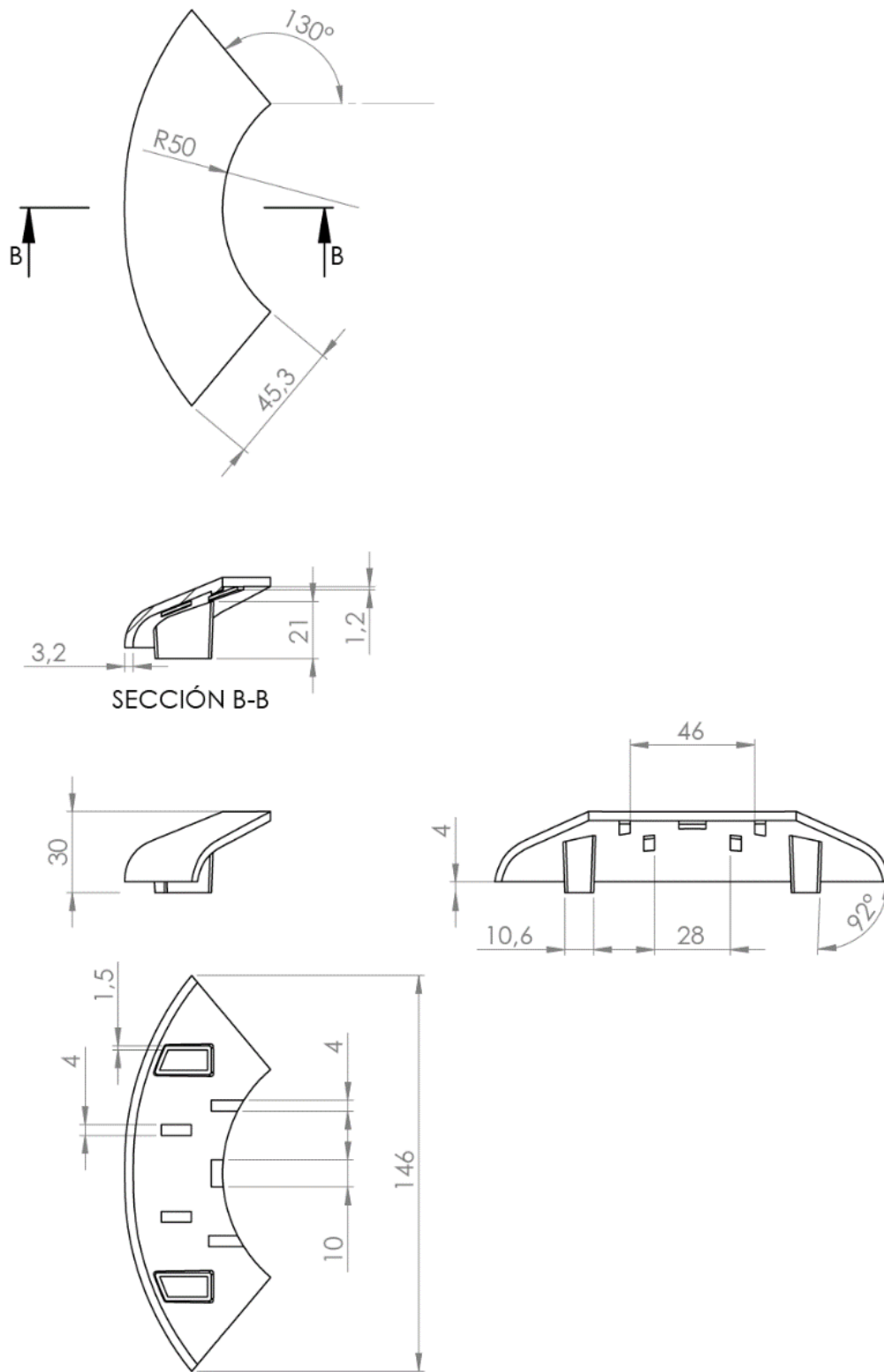


Tapa carcasa

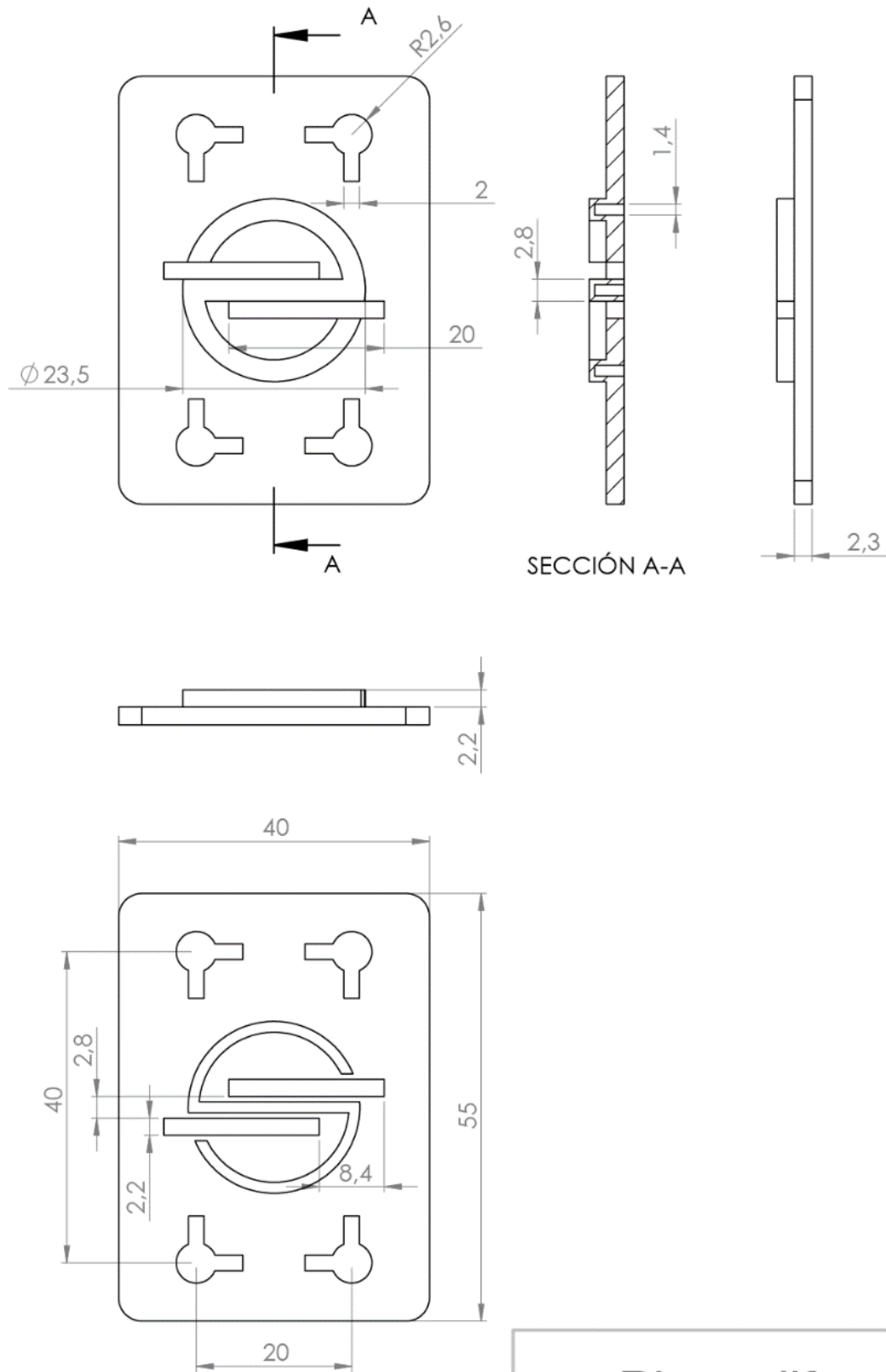


DETALLE A
ESCALA 1.5 : 1

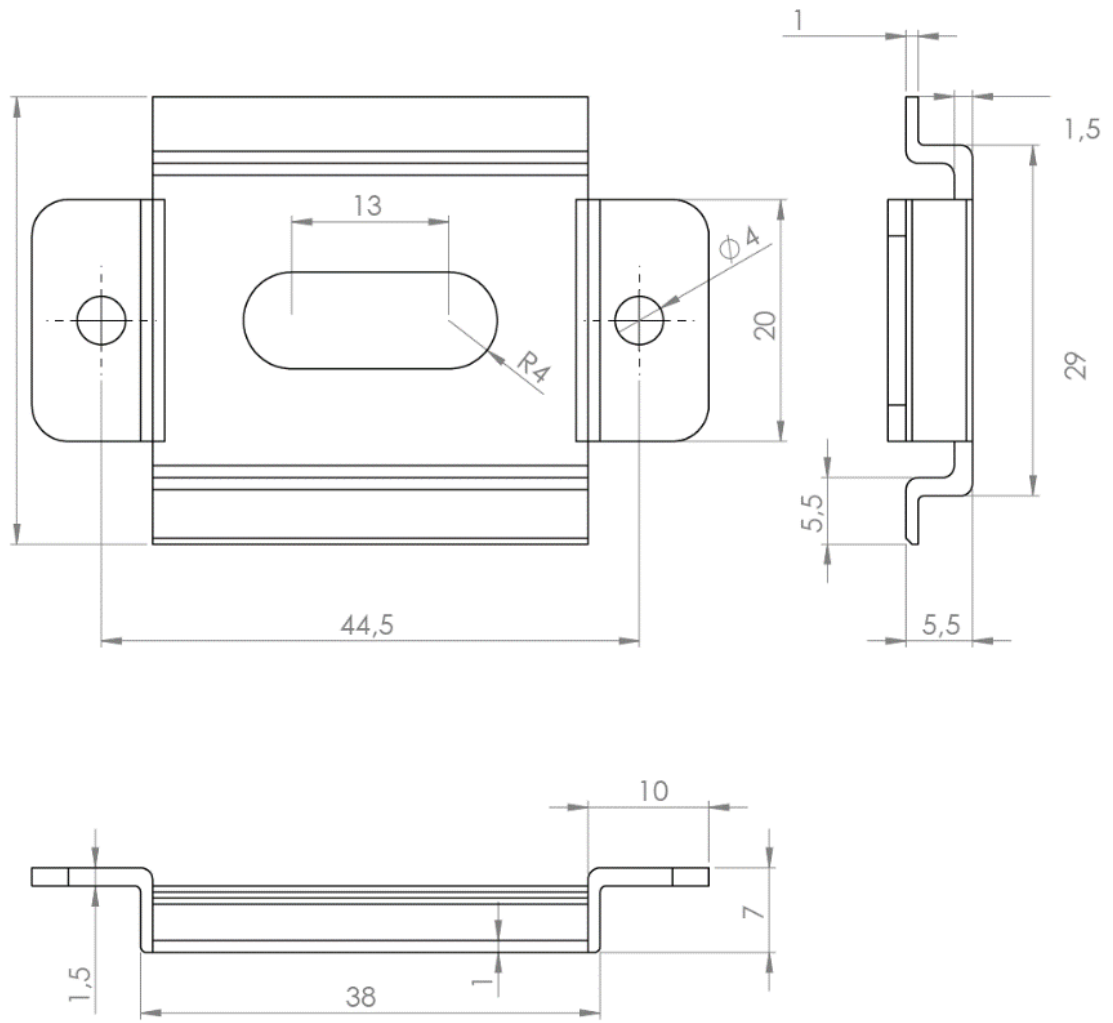
Sello hermético



Pestaña de tapa



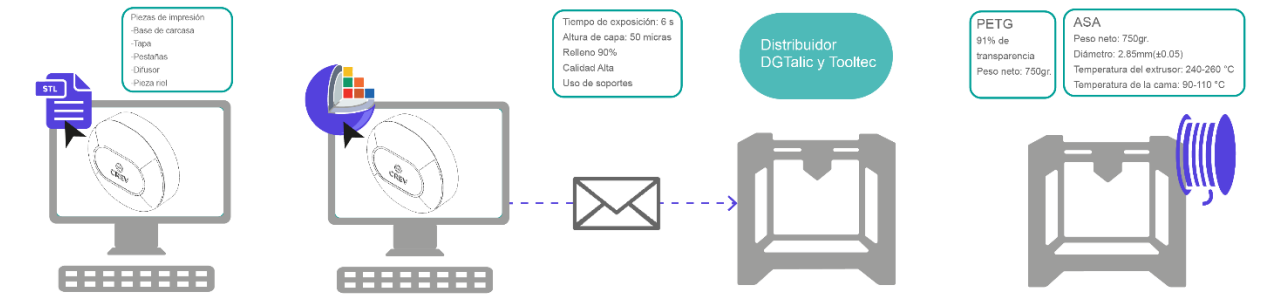
Placa difusora



Pieza riel_Medidor

9.3. Descripción de manufactura y ensamble

Manufactura de piezas de la carcasa - Manufactura aditiva FDM

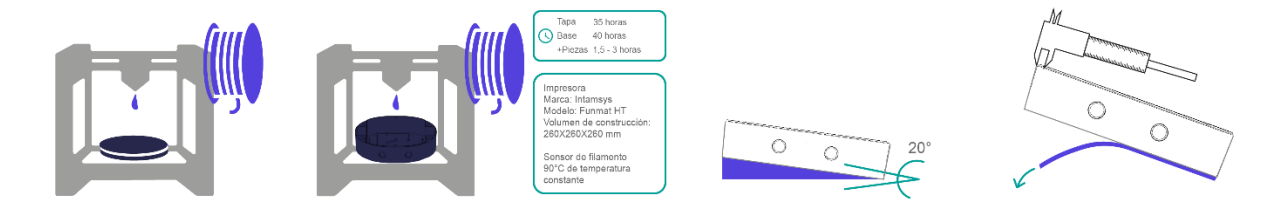


Diseñar y modelar las piezas de la carcasa que deben imprimirse. Exportar los archivos en formato STL.

Ajustar los grosores y elementos estructurales en la pieza. El archivo STL se envía a un software tipo slicer, que se encarga de partir el objeto en capas.

La configuración se guarda en G-Code, y se envía a la impresora en forma de comandos a seguir.

Se coloca el material en filamento designado para cada impresión (PETG para difusor, ABS para riel y ASA para componentes estructurales)

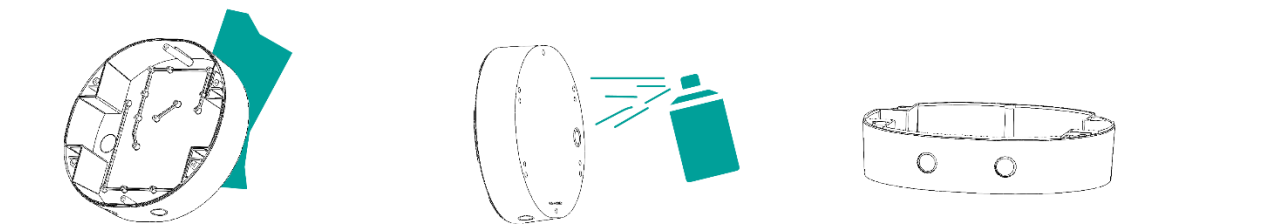


El material es calentado hasta temperatura de cristalización y se extruye la primera capa sobre la cama de impresión.

Al completarse la primera capa, la segunda se coloca inmediatamente encima. El proceso se repite hasta completar la pieza.

Si la pieza posee muchos ángulos rectos, se configura con cierta inclinación de 10 a 20°C, para facilitar el acabado de las partes planas.

Se retiran los soportes con cuidado y se estudia que las medidas son las esperadas



Se lija la pieza para alisar imperfecciones y relieves no deseados. En caso de superficies muy rugosas, se alisa químicamente con vapores de acetona.

Se aplica una capa de spray de pintura anti-goteras para impermeabilizar la pieza

El resultado es una pieza impermeable y lista para ensamblaje.

Manufactura de junta aislante (sello hermético) - Casting de silicona



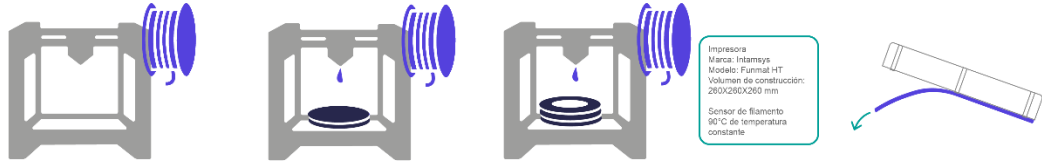
Diseñar y modelar el sello conforme a la geometría planteada de la base y la tapa

A partir del modelo y las medidas, se modela un molde ensamblado por layers y con comisuras para inyectar el material, se exporta a STL.

El archivo STL se envía a un software tipo slicer, que se encarga de partir el objeto en capas.

La configuración se guarda en G-Code, y se envía a la impresora en forma de comandos a seguir.

PLA
Peso neto: 750gr.
Diámetro: 2.85mm(±0.05)
Temperatura del extrusor: 210±20 °C
Temperatura de la cama: 0-60 °C

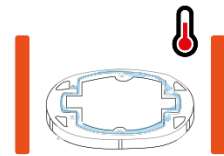
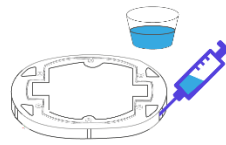
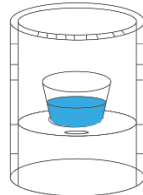
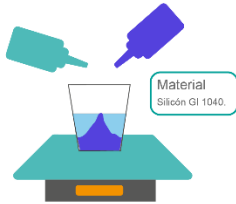


Se coloca el material filamento en la máquina. Para el molde se escoge PLA, ya que es un filamento poco costoso y efectivo para moldes.

El material es calentado hasta temperatura de cristalización y se extruye la primera capa sobre la cama de impresión.

Al completarse la primera capa, la segunda se coloca inmediatamente encima. El proceso se repite hasta completar el molde.

Se retiran los soportes con cuidado y se juntan las partes del molde impreso.

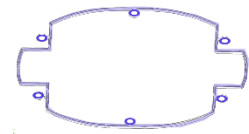
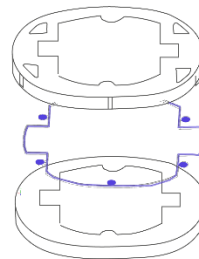
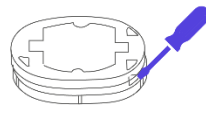
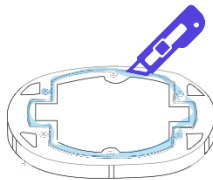


Mezclar igual cantidad de polvo y activador en un contenedor, y medir la cantidad necesaria para inyectar.

Colocar la mezcla de silicona en un tanque al vacío, para eliminar las burbujas internas del líquido, y evitar errores en la pieza.

Con ayuda de una jeringa ancha, se introduce el material en las comisuras del molde, de manera uniforme y con fuerza moderada

Se coloca el molde en un lugar caliente para dejar secar la pieza toda la noche.



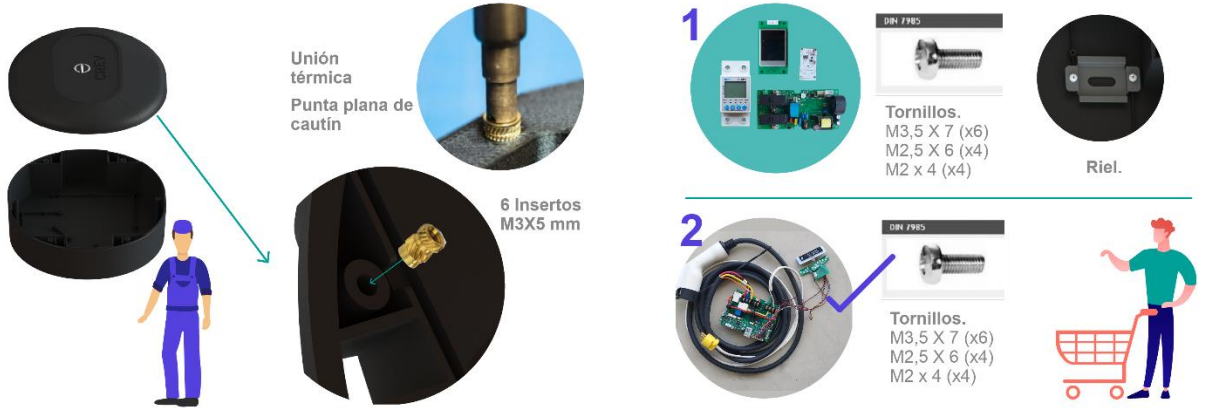
Una vez secado se retira con un cutter el exceso de material en el exterior.

Se retiran con cuidado las piezas del molde

Se retira la pieza fabricada del molde y se prueba en los sistemas de ensamble de las piezas

Como resultado se obtiene una pieza a medida que funciona como sello hermético.

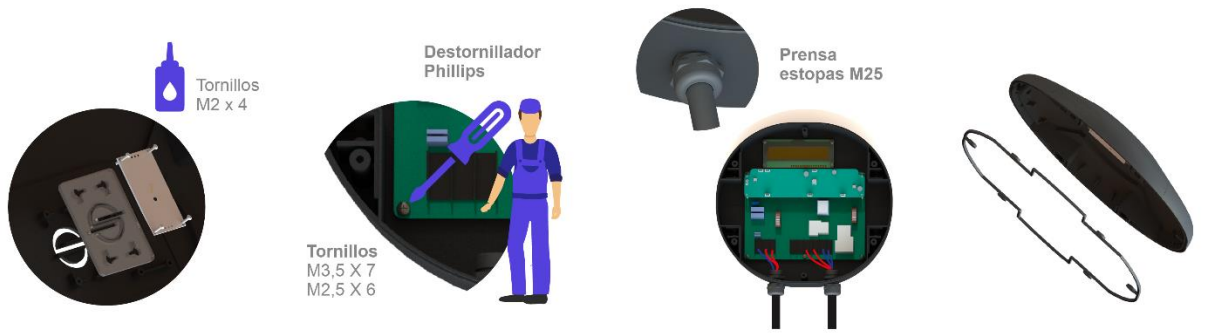
Ensamble de carcasa



Una vez las piezas de la carcasa están acabadas, se procede a hacer el ensamble de la electrónica. Esto es realizado por un técnico especialista de la empresa fabricante.

Una vez las piezas de la carcasa están acabadas, se procede a hacer el ensamble de la electrónica. Esto es realizado por un técnico especialista de la empresa fabricante.

Según la necesidad, presupuesto y deseos del usuario, se escoge la electrónica más adecuada, y se seleccionan los medios de ensamble necesarios para la instalación.

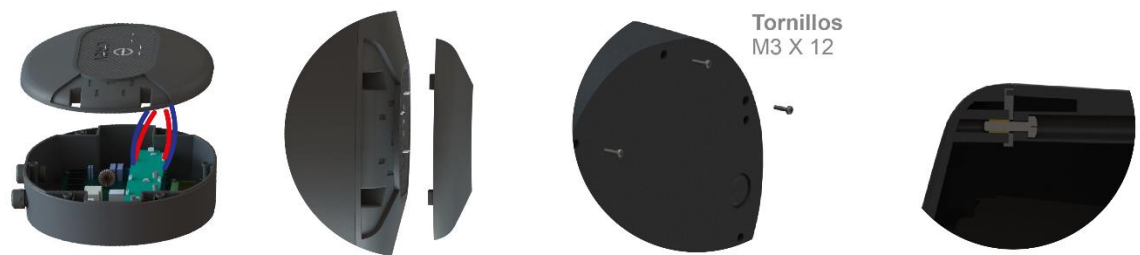


Se ensamblan las piezas en la parte frontal, comenzando por el difusor, se pega la pieza con un sellador especial para polímeros y encima se coloca la placa LED.

En la base de la carcasa se colocan la tarjeta electrónica y el resto de los componentes de ensamble y se unen con sus respectivos tornillos a través de los huecos de unión

Se introducen los prensaestopas y se pasa el cable del conector y el enchufe a través de ellos

Se ensambla el sello hermético a la tapa de la carcasa, colocando la parte lisa por dentro.



Una vez se ensamblan los componentes, se une la conexión de piezas frontales a la PCB

Se cierra mecánicamente la carcasa y se colocan las pestañas en la parte frontal

Se colocan los tornillos por la parte de atrás de la carcasa en sus respectivos agujeros

Se atornillan hasta llegar al final de la rosca, apra asegurar una unión fuerte.

10. Prototipado

Para establecer los parámetros de la solución final, primero se tuvo que realizar una serie de prototipos de calidad baja a media, para establecer medidas, probar resistencia y revisar medios de soporte y ensamble, en este punto se da la síntesis de lo encontrado.

Se utilizan láminas de cartulina que asemejan el tamaño de los componentes a nivel bidimensional.

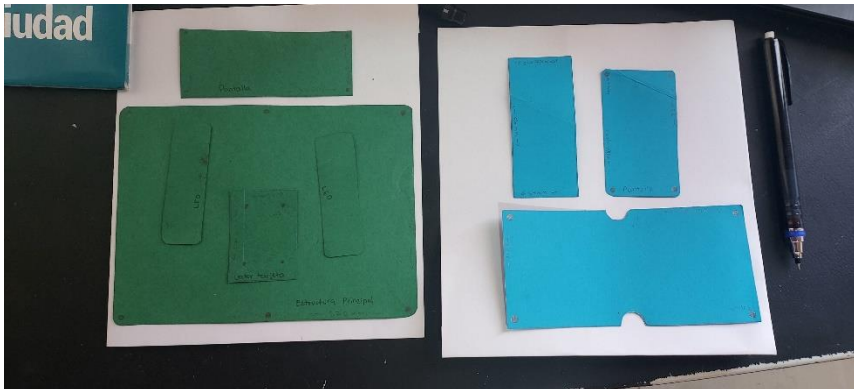


Imagen 7. Representación en cartulina de componentes, siendo el verde la configuración electrónica PLUS, y el azul la tarjeta electrónica estándar de CREV. Fuente: Elaboración propia.

Primero se realizó un prototipo fabricado con cartón y cinta adhesiva para tomar medidas y posicionar a los componentes en la carcasa, esto permite ubicar si la propuesta realmente es favorable para los componentes a nivel geométrico.

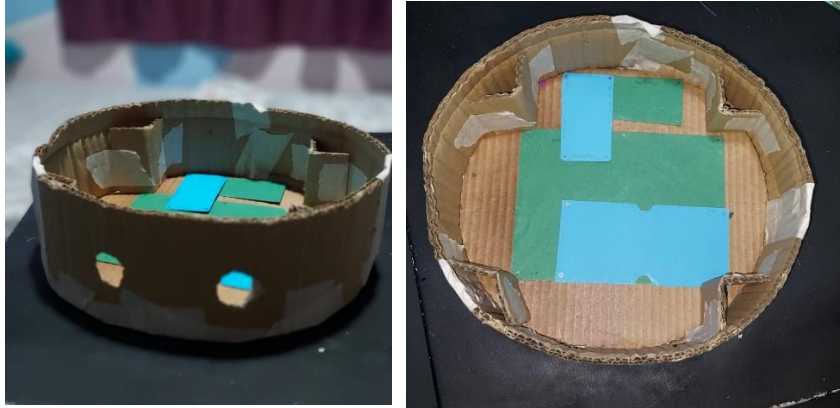


Imagen 7. Prototipo de cartón. Fuente: Elaboración propia.

Con esto realizado se continuó modelando el dispositivo en SolidWorks, para después exportar las piezas a STL y enviarlas al área de impresión 3D de la Escuela de Diseño del Tecnológico de Costa Rica, fue de gran relevancia porque se identificaron elementos realizados correctamente y debilidades. También se quería saber el tiempo de fabricación de cada pieza, al ser una carcasa relativamente grande en el mundo de la impresión 3D



Imagen 9. Prototipo simple, impreso en el Tecnológico de Costa Rica. Fuente: Elaboración propia.

El material de esta impresión es ABS, que no es el material final, con la impresora de FDM de la Escuela, las dos piezas que conforman la carcasa duraron un promedio de 35 horas en imprimirse, y las pestañas duraron 2 horas cada una.



Imagen 10. Prototipo simple, vista interna, impreso en el Tecnológico de Costa Rica. Fuente: Elaboración propia.

La base de la carcasa no presentó casi nada de material de soporte, los detalles estructurales están en buena condición, también el sistema de insertos de rosca y el ensamble funcionan muy bien.

Entre las debilidades se encontraba que la tapa se imprimió en la vista de alzado (perpendicular al piso de la impresora), no de planta, ocasionando un mejor acabado pero que los soportes fueran muy difíciles de quitar. También durante la impresión la base al ser de formato grande se movió, ocasionando un desfase de 1 milímetro.



Imagen 11. Errores en el prototipo impreso. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al encaje de los componentes electrónicos, se realizaron las pruebas de ensamble y todos encajaban de manera correcta, solo se modificó el grosor de los agujeros de tornillos para añadirles resistencia, y se les añadió elementos estructurales a los agujeros de la tapa de la carcasa.

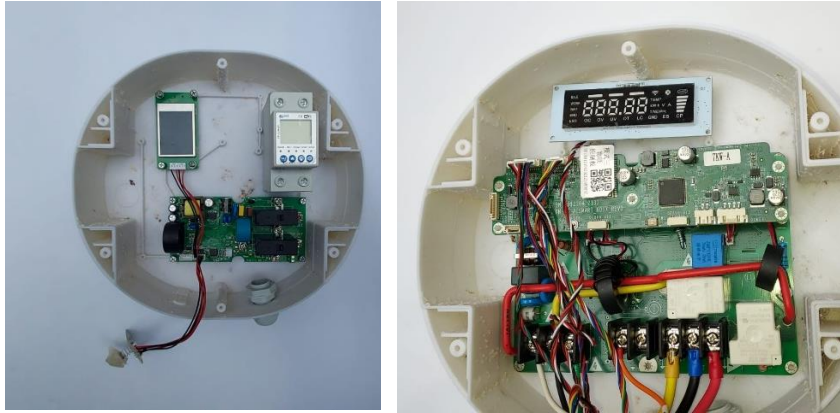


Imagen 11. Pruebas de ensamble de los componentes electrónicos. Fuente: Elaboración propia.

El montaje a la pared es exitoso, solo que, al imprimir las pestañas frontales, quedaron algunos elementos muy delgados y frágiles, por lo que se tuvo que rediseñar esta pieza, añadirle grosor y eliminando elementos sueltos de poca densidad.



Imagen 13. Impresión de pestaña y reflejo de quebradura en cejilla dentada. Fuente: Elaboración propia.

Se consideró la posibilidad de añadirle un grosor extra a la parte de atrás del sistema, para crear una abertura y tener la posibilidad de ensamblar el gancho del conector por detrás de la carcasa, pero se observó que este grosor lo

que hace es ralentizar la impresión, haciendo que el material seque en medio de la impresión y se levante precipitadamente.



Imagen 14. Evidencia del grosor extra en la parte trasera de la base, esta medida se descartó para proteger la integridad del sistema. Fuente: Elaboración propia.

Se realizaron pruebas de pequeña escala de impermeabilidad de la impresión. Se concluyó que, el material y el tipo de impresión es suficiente para que no entre agua de lluvia al sistema, sin embargo, se recomienda un recubrimiento con resina o pintura selladora para casos de humedad.

Por cuestiones de tiempo, no se pudo imprimir una versión con el material final y con una mejor calidad de acabado, sin embargo, se está negociando con la empresa para realizar un segundo prototipo con todas las piezas, métodos de ensamble, manufactura y acabados finales. Para poder realizar las pruebas respectivas de seguridad y protección.

11. Costos

Se realizó una cotización con la empresa Escaparate 3D para la manufactura aditiva de la carcasa por unidad, incluyendo las siguientes piezas: Tapa, base, dos pestañas, pieza riel para el medidor, y el molde de sello para realizar el casting de silicona (en este caso solo se imprimiría uno para fabricar múltiples piezas).

Cliente: Inversiones Himanram SA
 Dirección: 0
 Teléfono: 89920147

Atención: Ashley Mejia
 Proyecto: monedas

Sirva la presente para saludarle y a la vez presentarle la cotización de:

Item	Descripción	Cantidad (gr)	Precio Unitario	Unidades	Total	
1	Impresión 3D plástico ASA resolución 200 micrones	207,00	\$ 0,40	1	\$ 82,80	
2	1, Base carcasa (
3						
4	Impresión 3D plástico ASA resolución 200 micrones	254,00	\$ 0,40	1	\$ 101,60	
5	2, Tapa (250 x 230 x 30mm)					
6						
7	Impresión 3D plástico ASA resolución 200 micrones	44,00	\$ 0,40	2	\$ 35,20	
8	3. Pestañas (53,9 x 146,1 x 30mm)					
9						
10	Impresión 3D plástico ABS resolución 200 micrones	8,00	\$ 0,50	1	\$ 4,00	
11	4, Sello (248 x 228 x 2,5mm)					
12						
13	Impresión 3D plástico PETG resolución 200 micrones	9,00	\$ 0,50	1	\$ 4,50	
14	5, Difusor (40 x 55 x 4,5mm)					
15						
Notas: Para ser entregado en nuestras oficinas. Verificar que las medidas generales correspondan al tamaño de impresión que se requiere.						
					Subtotal	\$ 228,10
					Impuesto de venta	\$ 29,65
					TOTAL	\$ 257,75

Imagen 15. Cotización desarrollo de la carcasa en Escaparate 3D.
 Fuente: Escaparate 3D.

Para fabricar el sello de silicona después de fabricar el molde, se requiere de silicona formadora de juntas de alta temperatura, según Lanco [], la presentación de silicona de grado industrial para sellar de 300 ml tiene un costo de 6,950 colones, y por cada junta se necesitarían un promedio de 10 ml, lo que significa que por cada bote se fabrican hasta 30 juntas de silicona, para 30 carcasas, contando el costo de fabricación del molde, costarían un promedio de 310 colones cada una o 0,50 dólares.

Si se toma en consideración los tiempos de impresión, se pueden fabricar 2 carcasas semanalmente, y el molde del sello de silicona se utilizaría en todas las ocasiones, por lo tanto, solo se imprimiría una vez, en promedio cada carcasa costará 253,75 dólares para fabricarse en un proveedor de manufactura exterior, sin contar el sello de silicona. Con el sello de silicona, su fabricación llegaría a los 254,25 colones. Esta es la opción más asequible actualmente ya que no requiere de una inversión inicial.

Para agilizar el tiempo y el costo, se considera que la empresa puede invertir en comprar la tecnología FDM, para ello, al igual que en la inyección de plástico, se necesita de una inversión inicial. Según datos de DGTalic [37], la impresora adecuada para este proyecto sería la INTAMSYS Funmat HT con 90°C de temperatura constante en su recámara y volumen de construcción de 26 cm las tres dimensiones, esta impresora tiene un valor de 8,500 dólares en el mercado nacional.

Además, el costo de un kilo de filamento ASA cuesta 30 dólares, el costo de un kilo de filamento ABS cuesta 25 dólares y el costo de un kilo de PETG cuesta 40 dólares. Para fabricar una unidad, se necesitarían 500 gramos o medio filamento ASA, 15 gramos de filamento ABS y 9 gramos de filamento PETG. Si se toma en cuenta la inversión inicial de la impresora y se fabrican 140 carcasas anualmente, se obtiene el costo por unidad en la siguiente tabla.

<i>Unidad</i>	<i>Impresión</i>	<i>ASA</i>	<i>ABS</i>	<i>PETG</i>	<i>SILICONA</i>
<i>Cantidad</i>	1	500 gramos	15 gramos	9 gramos	10 gramos
<i>Costo</i>	\$64	\$15	\$0.38	\$0.36	\$0,50
<i>Costo Final</i>	\$80,25				

Tabla 11. Estimación de costos, adquisición de manufactura aditiva en impresión interna en la empresa. Fuente: Elaboración propia, Escaparate 3D, DGTalic.

En esta estimación de costos se omiten costos de electricidad y mano de obra, sin embargo, ya la carcasa se considera mas rentable en manufactura aditiva. Además, poseer esta tecnología puede traer muchos beneficios, como la impresión de prototipos para múltiples proyectos, y la posibilidad de realizar cambios.

Ahora, si la necesidad latente llega a aumentar la cantidad de clientes y se necesitan mas de 150 carcasas anualmente, se debe considerar invertir en el costo de molde inicial para el moldeo por inyección plástica, en material ASA, fabricar un molde en Costa Rica puede llegar a costar 20 mil dólares, por lo que fabricar menos de 200 piezas anualmente puede llegar a ser muy costoso y no rentable, y hay que tomar en consideración que los moldes no pueden cambiarse, por lo que, es mejor aplicar esta tecnología cuando el cargador haya pasado su fase de prototipo. Para el alcance actual, la impresión 3D es la opción mas rentable.

12. Factor diferenciador

El producto final se destaca en el mercado de competidores, y logra cumplir con resolver la problemática establecida en las siguientes áreas:

Funcionalidad. La necesidad planteada era determinar un dispositivo que protegiera los componentes eléctricos del entorno, y que tuviera la capacidad de albergar y adaptarse a dos configuraciones electrónicas propuestas por la empresa. El diseño final es un sistema hermético logrado por medio de una junta de silicona, que permite la separación y el aislamiento de las zonas de ensamblaje a las zonas de la electrónica, esto permite aumentar su grado de protección y soportar caída de agua en lluvias. El material del encapsulado es ASA, especialmente escogido porque es un material reconocido por su capacidad de protección contra los agentes externos mientras se expone al aire libre. Y finalmente su acabado posee un recubrimiento con sellador en spray para tapar la porosidad ocasionada por la manufactura de impresión 3D.

El producto logra eficientemente adaptar dos tipos de sistemas electrónicos en su interior, siendo más versátil que los dispositivos en el mercado diseñados para solamente un tipo de tecnología, es un encapsulado multipropósito, sin desperdiciar material y espacio.

La propuesta final promete solucionar no solo la protección del conector de carga, sino también el enrollamiento del cable, evitando arrastres, mezclando un *holster* con un gancho de material resistente.

Seguridad. El diseño es seguro y protege a su usuario de incidentes con los objetos eléctricos, lo hace estableciendo un sistema de montaje separado a los componentes internos, por lo que nunca hace contacto con la electrónica. También el material ASA y la silicona, al ser polímeros, NO son conductores de la electricidad. El diseño asegura sus componentes por medio de ensambles con tornillos, utilizando insertos de rosca para fijar el medio de unión.

Tanto el ensamble como el montaje a la pared no son expuestos a simple vista, por lo que el sistema no puede ser abierto ni desmontado con facilidad, a menos que seas una persona dueña o un técnico de la empresa familiar con el producto. Esto lo hace perfecto para ser posicionado en lugares públicos.

Apariencia. Se emplearon las cualidades estudiadas en el análisis perceptual para diseñar un producto que se ve tecnológico y confiable, utilizando superficies suaves, geometría sencilla y detalles como líneas y texturizados en menor cantidad. Su cromática utiliza colores neutros como el gris oscuro, en sintonía con el blanco del conector, y el contraste que genera la iluminación LED. Además, de que su forma es única en el mercado costarricense, lo hace un factor diferenciador fundamental.

13. Conclusiones

Respondiendo al objetivo general, el resultado de este proyecto fue la creación de una carcasa compuesta por 5 partes principales y 2 piezas auxiliares, que, al ensamblarse, se convierte en un sistema que protege dos configuraciones electrónicas (no simultáneamente) propuestas por la empresa, que conforman su cargador tipo *Wallbox*.

Los dos sistemas electrónicos propuestos se diferencian en el precio y el rendimiento, la carcasa está diseñada para albergar cualquiera de los dos, lo que implica que el comprador tiene la oportunidad de escoger el sistema que se adapte mejor a su estilo de vida y presupuesto. Esta capacidad de adaptarse a lo que necesita el usuario le añade un valor agregado al producto.

Por medio de sus cualidades, la carcasa ofrece la protección necesaria para asegurar el correcto funcionamiento del producto en los entornos establecidos. Su sistema de aislamiento del exterior combinado con las cualidades del material y acabado permite una estructura que se mantiene funcional incluso en lugares expuestos a lluvias y sol.

Fue ideal utilizar una metodología que combina tanto el diseño como la ingeniería y el método científico, ya que esto permitió diseñar enfocado tanto en las necesidades del usuario, como en la integridad estructural del producto, asimismo, permitió regresar en múltiples ocasiones a las propuestas y la investigación preliminar para realizar cambios que logren una solución concreta.

El material escogido, ASA, es óptimo por sus cualidades y propiedades físicas para el proyecto, además, al ser un polímero, no hace interferencias en cualquier señal de transmisión que pueda emitir el dispositivo.

Su morfología sencilla y redondeada, permite acoplar los componentes de una manera efectiva, dejando suficiente espacio

entre ellos, para asegurar un correcto funcionamiento. Se considera un punto exitoso ya que se quería lograr una figura distintiva, lo cual era muy riesgoso puesto que la mayoría de las carcasas estudiadas poseen un formato cuadrado.

La carcasa permite que la electrónica trabaje, sin sobrecalentarse, ya que posee un sistema de elevación para la electrónica, este sistema se realiza por medio de los agujeros pronunciados de los tornillos, diseñados para sostener las placas de la electrónica.

Con el estudio de los sistemas de protección del conector y, se pudo observar que estos sistemas comúnmente van ensamblados por separado de la carcasa, porque el peso constante del cable puede comprometer la carcasa a nivel estructural, dañándola. Es por eso que se optó por escoger un sistema separado al dispositivo.

Ocultar el método de ensamble y montaje del producto, implica que solo personas autorizadas que poseen conocimiento puedan acceder al sistema, evitando correr el riesgo de dañar o modificar el sistema electrónico.

La manufactura aditiva es un proceso de manufactura efectivo para fabricar carcasas, y viene a ser una solución para la deficiencia de tecnología de manufactura de plástico ingenieril en el país, sin embargo, puede no llegar a ser rentable para venderse por unidad, ya que el costo de la fabricación de las piezas implica el tiempo de impresión y el tipo de material, lo que puede llegar a elevar mucho el precio del producto.

14. Recomendaciones

Se recomienda que antes de comenzar a testear la electrónica del cargador para lanzarlo al mercado, se hagan más pruebas de protección y pruebas físicas en los diferentes entornos de la carcasa, ya que la experimentación constante, es la clave del éxito de un producto.

Para una mejor experiencia de uso y apariencia del producto, se recomienda reemplazar la tecnología actual de iluminación LED por una cinta LED RGB que permita darle mayor jerarquía al *feedback* del cargador, el sistema de iluminación actual solo posee un LED y su radio de iluminación es de aproximadamente una pulgada, lo cual limita el producto a iluminar un solo fragmento de su interfaz.

Se recomienda la implementación futura de un manual de uso en el producto, cuando ya se posicione en el mercado, esto permite evitar posibles incidentes al momento de instalarlo, no todas las mentes de los usuarios funcionan igual, por lo que algunos, en lugar de solicitar ayuda técnica, querrán realizarlo individualmente.

En el futuro, después de realizar las pruebas de la electrónica y lanzar el producto al mercado si se desea aumentar el alcance del proyecto a producir la carcasa para múltiples clientes, se recomienda invertir en equipo de impresión 3D propio, según Idea 1.61[35] es más rentable tener el equipo cuando las piezas son de gran tamaño, ya que, en empresas externas, se cobra por hora, y puede llegar a ser bastante más costoso.

Se recomienda aplicar el método de manufactura propuesto para el sello de silicona, más, sin embargo, también se recomienda probar con otros métodos de manufactura y materiales que cumplan con las mismas cualidades que el elegido.

15. Referencias bibliográficas

- [1] D. Rivera. "¿Conviene comprar un vehículo eléctrico en costa rica?" Home | EfD - Initiative.
https://www.efdinitiative.org/sites/default/files/policy_brief_diana_rivera_digital.pdf
- [2] S. Pursell. "Diseño centrado en el usuario: Qué es, etapas y ejemplos". Blog de HubSpot | Marketing, Ventas, Servicio al Cliente y Sitio Web. <https://blog.hubspot.es/marketing/diseño-centrado-usuario>
- [3] J. Giner. "Canales de distribución, ¿cuál es el adecuado para tu negocio?" [escueladenegociosydireccion.com](https://www.escueladenegociosydireccion.com).
<https://www.escueladenegociosydireccion.com/revista/business/emprendedores/canales-de-distribucion-cual-es-el-adecuado-para-tu-negocio/>.
- [4] B. Camarillo. "Congreso de Movilidad Eléctrica se llevará a cabo en julio. Aquí le decimos cómo participar". Periódico La República. <https://www.larepublica.net/noticia/congreso-de-movilidad-electrica-se-llevara-a-cabo-en-julio-aqui-le-decimos-como-participar>
- [5] "Carga de vehículos eléctricos". Leviton | Switches, Dimmers, Outlets & Lighting Controls.
<https://www.leviton.com/es/products/brands/evrgreensupsup>
- [6] "Soluciones de carga inteligentes | elco - energías limpias de costa rica". ELCO. <https://www.elcocrc.com/>
- [7] "Soluciones especializadas". [topenergycr.com](https://www.topenergycr.com).
<https://www.topenergycr.com/productos-v2/>
- [8] "EV2 – costa rica". EV2 – Costa Rica. <https://ev2cr.com/>
- [9] "Wallbox eHome & eHome Link - CIRCONTROL". CIRCONTROL.
<https://circontrol.com/ev-charging/ac-wallbox/ehome-series/>
- [10] E. G. Iserte Peña, M. d. M. Espinosa y M. Dominguez. "Métodos y metodologías en el ámbito del diseño industrial". [uned.es](https://www.uned.es).

https://www2.uned.es/egi/publicaciones/articulos/Metodos_y_metodologias_en_el_ambito_del_diseno_industrial.pdf.

- [11] P. Becerra. "El Proceso de diseño según Norton". PDFCoffee. <https://pdfcoffee.com/elprocesodediseosegunnorton-pdf-free.html>.
- [12] "Formas de carga de un coche eléctrico y detalles técnicos - MotorMundial". MotorMundial. <https://www.motormundial.es/formas-de-carga-de-un-coche-electrico-y-detalles-tecnicos/2021/02/05/>
- [13] "¿Qué es un Wallbox y para qué sirve? | Características". Lugenergy | Soluciones para la recarga coches eléctricos. <https://www.lugenergy.com/que-es-wall-box/>
- [14] S. Romero. "Descubre las características del cargador de un coche eléctrico". BBVA NOTICIAS. <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/las-caracteristicas-del-cargador-de-un-coche-electrico/>
- [15] "Level 2 charger installation - Cost of installing a level 2 charger - 052 950 3618". Ev Charging Services. <https://copak-technical.com/level-2-charger-installation>
- [16] "Grados de protección | auersignal.com". Auer Signal - sichere Signaltechnik | auersignal.com. <https://www.auersignal.com/es/datos-tecnicos/normas/grados-de-proteccion-ip/>
- [17] PNUMA. (2020). Movilidad eléctrica: Avances en América Latina y el Caribe 2019. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Oficina para América Latina y el Caribe, Panamá. <http://movelatam.org/transicion/>
- [18] "Degrees of ip protection". Northcliffe - making life brighter. <https://northcliffe.org/en/p/28-degrees-of-ip-protection>
- [19] T. G. Wa-Chong. "¿Costa Rica al borde de una recesión económica? Esto dicen los expertos". Periódico La República. <https://www.larepublica.net/noticia/costa-rica-al-borde-de-una-recesion-economica-esto-dicen-los-expertos>
- [20] "Enclosures used to protect machines: 9 types | electrical engineering". Engineering Notes India. <https://www.engineeringenotes.com/electrical-engineering/machines-electrical-engineering/enclosures-used-to-protect-machines-9-types-electrical-engineering/37467>
- [21] "OKW's SMART-BOX IP-rated plastic enclosures now in eight sizes". Electronics World.

<https://www.electronicsworld.co.uk/okws-smart-box-ip-rated-plastic-enclosures-now-in-eight-sizes/34016/>

- [22] "IP65 LATCH-HINGED ABS PLASTIC BOX - BCAP series | PRODUCTS | TAKACHI - Manufacturer of electronics enclosures and industrial enclosures". TAKACHI - Manufacturer of electronics enclosures and industrial enclosures. <https://www.takachi-enclosure.com/products/BCAP>
- [23] "IP68 WATERPROOF ENCLOSURE with VENTILATION PLUG - WGV series | PRODUCTS | TAKACHI - Manufacturer of electronics enclosures and industrial enclosures". TAKACHI - Manufacturer of electronics enclosures and industrial enclosures. <https://www.takachi-enclosure.com/products/WGV>
- [24] "Guía de instalación - Manuales +". Manuals+. https://manuals.plus/es/wallbox/plusar-plus-ev-charger-with-cable-7-4kw-type-2-manual#included_mounting_parts
- [25] "Tipos de impresoras 3D y técnicas de impresión: una rápida visión en conjunto - BCN3D Technologies". BCN3D Technologies. <https://www.bcn3d.com/es/tipos-de-impresoras-3d-y-tecnicas-de-impresion-una-rapida-vision-en-conjunto/>.
- [26] O. Gonzales. "¿Para qué utilizamos la impresión 3D en Accumula Energy?" Accumula Energy. <https://accumulaenergy.com/para-que-utilizamos-la-impresion-3d-en-accumula-energy/>
- [27] "Capacidades | CASS". CASS | Central America Silicon Suppliers. <http://casilicone.com/es/manufacturing/>
- [28] "Silicone Gasket Materials Guide". Modus Advanced Inc. | RF Shielding | EMI Shielding | Custom Gasket Manufacturing. <https://www.modusadvanced.com/resources/blog/silicone-gasket-materials-guide>.
- [29] "Landing Page Impresión 3D 2020". Tooltec 3DP. <https://3dp.toolscr.com/>.
- [30] "Gasket Design/Product Design Services for Silicone Gaskets, Pads, Components | Stockwell Elastomerics". Stockwell Elastomerics. <https://www.stockwell.com/gasket-design-services/>.
- [31] "Impresión 3D Polyjet: Visión general de la tecnología". Xometry Europe. <https://xometry.eu/es/impresion-3d-polyjet-vision-general-de-la-tecnologia/>.
- [32] "Plastic Injection Moulding, Rapid Prototyping | Protolabs". Injection Moulding, Rapid Prototyping, 3D Printing, CNC.

<https://www.protolabs.co.uk/services/injection-moulding/plastic-injection-moulding/>.

- [33] S. Melito. "Bonded Gaskets | Hot Splicing vs. Vulcanizing | Rubber Gaskets". Elastoproxy.
<https://www.elastoproxy.com/bonded-gaskets-hot-splicing-vulcanizing/>.
- [34] "All About Non-Metallic Gaskets - Bryan Hose and Gasket :: Blog". Bryan Hose and Gasket :: Blog.
<https://blog.bryanhose.com/all-about-non-metallic-gaskets/>.
- [35] M. Edgar. "¿ES MÁS BARATO IMPRIMIR ALGO EN 3D Ó COMPRARLO?" Idea 1.61. <https://idea161.org/2021/10/25/es-mas-barato-imprimir-algo-en-3d-o-comprarlo/> (accedido el 22 de noviembre de 2022).
- [36] "Sellador de Silicon Industrial 100% RTV - Lanco Store". Tienda Lanco. <https://www.lancostore.com/producto/silicon-100-rtv-grado-industrial/>.
- [37] "Filamentos Archives Page 3 of 8 | DGTalic - Empresa de Fabricacion Aditiva (Impresión 3D) y Venta de Impresoras 3D". INICIO | DGTalic - Empresa de Fabricacion Aditiva (Impresión 3D) y Venta de Impresoras 3D. <https://dgtalic.com/categoria-producto/filamentos-todos/page/3/>.