

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA**  
**SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA**

**DISEÑO DE CHASÍS EXTENSIBLE PARA UN AUTOMÓVIL ELÉCTRICO  
ADAPTABLE, CON MÓDULOS INTERCAMBIABLES PARA UNA  
CONFIGURACIÓN EFICIENTE A DISTINTOS CONTEXTOS DE  
MOVILIDAD EN CHILE**

Trabajo de titulación para optar al título de  
INGENIERO EN FABRICACIÓN Y  
DISEÑO INDUSTRIAL

Trabajo de titulación para optar al grado de  
licenciado en INGENIERÍA EN  
FABRICACIÓN Y DISEÑO INDUSTRIAL

Alumno:

Francisco Sebastián Chamorro Cartes

Profesor Guía:

Dr. Carlos Antillanca Espina



## DEDICATORIA

A mis padres, Gloria y Juan, quienes me enseñaron los valores, a creer en mí, la importancia de la educación y me demuestran cada día con su incansable esfuerzo, su apoyo incondicional para esta y todas las etapas de mi vida.

A mi hermana, Javiera, por su constante apoyo y compañía durante toda mi vida, desde nuestro primer día de jardín, cada vez que jugamos a la escuelita, cuando aprendí a leer y hasta el día de hoy que sigo aprendiendo de ella cada día.

A Sofia, quien irrumpió en mi vida en el final de esta etapa, pero sin su apoyo directo e indirecto no podría haberla completado de esta manera, por siempre ser una mirada crítica, pero empática y por hacerme una mejor persona cada día.

A cada compañero de la universidad y persona con las que compartí trabajos, días y noches de estudio. Gracias a las experiencias vividas con cada uno y de sus distintos métodos de aprendizaje me volverán un mejor y más completo profesional. Quiero destacar especialmente a Angeles, Paulina, Israel, Cristóbal, Marcos, Ian, Matías, Thiare, Mayje, Katherine, Agustín y Antonio. Gracias a cada uno de ellos por hacer de la vida universitaria una etapa memorable, de ustedes aprendí a conocer a distintas personas y humanos, y que muchas veces un contexto desfavorable con esfuerzo y trabajo en equipo se puede sobre llevar hasta divirtiéndose en el proceso.

A cada profesor, que mediante su experiencia y conocimiento me apporto con aprendizajes y enseñanzas para el desarrollo de este proyecto y como base para el futuro profesional.

A mis abuelos y familiares, por desde la distancia siempre apoyarme y sobre todo motivarme y exigirme indirectamente con el esfuerzo de generaciones pasadas, como escribió Newton (1676) “Si he llegado a ver más lejos, ha sido porque he subido a hombros de gigantes”.

A mí, por buscar siempre metas y desafíos complejos, por intentar nunca tomar el camino fácil y por la constante búsqueda de la mejora.



## RESUMEN

**KEYWORDS:** CHASIS MODULAR – CHASIS ADAPTABLE –CHASIS EXTENSIBLE – INNOVACIÓN AUTOMOTRIZ.

El trabajo de título presentado aborda la investigación para el diseño y desarrollo de un chasis extensible para un automóvil eléctrico adaptable, al cual se le puedan intercambiar módulos, en respuesta a las crecientes necesidades de movilidad urbana e interurbana en Chile. Se examinan las limitaciones actuales en la industria automotriz chilena, especialmente en lo que respecta a la falta de vehículos adaptables.

En el primer capítulo se realiza un análisis exhaustivo del estado del arte y una revisión detallada de los antecedentes históricos y tecnológicos relacionados con vehículos adaptables. Se examinan las primeras implementaciones de adaptabilidad en vehículos y como los primeros automóviles los cuales ya contaban con características de adaptabilidad. Además, se estudian los avances recientes en tecnología de chasis extensibles y modulares, así como ejemplos de vehículos conceptuales. También se analizan las tecnologías utilizadas en los chasis de los portacontenedores, los cuales han llegado al estado de producción en serie y se utilizan en las calles.

El segundo capítulo se centra en el diseño de ingeniería del chasis adaptable. Se establecen los objetivos del producto y se realiza un análisis del mercado actual para identificar las necesidades y preferencias de los usuarios. Se detallan las configuraciones del vehículo, diseñadas para adaptarse a diferentes contextos de uso urbano e interurbano, con énfasis en la facilidad de cambio entre ellas sin necesidad de asistencia especializada. Además, se realiza un estudio de los materiales utilizados en la industria automotriz, y se analiza cómo adaptar estos materiales a un prototipo utilizando aceros convencionales por conveniencia del proyecto y la etapa actual en la que se encuentra. Se describen los materiales específicos del prototipo. También se presentan detalles del modelo 3D del chasis y se realiza un análisis de fabricación.

En el tercer capítulo se lleva a cabo un análisis estático de flexión del chasis prototipo utilizando software de simulación. Se evalúa la resistencia y rigidez del chasis bajo diferentes condiciones de carga y se identifican posibles áreas de mejora. Además, se realiza un análisis de los costos de materiales y fabricación de un prototipo, considerando las limitaciones de recursos intelectuales, tecnológicos y de tiempo.

Se concluye que, aunque existen tecnologías adaptables en los automóviles actuales, estas suelen estar limitadas a conceptos o en desarrollo. La solución propuesta en este proyecto, diseñada específicamente para el contexto chileno, podría ser un primer paso hacia una nueva forma de movilidad en el país. Sin embargo, se reconoce que para competir en el mercado automotriz se requiere mucho más desarrollo e investigación, así como la fabricación en aceros automotrices para cumplir con los estándares de la industria

en cuanto a peso, resistencia, seguridad y métodos de fabricación en serie. Por lo tanto, un análisis económico en esta etapa inicial del proyecto sería prematuro.

El Trabajo de título plantea un enfoque innovador y realista para abordar los desafíos de movilidad en Chile, proponiendo un chasis adaptable que podría allanar el camino para futuros avances en la industria automotriz nacional.

## ÍNDICE

**RESUMEN**

**SIGLAS Y SIMBOLOGÍA**

**INTRODUCCIÓN** 1

**CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES DEL PROYECTO** 3

1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO 5

1.1. ANTECEDENTES 5

1.1.1. Antecedentes históricos 5

1.1.2. Avances tecnológicos 10

1.1.2.1. Tipos de chasis 10

1.1.3. Estado del arte 14

1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA 18

1.2.1. Problemática general 19

1.3. CONTEXTO DEL PROBLEMA U OPORTUNIDAD 19

1.4. ANÁLISIS ESTRATÉGICO DEL PROBLEMA 20

1.5. COMPRESIÓN DEL MERCADO 22

1.5.1. Definición del modelo o estrategia de negocio 22

1.5.2. Definición del mercado usuario 22

1.5.2.1. Segmentación psicográfica según el modelo 4C 22

1.5.2.2. Segmentación socioeconómica 23

1.6. DIMENSIÓN TECNOLÓGICA 23

1.6.1. Detalles del Proyecto 23

1.6.1.1. En cuanto a las configuraciones del vehículo 24

1.7. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS DEL PROYECTO 24

**CAPÍTULO 2: DISEÑO DE INGENIERÍA** 27

2. DISEÑO DE INGENIERÍA 29

2.1. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS DEL PRODUCTO 29

2.2. ANÁLISIS Y DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS MORFOLÓGICAS 30

2.3. DESARROLLO DE PARTES Y DEFINICIÓN DE MATERIALES 33

2.4.	DISEÑO PARA FABRICABILIDAD EN BASE A MODELADOS 3D	40
2.5.	ANÁLISIS Y DEFINICIÓN DE PROCESOS DE FABRICACIÓN	43
2.5.1.	Definición del proceso general.	43
<b>CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS</b>		<b>45</b>
3.	EVALUACIÓN DE RESULTADOS DEL DESARROLLO	47
3.1.	EVALUACIÓN DE PRODUCTO	47
3.1.2.	Análisis en caso de flexión	47
3.1.3	Análisis de costos de prototipo	55
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>		<b>57</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		<b>59</b>

### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1.	Carruaje tipo cabriolé, techo plegable.	5
Figura 1-2.	Benz Victoria, 1892, con techo plegable	6
Figura 1-3.	Benz Victoria, vis- á-vis, 1893, con techo plegable	6
Figura 1-4.	Model T con techo plegable	7
Figura 1-5.	Distintas carrocerías del Model T	7
Figura 1-6.	Publicidad de Dodge sobre el ‘Rumble seat’	8
Figura 1-7.	Niños en Rumble seat	8
Figura 1-8.	Ford Explorer 2023, con 2da y 3era fila de asientos abatidos	8
Figura 1-9.	Citroën 2CV con asientos tipo hamaca y techo y maletero de lona	9
Figura 1-10.	Citroën 2CV tipo furgoneta	9
Figura 1-11.	Ejemplo de chasis de largueros	10
Figura 1-12.	Ejemplo de chasis autoportante	11
Figura 1-13.	Ejemplo de Chasis tubular	11
Figura 1-14.	Ejemplo de chasis hibrido	12
Figura 1-15.	Ejemplo de chasis auto eléctrico	12
Figura 1-16.	Tipos de carrocerías	14
Figura 1-17.	Renault Zoom Estacionado, dimensiones en sus distintas formas	14
Figura 1-18.	Rinspeed Presto en su modo dos pasajeros y para cuatro pasajeros	15
Figura 1-19.	EO Smart Connecting Car 2 movimiento lateral, modo normal	15
Figura 1-20.	Renault Morphoz en modo City, Travel y su interior modular	16
Figura 1-21.	City Transformer en sus dos modos de uso	17
Figura 1-22.	Multicontenedor LeciTrailer extensión neumática	17
Figura 1-23.	Multicontenedor LeciTrailer extensión manual	18
Figura 2-1.	Pilares del automóvil, distintas carrocerías	29

Figura 2-2.	Chasis modelado 3D en fusión 360 tomando referencias dimensionales	32
Figura 2-3.	Sistema de baterías 40 kWh	35
Figura 2-4.	Ubicación de sistema de baterías fijas en chasis	35
Figura 2-5.	Vistas de ubicación y extracción de bancos de baterías	36
Figura 2-6.	Ejemplo de bisagras simples de puertas, “Jeep Wrangler”	37
Figura 2-7.	Tipos de apertura de puertas con bisagras simples	37
Figura 2-8.	Posicionamiento de larguero central superior	38
Figura 2-9.	Pernos de anclaje de banco de baterías, riel de chasis y modulo trasero	39
Figura 2-10.	Plataforma delantera chasis	40
Figura 2-11.	Plataforma trasera chasis	41
Figura 2-12.	Chasis en modo “hatchback”, versión reducida y extendida	41
Figura 2-13.	Chasis en modo “pick up” versión reducida y extendida	42
Figura 2-14.	Chasis en modo “station wagon”, versión reducida y extendida	42
Figura 2-15.	Diagrama de procesos de operaciones, para chasis prototipo	43
Figura 3-1.	Bastidor simplificado para simulaciones de flexión	47
Figura 3-2.	Cargas y restricciones para simulaciones de flexión	48
Figura 3-3.	Estrés Von Mises casos de carga 1	48
Figura 3-4.	Estrés Von Mises caso de carga 1.5	49
Figura 3-5.	Estrés Von Mises caso de carga 2	49
Figura 3-6.	Estrés Von Mises caso de carga 2.5	50
Figura 3-7.	Factor de seguridad caso de carga 1	50
Figura 3-8.	Factor de seguridad caso de carga 1.5	51
Figura 3-9.	Factor de seguridad caso de carga 2	51
Figura 3-10.	Factor de seguridad caso de carga 2.5	51
Figura 3-11.	Detalle factor de seguridad caso de carga 1	52
Figura 3-12.	Detalle factor de seguridad caso de carga 1.5	52
Figura 3-13.	Detalle factor de seguridad caso de carga 2	52
Figura 3-14.	Detalle factor de seguridad caso de carga 2.5	52
Figura 3-15.	Desplazamiento caso de carga 1	53
Figura 3-16.	Desplazamiento caso de carga 1.5	53
Figura 3-17.	Desplazamiento caso de carga 2	54
Figura 3-18.	Desplazamiento caso de carga 2.5	54

### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1.	Modelo Canvas	22
Tabla 2-1.	Dimensiones SUV eléctricos	31
Tabla 2-2.	Dimensiones city cars	31
Tabla 2-3.	Gamas de aceros ofrecidos por Arcelor Mittar	34
Tabla 3-1.	Costos de materiales	55
Tabla 3-2.	Gastos mensuales en sueldos	55

Tabla 3-3. Costos de sueldos por chasis	56
Tabla 3-4. Costos de implementos	56

## **SIGLA Y SIMBOLOGÍA**

### **A. SIGLA**

AIM	:	Asociación de Investigadores de Mercado y Opinión Pública de Chile
ANAC	:	Asociación Nacional Automotriz de Chile.
BCN	:	Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.
CUV	:	Crossover Utility Vehicle (vehículo utilitario cruce).
FODA	:	Fortalezas, oportunidades, debilidades, amenazas.
NCAP	:	(Programa de Evaluación De Automóviles Nuevos).
RACC	:	Real Automóvil Club de Cataluña.
RAE	:	Real academia española.
SERNATUR	:	Servicio Nacional de turismo
SUV	:	Sport Utility Vehicles (vehículo deportivo utilitario)
GMAW	:	Gas Metal Arc Welding (soldadura a gas y arco metálico)
HSS	:	High Strength Steel (aceros alta resistencia)
AHSS	:	Advanced High Strength Steel (aceros avanzados de alta resistencia).
PHS	:	Press Hardening Steel (Acero conformado en caliente)
CV	:	Caballos de Vapor

### **B. SIMBOLOGÍA**

cm	:	Centímetros
GPa	:	GPa
Hr	:	Hora
kg	:	Kilogramos
km	:	Kilómetros
kw	:	Kilowatts
m	:	Metro
mm	:	Milímetros
MPa	:	MegaPascal
N	:	Newton
in	:	Pulgada



## INTRODUCCIÓN

Con el paso del tiempo, el automóvil se ha convertido cada vez más en una necesidad fundamental para el transporte tanto dentro como entre las ciudades de Chile y el mundo, Tanto así que, se observa un incremento del parque automotriz, año tras año. A esto se suma el crecimiento en el tamaño y peso promedio de los vehículos. Dificultando así el uso de estos vehículos en las calles estrechas de las ciudades y acrecentando por la misma causa el consumo de los automóviles, independiente del tipo de motor de estos.

La creciente preferencia de los usuarios por automóviles, cada vez más grandes, puede deberse a diversas razones. En Chile se observa un fenómeno donde se concentra la mayoría de las personas (y automóviles) en las grandes ciudades (principalmente Santiago). De acuerdo con el informe del mercado automotriz (ANAC, 2022), un 54,5% se concentra en la Región Metropolitana. Además, cada fin de semana largo o temporada de vacaciones, miles de capitalinos abandonan la ciudad temporalmente por las carreteras, rumbo a ver al resto de sus familias, visitar sus segundas viviendas o recorrer y conocer nuestro extenso país, tanto es así que solo en 2022 se produjeron más de 60 millones de viajes de turismo dentro del país (SERNATUR, 2023) . Para estos viajes, es necesario un vehículo con las prestaciones adecuadas para transportar a la familia y su equipaje, brindando comodidad y seguridad. Por consiguiente, las familias que solo se pueden permitir un automóvil o tengan esta preferencia por otras razones, opten por uno de mayores dimensiones.

En consecuencia, se ve a miles de personas dentro de las ciudades ir en SUV (vehículo deportivo utilitario, por sus siglas en inglés) o vehículos familiares al trabajo usando un vehículo para cinco o incluso siete pasajeros (más los espacios de carga), en una única persona.

Con el objetivo de encontrar una solución eficiente para diversos contextos de movilidad en Chile (urbano e interurbano), este proyecto se centra en la investigación y diseño de un chasis extensible para un automóvil eléctrico. Donde además se podrán intercambiar módulos sobre este, para así reducir el peso o al contrario agregar autonomía y capacidad, haciéndolo un vehículo versátil y adaptable al transporte de distintas cantidades pasajeros o carga, sin poner en riesgo la vida de los ocupantes.



## **CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES DEL PROYECTO**



## 1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

En este capítulo, se exploran los antecedentes clave que respaldan la investigación y el desarrollo de un automóvil adaptable mediante un chasis extensible y módulos intercambiables. Se aborda la historia de vehículos con estas características, las necesidades de los posibles usuarios, así como la problemática y los objetivos que buscan encontrar solución.

### 1.1. ANTECEDENTES

En esta sección, se analizará la evolución histórica de los vehículos adaptables, reconociendo algunas de las diversas formas de adaptabilidad que han surgido a lo largo del tiempo. Se mencionarán y explicarán los diferentes tipos de chasis y carrocerías que se utilizan en la industria automotriz, destacando sus características distintivas. Posteriormente, se desarrollará el estado del arte enfocado en el campo de los automóviles adaptables y/o con partes extensibles, examinando las innovaciones más recientes y relevantes en esta área que puedan aportar en el desarrollo del proyecto en futuras etapas.

#### 1.1.1 Antecedentes históricos

La adaptabilidad en los vehículos no es un concepto nuevo, tanto es así que existe desde antes que los primeros automóviles se crearan. Algunos carruajes ligeros (vehículo que posteriormente inspiraría al automóvil) propulsados por caballos, tenían un techo plegable (ver Figura 1-1), el cual generalmente era más ligero que un techo rígido y añadían a los ocupantes la opción de observar de mejor el paisaje o protegerlos de la intemperie en determinadas circunstancias. Estos carruajes ligeros de techo plegable tenían el nombre de Cabriolé en español, que viene del francés Cabriolet, término con el que se les denomina a los automóviles convertibles o descapotables (RAE, 2023).



Fuente\_(Definiciones-de, 2020)

Figura 1-1. Carruaje tipo cabriolé, techo plegable.

En la Figura 1-2 se puede observar el Benz Victoria 1893, uno de los primeros vehículos de cuatro ruedas y con motor de combustión interna. Este automóvil, fabricado por Carl Benz y la empresa predecesora a Mercedes-Benz, ya contaba con características de adaptabilidad como el ya mencionado techo retráctil, además de existir en una versión biplaza y una de cuatro plazas con asientos enfrentados o también llamado Benz Victoria “Vis-á-Vis” (ver Figura 1-3) (Mercedes-Benz , 2024)



Fuente: (The Mercedes-Benz Corporate Archive, 2024)

Figura 1-2. Benz Victoria, 1893, con techo plegable.



Fuente: [\(pilot\\_micha, 2015\)](#)

Figura 1-3. Benz Victoria Vis-á-Vis, 1893, con techo plegable.

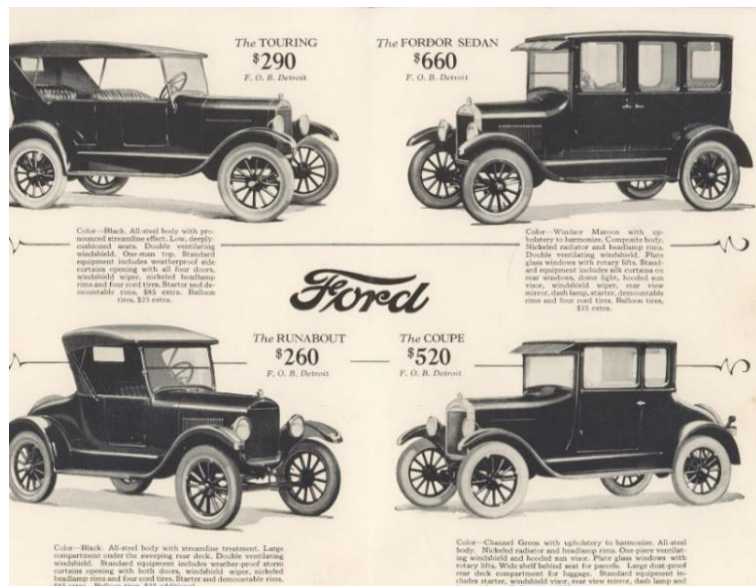
En 1908, la “Ford Motor Company” creó el “Ford Model T” el primer automóvil de producción en serie, “democratizando” el acceso a este tipo de vehículo que anteriormente estaba reservado para un sector acomodado de la población. Junto con estas invenciones vendría también el uso de un mismo chasis de cien pulgadas de batalla (distancia entre ejes) y motorización, para distintos tipos de carrocerías, como se muestra en la Figuras 1-4 y 1-5. Este método de fabricación, como también el uso de los mismos módulos y piezas,

se sigue usando para autos de la misma, e incluso, a veces, distinta compañía o grupo, abaratando costos de fabricación y diseño de nuevas partes. (Britannica, 2023)



Fuente: (Encyclopædia Britannica, 2024)

Figura 1-4. Model T con techo plegable.



Fuente: (Tate, 2019)

Figura 1-5. Distintas carrocerías del Model T.

Otra manifestación de adaptabilidad se observó a finales de la década de 1920 e inicios de la década de 1930, con los denominados “Rumble Seats”. Eran unos asientos abatibles extra ubicados en la parte trasera del vehículo (ver Figuras 1-6 y 1-7), que agregaban la posibilidad de llevar más pasajeros a automóviles tipo coupé, también es una característica que se trajo de las carrosas. Con el tiempo se dejó de usar este tipo de asientos por poca seguridad y exposición a la intemperie al ir siempre sin techo, pero hoy en día es común ver asientos abatibles en la parte interior trasera de vehículos familiares o SUV (Ver Figura 1-8), como también en automóviles tipo Sedan, entre los dos asientos

traseros para adaptarlos a una distribución de entre cuatro o cinco pasajeros. (Muaddi, 2016)



Fuente: (Jewell, 2015)

Figura 1-6. Publicidad de Dodge sobre el 'Rumble seat'.



Fuente: (Klyn, 2010)

Figura 1-7. Niños en Rumble seat.



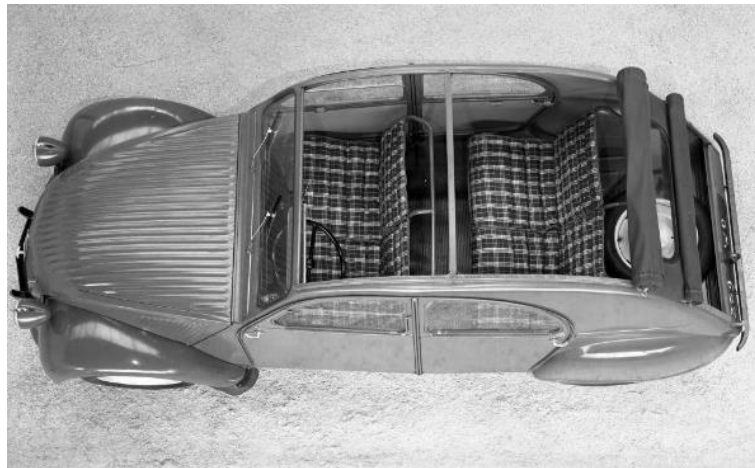
Fuente: (Ford Motor Company, 2023)

Figura 1-8. Espacio cajuela Ford Explorer 2023, con 2da y 3era fila de asientos abatidos.

Un ejemplo histórico destacado de adaptabilidad y versatilidad es el "Citroën 2CV". Originalmente programado para su presentación en París en 1939, los efectos de la Segunda Guerra Mundial retrasaron su lanzamiento hasta 1948. Concebido como 'el automóvil del pueblo francés'. Estaba hecho con un chasis de dos largueros, una carrocería

con paneles de chapa metálica y un motor de dos cilindros, que inicialmente tenía un consumo de menos de la mitad del Volkswagen escarabajo (otro automóvil de la época); También contaba con techo contraíble de lona además de asientos tipo hamaca que podían ser extraídos para su uso en picnic (ver Figura 1-9) (como lo presentaron en la publicidad de la época [https://www.youtube.com/watch?v=2PwEQ\\_-rdSA](https://www.youtube.com/watch?v=2PwEQ_-rdSA)). Una versión Pick-Up de este Automóvil fue parcialmente fabricada en Chile a partir de 1957, conocida como 'Citroneta', fue pensado de uso principalmente utilitario, incluso inicialmente la carrocería contaba solo con dos puertas a diferencia de la versión original cuatro puertas.

Este automóvil debido a la simpleza de sus componentes fue adaptado de muchas formas como furgoneta (figura 1-10) o todoterreno y siendo usado como ambulancia, patrulla, taxi etc. Demostrando que, con pocos cambios, podía abarcar diferentes utilidades.



Fuente: (Fuentes, 2019)

Figura 1-9. Citroën 2CV con asientos tipo hamaca extraíble, techo y maletero de lona.



Fuente: (Torres, 2016)

Figura 1-10. Citroën 2CV tipo furgoneta.

### 1.1.2. Avances tecnológicos

Dentro de este punto se explicará que es un chasis y cada uno de los tipos de estos, además, se enumerara los principales tipos de carrocerías utilizadas dando una breve descripción nombrando las diferencias de cada una.

#### 1.1.2.1. Tipos de chasis

El chasis o chasis según la RAE se le nombra a el armazón del automóvil que soporta la carrocería, da la rigidez necesaria y porta los otros sistemas del automóvil (motriz, de transmisión, de amortiguación, etc.). Puede haber distintos tipos los cuales se diferencian en su forma, método de fabricación, resistencia y en su uso (RAE, 2023).

##### I) Chasis de largueros

También llamado independiente o de tipo escalera por su forma, cuenta generalmente con dos vigas, o largueros que abarcan desde el parachoques frontal hasta el trasero, además de varios travesaños que los unen y ayudan a resistir cargas torsionales. Sobre estos se fijan la carrocería y todos los demás componentes del vehículo. Se caracteriza por ser de los más pesados, pero más resistentes y de bajo costo por su simpleza, era el utilizado en los primeros vehículos. Hoy se usa principalmente en todoterrenos, “pick ups” y camiones. (ver Figura 1-11)



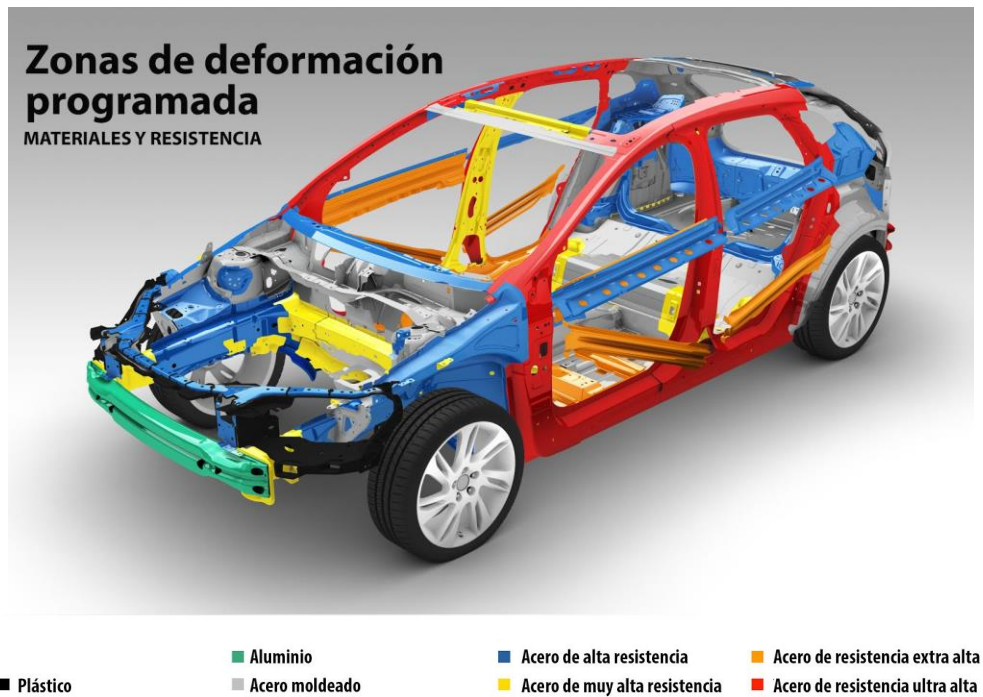
Fuente: (Plaza, 2021)

Figura 1-11. Ejemplo de chasis de largueros, de vehículos todoterreno.

##### II) Chasis autoportante

Conocido igualmente como monocasco, es un tipo de Chasis el cual está fabricado con láminas metálicas o de aluminio, plegada y/o embutidas, se caracteriza por ser un único conjunto que combina el chasis y la carrocería. Es ampliamente utilizado en la industria automotriz actual, desde vehículos pequeños hasta medianos, incluso hoy todo terrenos y SUV usan este tipo de carrocería, por su facilidad en la producción en serie, y por su seguridad debido a su deformación programada en caso de impactos (el vehículo

desacelera el impacto antes de llegar a la zona de la cabina, mediante partes menos resistentes), en la Figura 1-12 se puede observar un ejemplo este tipo de carrocería y sus zonas según los materiales.



Fuente: (GRUPO FAME, 2016)

Figura 1-12. Ejemplo de chasis autoportante y materialidad para deformación programada.

### III) Chasis tubular

O de tipo jaula, está armado por perfiles tubulares soldados entre sí formando principalmente triángulos, además de dar la forma del automóvil (Figura 1-13). aportan mayor rigidez torsional haciendo vehículos de mejor manejo y menor peso que otros tipos de chasis. Por esto es principalmente usado en vehículos de competición o experimentales, Sin embargo, su alto costo en los procesos de manufactura limita su aplicación en vehículos convencionales.



Fuente: (Pacheco, 2017)

Figura 1-13. Ejemplo de Chasis tubular.

#### IV) Chasis híbrido:

Como su nombre indica, combina varios de los tipos de chasis mencionados anteriormente con el objetivo de aprovechar sus distintas ventajas en partes específicas del automóvil, como rigidez, materiales y procesos de fabricación. En la Figura 1-14 se puede observar un chasis que contiene largueros delanteros y traseros, una parte central más cercana a un chasis monocasco y una barra antivuelco tubular.



Fuente: (Pacheco, 2017)

Figura 1-14. Ejemplo de chasis híbrido.

#### V) Chasis de un auto eléctrico:

Los chasis diseñados específicamente para vehículos eléctricos presentan características distintivas que se adaptan a las necesidades de los sistemas de propulsión eléctrica. Principalmente, se diferencian de otros tipos al incorporar el sistema de baterías en la parte inferior, entre los ejes del vehículo (ver Figura 1-15), esto conlleva a una mejora en la protección del habitáculo y de la zona de baterías. Este diseño contribuye a aumentar la seguridad en caso de colisiones y a proteger la integridad del sistema de energía, además, en muchos casos, los fabricantes optan por alargar la distancia entre ejes para proporcionar más espacio en la zona antes nombrada.



Fuente: (Hernandez, 2020)

Figura 1-15. Ejemplo de chasis auto eléctrico, plataforma Hyundai.

Después de analizar los tipos de chasis (donde se realizará la principal innovación del diseño), es necesario comprender también los tipos de carrocerías, que es uno de los aspectos claves que define la funcionalidad

y forma del automóvil. A continuación, se detallan los distintos tipos de carrocerías existentes y sus principales características diferenciadoras.

#### 1.1.2.2. Tipos de carrocería

Las carrocerías se pueden clasificar de las siguientes maneras:

Por su cantidad de volúmenes, siendo cada uno:

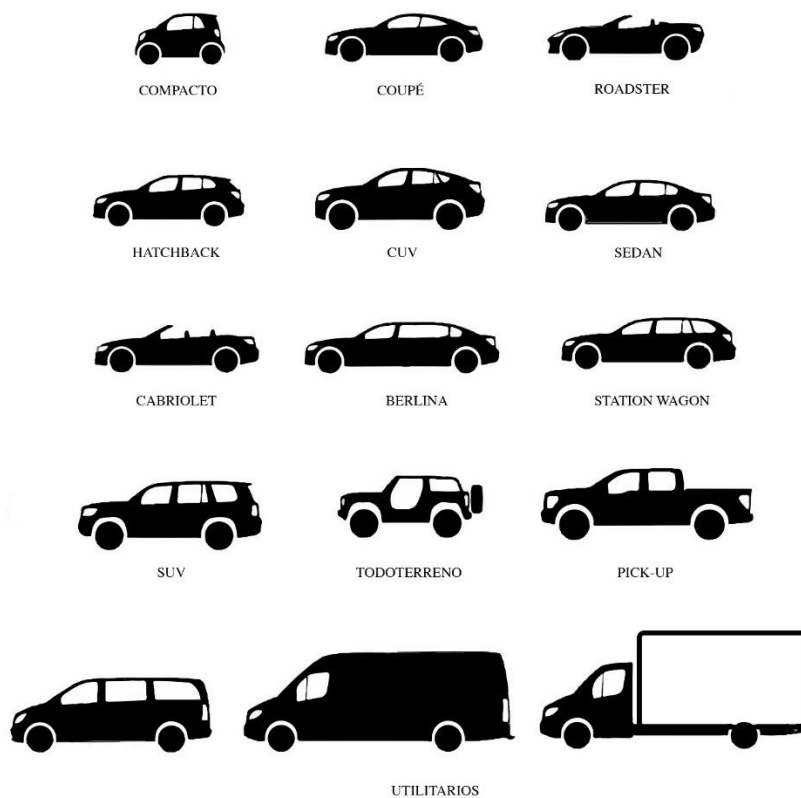
El compartimiento del motor delantero, la cabina y el maletero. Y según si tienen, o no, cada uno de estos compartimientos, se dividen en monovolumen, dos o tres volúmenes.

También se pueden clasificar según su forma. Si bien no hay un consenso claro entre todas las marcas, las principales que se pudieron diferenciar en este estudio, de menores a mayores dimensiones son:

- I) Compacto(micro): Vehículo pequeño para uso de ciudad de uno o dos volúmenes.
- II) Coupé: Automóvil dos puertas de dos o tres volúmenes.
- III) Roadster: Coupé descapotable.
- IV) Hatchback: Vehículo corto de cuatro puertas casi sin voladizo trasero (dos volúmenes).
- V) CUV: Hatchback con una altura del piso mayor y prestaciones (o apariencia) más cerca de un todoterreno.
- VI) Sedán: Automóvil de cuatro puertas y tres volúmenes (automóvil que dibuja un niño).
- VII) Cabriolet: Sedán descapotable.
- VIII) Berlina: Sedán alargado o a veces sinónimo de este.
- IX) Station wagon (familiar): Es una berlina, pero de dos volúmenes (el techo llega recto a la parte trasera).
- X) SUV: (Sport Utility Vehicle) En un inicio fueron una adaptación de un todo terreno para ciudad, hoy en su mayoría ni siquiera cuentan con tracción a las cuatro ruedas ni con un chasis de largueros.
- XI) Todoterreno: Automóvil con tracción total (a las cuatro ruedas) destinado principalmente para uso fuera del pavimento.
- XII) Pick up: Camioneta, automóvil de inicialmente uso utilitario debido a que cuentan con una gran capacidad de carga y una suspensión rígida en la parte trasera, pueden tener simple o doble cabina.

También están los Automóviles llamados como utilitarios como lo son las miniván, furgonetas, van, buses y camiones.

En la Figura 1-16 se pueden visualizar una simplificación de las vistas laterales de cada una de las carrocerías anteriormente nombradas, de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo.



Fuente: Elaboración propia en software de diseño gráfico

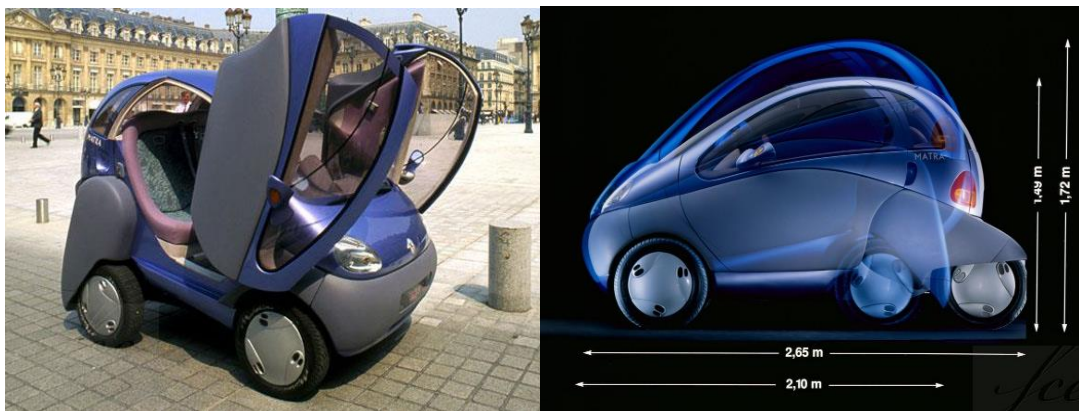
Figura 1-16. Tipos de carrocerías

### 1.1.3. Estado del arte

A lo largo de los años, diversos vehículos, conceptos o prototipos han destacado por su capacidad para modificar sus dimensiones y adaptarse a distintos contextos. Algunos de los exponentes más destacados incluyen:

#### I) Renault Zoom (1992)

Se presentó como concepto de un automóvil eléctrico de ciudad (antes de los grandes esfuerzos mundiales por la electromovilidad). La particularidad de este vehículo es que contaba con una distancia entre ejes variable (2.10 m - 2.65 m, largo total) (ver en Figura 1-17), con la idea de facilitar el estacionarse en espacios reducidos. Poseía un motor delantero con 25 kW de potencia y baterías de níquel-cadmio y una autonomía de 150 km.



Fuente: (Dredge, 2023)

Figura 1-17. Renault Zoom Estacionado, dimensiones en sus distintas formas.

## II) Rinspeed Presto (2002)

La marca suiza presento este automóvil para su vigesimoquinto aniversario, el cual pasa de ser un roadster biplaza de 2,99 m a uno de cuatro plazas de 3,7 m de largo total (de 1,750 m a 2,496 m de distancia entre ejes) (ver en Figura 1-18). Cuenta con un motor eléctrico para pasar de una modalidad a otra y un sistema donde los largueros se desplazan sobre rodillos de baja fricción, además indican en su página que a pesar de su longitud variable los ingenieros lograron diseñar el piso ajustable del presto con la rigidez torsional necesaria para un “roadster”.



Fuente: (Rinspeed, 2002)

Figura 1-18. Rinspeed Presto en su modo dos pasajeros y para cuatro pasajeros.

## III) EO Smart Connecting Car 2(2011-2019)

Es la segunda versión del vehículo desarrollado por el centro de investigación alemán de inteligencia artificial, es propulsado por cuatro motores eléctricos (uno en cada una de las ruedas), tiene la posibilidad de moverse en la dirección normal, lateral, diagonal y de girar en su propio eje y posee la capacidad de reducir su longitud de 2,6 m a 1,6 m (aumentando su altura) (ver en Figura 1-19), también se podrían conectar diferentes módulos a la parte trasera ya sea otro automóvil, remolques de pasajeros o carga.



Fuente: (German Research Center for Artificial Intelligence GmbH, 2024)

Figura 1-19. EO Smart Connecting Car 2 preparado para movimiento lateral, modo normal.

## IV) Renault Morphoz (2020)

Es un automóvil extensible tipo SUV (vehículo deportivo utilitario, por sus siglas en inglés), iba a ser presentado como concepto en el año 2020 en el salón del automóvil de Ginebra (antes de su cancelación por pandemia), cuenta de dos modalidades de uso 'City' y 'Travel' entre las cuales modifica su autonomía (400 km-700 km), capacidad de carga (40 kW -90 kW) y longitud en 40 centímetros (4.4 m -4.8 m) mediante un sistema en cual no fue enseñado. También cuenta en su interior con el asiento del copiloto que pueden cambiar de dirección, hacia los ocupantes de la parte trasera, como se puede observar en la Figura 1-20.



Fuente: (Renault, 2024)

Figura 1-20. Renault Morphoz en modo City, Travel y su interior modular.

## V) City Transformer (2023)

Este automóvil alemán está diseñado para el uso en ciudad en dos modalidades debido a su chasis abatible que varía entre un metro y 1.4 metros de ancho, entre su modalidad 'City' y 'Performance' respectivamente, las cuales se pueden observar en la Figura 1-21. Tiene una autonomía de 120-180 km y puede llegar a los 90 km/h. En su página oficial afirman que en sus dos modos el vehículo puede, burlar el tráfico y estacionarse como motocicleta, y también, viajar seguro y cómodamente como un automóvil.



Fuente: (City Transformer, 2024)

Figura 1-21. City Transformer en sus dos modos de uso.

## VI) Otras tecnologías

Numerosos ejemplos de chasis plegables o extensibles se pueden ver en algunos de los portacontenedores de los camiones. Estos chasis, que utilizan vigas paralelas a otras que funcionan como rieles, permiten variar sus dimensiones. Esta adaptabilidad se logra mediante sistemas hidráulicos (Figura 1-22), neumáticos, mecánicos o incluso de manera manual (ver Figura 1-23). Los sistemas pueden ser asistidos por rieles, rodamientos, guías manivelas y otros elementos diseñados para reducir la fricción, como placas de teflón.



Fuente: (Lecitrailer S.A., 2024)

Figura 1-22. Multicontenedor LeciTrailer extensión neumática.



Fuente: (Lecitrailer S.A., 2024)

Figura 1-23. Multicontenedor Lecitrailer extensión manual.

Como conclusiones del estado del arte, se puede analizar que, hasta el momento, las tecnologías de extensión de chasis en automóviles han sido principalmente exploradas en vehículos conceptuales, como el "Renault Zoom", "Morphoz", "Rinspeed Presto" y "EO Smart Connecting Car 2". Estos conceptos han demostrado la viabilidad de lograr una distancia entre ejes variable mediante diversas tecnologías. Por otro lado, el City Transformer presenta una solución innovadora para mejorar la estabilidad a mayores velocidades al expandir el chasis a lo ancho.

Sin embargo, es importante destacar que las tecnologías más maduras y ampliamente utilizadas en la extensión de chasis se encuentran en el ámbito de los portacontenedores. Estos sistemas han alcanzado el estado de producción en serie y se utilizan de manera efectiva en las calles, lo que sugiere que existe un potencial real para extrapolar tecnologías similares diseñadas para automóviles de consumo masivo.

## **1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA U OPORTUNIDAD DE DISEÑO**

La oportunidad de diseño se genera a causa de la falta de automóviles pensados para que las familias chilenas tengan las prestaciones para moverse de manera eficiente, energética y espacialmente, en las ciudades y a su vez, tenga las dimensiones necesarias para viajar de manera segura y cómoda en las carreteras del país. Esto se puede observar al ver city cars o vehículos de menores dimensiones en viajes interregionales con equipajes o pasajeros por sobre su capacidad, disminuyendo la visibilidad, maniobrabilidad y eficiencia energética. A su vez se puede observar el uso en ciudad de vehículos de grandes dimensiones, como lo puede ser un SUV, que probablemente fue preferido pensando en el uso familiar o por su capacidad de carga mayor y la no posibilidad de comprar ambas opciones.

Para definir la problemática del proyecto se utilizó la metodología 3W (where, who, what):

¿Dónde?: En las ciudades y carreteras de Chile.

¿Quién?: Familias Chilenas.

¿Qué?: Falta de automóviles que tengan las prestaciones para moverse de manera eficiente en la ciudad y a su vez segura y cómoda en las carreteras.

Las variables del proyecto son la ineficiencia energética y espacial (efecto), provocada por la falta de automóviles adaptables a distintas situaciones de manejo (causa). Para evitar esta ineficiencia se generará un proyecto que será la investigación para posterior diseño de un automóvil adaptable, mediante un chasis extensible y módulos intercambiables.

Causa (Variable independiente): Falta de automóviles adaptables a distintas situaciones de manejo.

Efecto (Variable dependiente): ineficiencia energética y espacial.

Aporte: Investigar y Diseñar un automóvil adaptable, mediante un chasis extensible y módulos intercambiables.

#### 1.2.1. Problemática general

¿Cómo diseñar un automóvil adaptable mediante un chasis extensible y módulos intercambiables que posea las prestaciones necesarias para transportar familias chilenas de manera eficiente en la ciudad, garantizando al mismo tiempo seguridad y comodidad en las carreteras del país?

### 1.3. CONTEXTO DEL PROBLEMA U OPORTUNIDAD

En el contexto chileno, donde las ciudades están experimentando un rápido crecimiento y una urbanización en aumento, los desafíos de congestión vial y movilidad urbana son cada vez más evidentes. En particular, en la Región Metropolitana, se concentra el 54,5% del parque automotriz y Santiago se enfrenta a retos significativos en términos de transporte público eficiente y calidad del aire. Las regiones que siguen en la lista son con un 9,2% en Valparaíso y con un 6,5% el Bío Bío, siendo congruente con que el Gran Valparaíso y el Gran Concepción son las dos áreas metropolitanas más habitadas después de él Gran Santiago. (BCN, Asesoría técnica parlamentaria, 2022)

Este escenario se agrava con la magnitud de los SUV el tipo de automóvil mayor crecimiento en el mercado chileno (ANAC, 2022) y mundial representando el 47% de la cuota del mercado global (JATO Dynamics, 2022). Esto no solo dificulta la movilidad en

las ciudades, generando problemas de estacionamiento y tráfico, sino que también plantea preocupaciones de seguridad. Adams Reynolds, asesor de políticas de transporte, expresó en 2019 a la revista FORBES su inquietud sobre el riesgo asociado a algunos tamaños de automóviles, que tienen el doble de probabilidades de causar daños a peatones. Reynolds propone desalentar la propiedad de tales vehículos en áreas urbanas y restringir su uso en ciudades, incluso prohibiendo nuevas ventas. La peligrosidad de estos automóviles se ve acentuada por factores como su masa, capacidad de frenado en situaciones críticas, altura que alcanza zonas de mayor riesgo vital al atropellar y la visibilidad reducida debido a la presencia de puntos ciegos en vehículos más grandes. (Reid, 2019)

En contraste, los viajes interurbanos son una parte significativa de la cultura chilena debido a la geografía alargada del país. Según Big Data para el turismo interno de SERNATUR, En 2022, se registraron 61.092.787 viajes de turismo interno, siendo Santiago la comuna de origen en la mayoría de los casos (40,7%). Las comunas de Valparaíso (21,0%) y la Araucanía (8,2%) son preferidas para viajes ocasionales. Con distancias que varían desde 126,8 km (Santiago-Valparaíso) hasta 689,21 km (Santiago-Araucanía), y tiempos de viaje de 1,40 hr a 7,30 hr aproximadamente, se evidencia la necesidad de vehículos con diversas prestaciones para estos desplazamientos (SERNATUR, 2023),

A todo lo anterior se le agrega la urgencia de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en el transporte, que ha llevado a la introducción de diversas tecnologías en el mercado automotriz, como autos con pila de hidrógeno, híbridos y, especialmente, vehículos 100% eléctricos, destacados por su eficiencia ambiental según el estudio Green NCAP (RACC , 2023).

Frente a los desafíos de movilidad en ciudades saturadas de automóviles y las extensas carreteras del país, surge este proyecto. Se propone investigar y diseñar soluciones que aborden estas problemáticas, incorporando la tendencia global hacia la movilidad eléctrica.

#### **1.4. ANÁLISIS ESTRATÉGICO DEL PROBLEMA**

Como técnica de análisis estratégico del problema se utilizó la herramienta FODA, en la cual se evalúan los aspectos internos y externos del proyecto.

Fortalezas:

- Creación del automóvil para el mercado chileno: Enfocar el diseño en las necesidades específicas del mercado local.
- Reducción de peso: Mejora la eficiencia en entornos urbanos y contribuye a la sostenibilidad.

- Reducción de tamaño: Favorece la movilidad en ciudades congestionadas y facilita el estacionamiento.
- Mayor capacidad de carga: Supera a los automóviles convencionales de ciudad.
- Aumento de autonomía: Incorporación de baterías extraíbles para trayectos largos.

#### Oportunidades:

- Tendencia mundial hacia la electromovilidad: Alineación con las demandas del mercado global.
- Necesidad ecológica: Mayor eficiencia en el transporte para abordar preocupaciones ambientales.
- Tendencia hacia la movilidad reducida en ciudades: Adaptación a cambios en los patrones de movilidad urbana.
- Legislación internacional: Posible impulso por regulaciones que favorezcan vehículos no basados en combustión.
- Innovación en el sector automovilístico: Oportunidad para destacar en un mercado que demanda novedades.

#### Debilidades:

- Resistencia a la torsión del sistema extensible: Desafíos técnicos para garantizar la estabilidad y seguridad.
- Peso de partes intercambiables: Puede afectar el rendimiento y eficiencia del vehículo.
- Ausencia de fabricación en serie en Chile: Limitaciones en la producción a gran escala
- Complejidad para la obtención de materias primas: complejiza de gran manera el estudio diseño y posterior desarrollo del automóvil.
- Tiempo de ingeniería: Desarrollo de un automóvil implica un proceso extenso.

#### Amenazas:

- Posibles trabas legales: Obstáculos normativos para la movilidad de vehículos con partes móviles.
- Industria automotriz actual: Preferencia por modelos probados y rentables.
- Años de investigación atrasados: Comparación con marcas consolidadas en el mercado.
- Poca industrialización: Desafíos en procesos de manufactura en comparación con grandes fabricantes de automóviles.

## 1.5. COMPRENSIÓN DEL MERCADO

En esta sección se analizará el modelo o estrategia de negocios utilizando el modelo Canvas, además de identificar el mercado objetivo según el usuario, ese definido a través de su segmentación psicográfica y socioeconómica en el contexto chileno.

### 1.5.1. Definición del modelo o estrategia de negocio

Para definir el modelo de negocio de este proyecto se utilizó el modelo Canvas (Ver Tabla 1-1), el cual permitió identificar y definir áreas claves en el futuro del proyecto e interrelacionarlas entre sí. Tales como, a quien va dirigido el automóvil, quienes ayudarán y que elementos son necesarios para el desarrollo del producto, como se comercializará y dispondrá de él, además de aproximar, el futuro precio según la actualidad del mercado de los autos eléctricos (2024).

Tabla 1-1. Modelo Canvas.

Alianzas Clave	Actividades Clave	Propuesta de Valor	Relación con clientes	Segmentos
-Empresas de maufactura	-Investigacion -Diseño e ingeniería del automovil	-Diseño enfocado en la eficiencia y adaptabilidad a distintos usos dentro de la movilidad en Chile	-Garantias -Atencion al cliente -Suscripciones a uso de modulos	-Usuarios de automovil personal para transporte urbano
-Proveedores de componentes	-Manufactura -Mantenimiento			-Usuarios de automoviles personales para trayectos interurbanos
-Talleres mecanicos	<b>Recursos Clave</b>	-Electromovilidad	<b>Canales</b>	
-Automotoras	-Recursos intelectuales	-Diseño y manufactura nacional	-Salas de venta -Talleres autorizados -Pagina web -Redes sociales	-Usuarios de automoviles electricos
-Bancos	-Mano de obra capacitada			
-Aseguradoras	-Infraestructura -Componentes externos -Materiales			
<b>Estructura de costos</b>		<b>Fuentes de Ingrsos</b>		
-Personal -Costo de equipos y metodos de fabricaci3n -Materiales -Componentes -Prototipos y pruebas -Marketig		-Fondos concursables / creditos -Venta del mautomovil -Servicios de suscripci3n a partes -Servicio de mantenimiento  Posibles precios: \$30.000.000 - \$50.000.000 CLP		

Fuente: Elaboraci3n propia en base a modelo Canvas.

### 1.5.2. Definici3n del mercado usuario

Para definir el tipo de usuario se utilizará la segmentaci3n psicogr3fica y socioecon3mica en el contexto chileno.

#### 1.5.2.1. Segmentaci3n psicogr3fica seg3n el modelo 4C

El modelo 4C (cross cultural consumer characterisation.) es un modelo creado por la agencia de marketing “Young & Rumicam” y aplicado en Chile por “The Lab YR”, el cual permite segmentar a una poblaci3n en siete grupos, basándose en sus valores personales y así saber más sobre las preferencias de los consumidores.

De acuerdo con el contexto y teniendo en consideraci3n conceptos importantes del proyecto tales como electromovilidad, adaptabilidad, modularidad, etc. Este va dirigido

principalmente a dos segmentos psicográficos de consumidores, internamente orientados por la innovación los cuales son:

- I) Los reformadores: (13% de Chile) estos se distinguen por el hecho de que son personas las que no les gustan las cosas tal cual están y quieren aportar lo suyo para modificarlas, siempre quieren saber más y tienen diversos intereses, por esto son percibidos como intelectuales. Su motivación principal es la auto expresión. Buscan marcas actualizadas, inteligentes, con personalidad y no pretenciosas.
- II) Los exploradores (9% de Chile) son un segmento psicográfico que se caracteriza por tener la motivación de descubrir y diferenciarse. Su valor principal es el descubrimiento. Buscan marcas que sean progresistas, inteligentes y que ofrecen nuevas sensaciones. (Lourdes, 2003)

Ambos grupos convergen, según Pablo Tirado de Economía y Negocios, en que: “ya tienen las necesidades básicas resueltas y están abocados a realizarse. Por eso están dispuestos a gastar su dinero en actividades que los hagan sentir diferentes” (Tirado, 2011)

#### 1.5.2.2. Segmentación socioeconómica

A raíz de definir el perfil psicográfico del usuario dentro de los grupos de “Los Reformadores” y/o “Los exploradores” y de restricciones por el posible costo medio de un vehículo eléctrico. Mediante la nueva metodología de segmentación y clasificación socioeconómica, (AIM, 2018), se definieron como objetivo los grupos socioeconómicos desde segmento “AB” hasta “C2” los cuales en total representan a un 25.3% de la población (AIM Chile, 2023) dentro de los que se encontraran familias de parejas con hijos con probablemente acceso a por lo menos un vehículo.

## 1.6. DIMENSIÓN TECNOLÓGICA

En esta sección se describe cómo se abordará el proyecto en una fase preliminar, centrándose en la conformación del chasis para intentar resolver las problemáticas identificadas previamente. Se tiene en cuenta la limitación de recursos intelectuales, tecnológicos y de tiempo para alcanzar una solución definitiva. Además, se detallarán las configuraciones del vehículo para adaptarse a diferentes contextos.

### 1.6.1. Detalles del proyecto

La principal característica del vehículo en el que se enfocará este proyecto es su chasis extensible de tipo híbrido. Este chasis se alejará de un diseño de largueros tradicional debido a consideraciones relacionadas con el peso y la rigidez estructural. Además, se evitará un enfoque estrictamente monocasco debido a la producción en series, que puede ser impracticable en un inicio. En su lugar, se explorará un diseño más cercano a un chasis tubular por a la naturaleza experimental del proyecto con una parte inferior

basada en un chasis eléctrico, lo que permitirá abordar las posibles deficiencias en la rigidez que surgen al diseñar un chasis extensible.

#### 1.6.1.1. En cuanto a las configuraciones del vehículo

El automóvil contará con dos configuraciones que permitirán modificar la distancia entre ejes según las necesidades del usuario. Estas configuraciones deben ser fácilmente intercambiables entre sí, sin requerir la intervención de un mecánico especializado. Se busca evitar aumentar demasiado la complejidad del sistema para esta finalidad, garantizando que el proceso de cambio pueda realizarse en un tiempo inferior a una hora.

- I) Versión reducida: Esta configuración estará diseñada para acomodar a dos pasajeros, ideal para un uso principalmente urbano, donde se requerirá una autonomía más limitada y un peso reducido en comparación con la versión extendida del chasis.
- II) Versión extendida: Esta variante del vehículo estará configurada para transportar a cinco pasajeros, incluyendo al piloto. Deberá agregar un sistema que permita aumentar la autonomía, lo que se logrará mediante la adición de baterías que se ubicarán estratégicamente en la parte baja del chasis, en el espacio extendido. Esta ubicación garantizará un centro de masa bajo y una distribución de peso equilibrada.

Ambas versiones del vehículo contarán con un espacio de carga para cumplir con las necesidades de transporte adicional en distintos contextos.

## 1.7. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS DEL PROYECTO

A continuación, se indicarán los objetivos generales y específicos los cuales el proyecto busca cumplir en las siguientes etapas.

Objetivo general:

Diseñar Chasis extensible para un automóvil eléctrico adaptable, al cual se le puedan intercambiar módulos para una configuración eficiente en distintos contextos de movilidad en Chile.

Objetivos específicos:

- Investigar y diseñar chasis extensible, priorizando la seguridad, métodos de fabricación y el peso de este. Considerando la adaptabilidad a los módulos intercambiables.
- Realizar los análisis de esfuerzos correspondientes, a los que se someterá el vehículo en ciudad, en la carretera y en caso de accidentes de distinto tipo.

- Estudiar la manera de optimizar los distintos módulos, para cada tipo de uso que se le dará al automóvil.
- Seleccionar en el mercado los componentes críticos para complementar un automóvil adaptable.



## **CAPÍTULO 2: DISEÑO DE INGENIERÍA**



## 2. DISEÑO DE INGENIERÍA

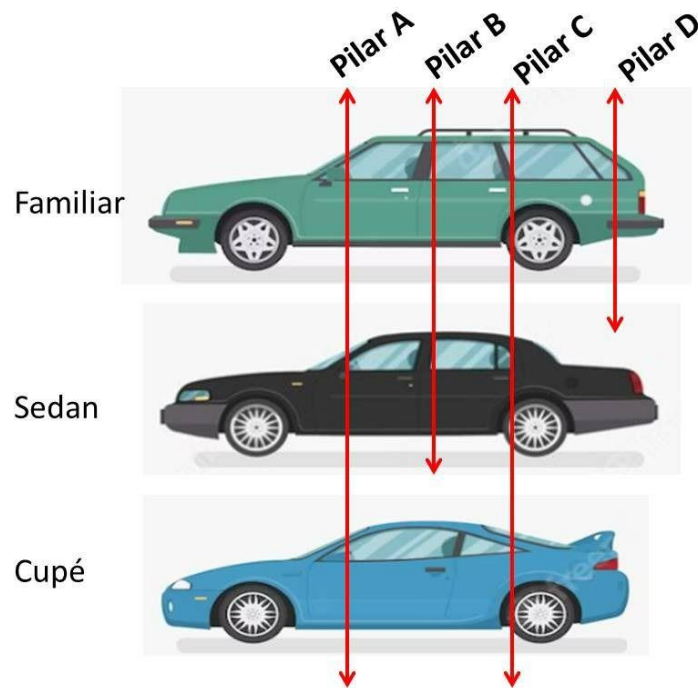
Durante el desarrollo de este segundo capítulo se definirán los objetivos que debe cumplir el producto, además se llevara a cabo un análisis comparativo de benchmarking, para confrontar vehículos con ciertas características que distintivas que el producto busca. A partir de las conclusiones de este análisis, se definirán cuantitativamente consideraciones de diseño. Posteriormente, se procederá con la definición de las partes del vehículo, los materiales a utilizar y los procesos de manufactura involucrados en la fabricación del chasis.

### 2.1. DEFINICIÓN DE OBETIVOS DEL PRODUCTO

En este segmento se definirán las metas u objetivos cualitativos del producto y como se buscará cumplir con estos objetivos a través del diseño.

Objetivos:

- I) Permitir reducción del chasis entre el pilar B y C (ver de imagen 2-1)



Fuente: (Car Desing Zona movilidad, 2024).

Figura 2-1. Pilares del automóvil, distintas carrocerías.

Esto se realizará mediante un sistema telescópico de largueros en la parte baja del chasis, y en la parte superior creando dos arcos (B y C), Los cuales estarán unidos por un larguero central que dará la rigidez torsional necesaria en la parte superior, y será extraíble para realizar la contracción del chasis en esa zona, sin agregar demasiado peso a la estructura.

- II) Proteger ocupantes dentro de la cabina

Se buscará lograr asegurando la rigidez necesaria para no deformarse en las curvas, aceleraciones desaceleraciones e imperfecciones en el camino. Además, se reducirá la fuerza de los impactos frontales y traseros mediante puntos fusibles ubicados estratégicamente en el chasis para alejar las deformaciones de los ocupantes y zonas de riesgo. Y en impactos laterales transmitiendo la energía a través de largueros, lejos de la zona segura donde irán los ocupantes.

### III) Permitir el aumento de la autonomía para largos trayectos

Para esto el chasis contará con un espacio para un banco de baterías fijo que estará ubicado bajo la zona entre los pilares A y B, Este banco de baterías proporcionará la autonomía necesaria para el uso urbano en trayectos cortos y medios. Además, se podrá agregar un banco de baterías extraíble situado en la parte baja de la zona extensible entre los pilares B y C, para aumentar aún más la autonomía para trayectos interurbanos. Con esto se busca lograr reducción considerable de peso en el primer caso, sin descuidar la distribución de este en el automóvil aumentando su eficiencia y seguridad. En el segundo caso, se busca aumentar la autonomía, manteniendo un bajo centro de masa.

### IV) Permitir intercambiar módulos

Para esto se diseñarán partes extraíbles, las cuales le darán la capacidad al automóvil de usarse para: el transporte de pasajeros, mediante la inclusión de asientos; Transporte de una mayor cantidad de carga, con la inclusión de un maletero más grande y abierto “tipo pick-up”; inclusión de un pilar D y su respectivo techo al maletero, para dar mayor volumen interior al automóvil asemejándose a un “Station wagon” o vehículo “familiar”.

## **2.2. ANÁLISIS Y DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS MORFOLÓGICAS**

En el desarrollo de esta sección se realizará la definición los datos cuantitativos a lograr con el producto, con el objetivo de definir las dimensiones del chasis, prestando especial atención en la distancia entre ejes, así como a la obtención de información relevante sobre componentes como las baterías y su capacidad energética, al igual que la potencia de los motores eléctricos. Para ello, se llevó a cabo un análisis de benchmarking de los vehículos competidores. En la Tabla 2-1, se seleccionaron los 10 automóviles eléctricos más vendidos en Chile, basados en el informe de ventas de vehículos de cero y bajas emisiones de septiembre de 2023 (ANAC, 2023). De los 10 previamente seleccionados, se tomaron en cuenta los 6 que pertenecen al segmento de SUV, mientras que los restantes corresponden a vehículos utilitarios y pick-ups. Además, para comprender las dimensiones de los automóviles diseñados para la movilidad urbana, también se analizaron los 6 city cars más vendidos en Chile (ver Tabla 2-2), según los datos proporcionados por (ANAC, 2022). A continuación, se presenta la lista de vehículos incluidos en ambas categorías:

## I) Autos eléctricos (SUV) más vendidos:

Kia Niro, MG ZS, BYD Yuan Plus EV, MG Marvel R, KONA OS EV Hyundai, Hyundai Ioniq 5.

Tabla 2-1. Dimensiones SUV eléctricos.

Tipo de carrocería	SUV						
Marca/Modelo	Kia Niro	MG ZS	BYD Yuan Plus EV	MG Marvel R	KONA OS EV H	Hyundai Ioniq 5	Promedio
Batería	64.8 kWh	50,3 kWh	49,92/ 60,48 kWh	70 kWh	39.2/64 kWh	72.6 kWh	
Motor	201hp 255Nm	174hp 280Nm	201hp 310 Nm	177hp 410Nm	134hp 395Nm	214hp 350Nm	
largo tot	4.420	4.323	4.455	4.678	4.205	4.635	4.453
ancho tot	1.825	1.809	1.875	1.919	1.800	1.890	1.853
alto	1.570	1.649	1.615	1.618	1.570	1.605	1.605
batalla	2.720	2.585	2.720	2.800	2.700	3.000	2.754
peso	2.200	1.570	x	x	2.020	2.430	2.055

Fuente: Elaboración propia en base a informe ANAC y ficha técnica de cada automóvil.

## II) City car más vendidos:

Renault Kwid, Kia Morning, Suzuki Celerio, Fiat Mobi, Hyundai Atos, Suzuki Alto 800.

Tabla 2-2. Dimensiones city cars.

Tipo de carrocería	City Car						
Marca/Modelo	Renault kwid	Kia Morning	Susuki Celerio	Fiat Mobi	Hyundai Atos	Susuki Alto 800	Promedio
Largo Tot.	3.680	3.595	3.590	3.566	3.565	3.446	3.574
Ancho Tot.	1.759	1.559	1.515	1.505	1.525	1.490	1.559
Alto	1.481	1.485	1.560	1.505	1.570	1.475	1.513
Batalla	2.423	2.400	2.430	2.305	2.380	2.360	2.383

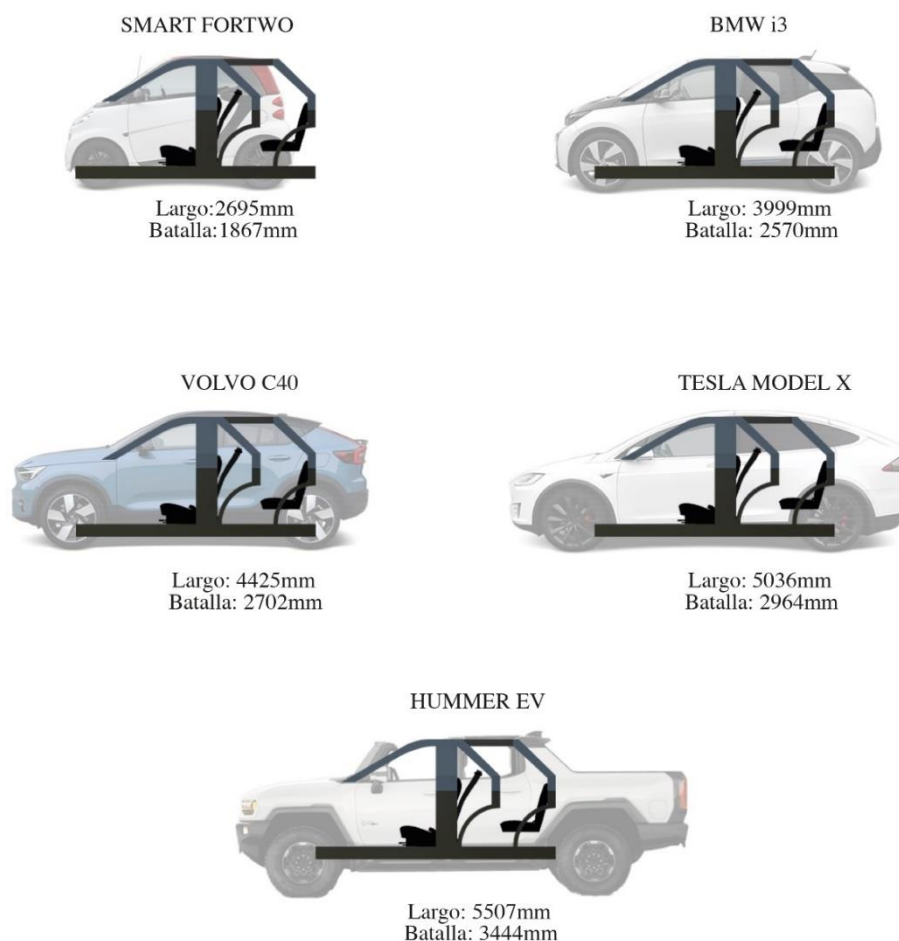
Fuente: Elaboración propia en base a informe ANAC y ficha técnica de cada automóvil.

Con estos datos se puede concluir que la mejor decisión en base a el promedio de medidas de dimensiones de la competencia es de una distancia de batalla entre 2.300-2400 mm en la versión reducida para llegar a uno de entre 2700-2800 mm en la versión extendida, además de un banco de baterías de 58,9 kWh y un motor cercano a 183 hp 290 Nm.

Para el diseño del chasis además se tomaron en cuenta cinco automóviles eléctricos tope de gama utilizados alrededor del mundo evaluando las características distintivas de cada uno de ellos, para luego comparar sus dimensiones en el software de modelado 3D, Fusion 360, a la vez que se diseñaba la base para el chasis del automóvil adaptable, esto se puede observar en la Figura 2-2 a continuación de la descripción de cada uno de los modelos elegidos.

I) Smart fortwo: Representando al sector de los micro autos, sus dimensiones muestran las de un automóvil para un uso específicamente dentro de las ciudades.

- II) Bmw i3: Un automóvil eléctrico que innovo con un chasis monocasco de fibra de carbono, aumentando su resistencia lo que le permitía no tener un pilar b y así ser un vehículo de cuatro plazas en un largo de batalla menor.
- III) Volvo c40: Representando al segmento de los SUV, siendo Volvo una marca reconocida por su seguridad, en el caso de este automóvil eléctrico fue calificado con cinco estrellas, la máxima calificación en las pruebas de choque de Euro NCAP.
- IV) Tesla model x: Considerado una de las marcas más reconocidas en el ámbito de los automóviles eléctricos, este modelo SUV está equipado con dos o tres motores y tracción en las cuatro ruedas. Su diseño, enfocado en la eficiencia, se distingue por tener uno de los coeficientes de arrastre más bajos entre los SUV actualmente en producción
- V) Hummer ev: es una pick up eléctrica de grandes dimensiones. Su diseño incluye un techo adaptable con cuatro paneles extraíbles, así como la opción de retirar los travesaños que conectan los arcos A-B y B-C, permitiendo convertirlo en un vehículo completamente descapotable.



Fuente: Fotomontaje y modelo elaboración propia.

Figura 2-2. Chasis modelado 3D en fusión 360 tomando referencias dimensionales.

### 2.3. DESARROLLO DE PARTES Y DEFINICIÓN DEL MATERIALES

En la fabricación de automóviles, en el mercado actual, se emplean diversos tipos de acero, cada uno con características específicas, con el fin de cumplir requisitos de seguridad y peso. Estos aceros pueden variar en términos de rigidez, resistencia, ductilidad y también pueden estar sujetos a diferentes tratamientos térmicos y aleaciones. Incluso, en algunos casos, se utiliza aluminio para reducir significativamente el peso de componentes no críticos desde el punto de vista estructural.

Entonces se deben considerar para cada parte del chasis un tipo de acero según su resistencia. a continuación, se enumerarán diferentes zonas de los chasis, los tipos de aceros y respectivo rango de límite elástico en MPa:

- Pilares A, B, C acero ultra alta resistencia (>1000 MPa)
- Largueros de techo del chasis aceros ultra alta resistencia (>1000 MPa)
- Largueros parte central baja del chasis, acero ultra alta resistencia (>1000 MPa)
- Refuerzos interiores de las puertas, acero ultra alta resistencia (>1000 MPa)
- Travesaños parte baja, sujeción baterías, acero muy alta resistencia (>450 <800 MPa) y/o acero alta resistencia (>220<450 MPa)
- Travesaños del techo, unión de los pilares, acero muy alta resistencia (>450 <800 MPa)
- Refuerzos interiores de pilar B y uniones pilar A y B, acero alta resistencia (>220<450 MPa)
- Larguero trasero, acero alta resistencia (>220<450 MPa)
- Larguero delantero, acero alta resistencia (>220<450 MPa)
- Panel del capo, cortafuegos; aceros convencionales (<220 MPa)
- Protecciones y apoyos de la suspensión trasera y delantera, aceros convencionales (<220 MPa)
- Puertas, capo y otras cubiertas en aluminio o aceros convencionales (<220 MPa)

Los aceros de alta resistencia y menor peso, especialmente formulados para la industria automotriz, conocidos como aceros automotrices, no están ampliamente disponibles ni comúnmente utilizados a nivel nacional. Ante esta limitación, se ha buscado investigar una solución en el mercado internacional. ArcelorMittal, una empresa siderúrgica líder a nivel mundial, no solo fabrica los aceros necesarios, sino que también ofrece productos con resistencias de hasta 2000 MPa. Es importante destacar (como lo hacen ellos en su página web) que, hasta el año 2000, la resistencia máxima disponible era de 340 MPa. Además, ArcelorMittal cuenta con un programa colaborativo destinado a trabajar con empresas automotrices en el desarrollo conjunto de nuevos chasis.

Como parte de este trabajo se llevó a cabo una investigación sobre los distintos tipos de aceros utilizados en la industria, así como sus procesos de fabricación y en las áreas

específicas en las que se ubican dentro de los automóviles, este último aspecto fue especialmente investigado con el propósito de posteriormente aplicar esta información al diseño de un prototipo utilizando aceros convencionales, en este caso, ASTM A36.

#### I) Gamas de aceros ofrecidos por Arcelor Mittar:

En la Tabla 2-3 se detalla según información de la página oficial de Arcelor Mittar, los tipos de aceros que se trabajan en la industria automotriz y nombres comerciales, sus propiedades físicas, en que partes de los automóviles se utilizan y si se indican o no para distintos tipos de soldadura.

Tabla 2-3 Gamas de aceros ofrecidos por Arcelor Mittar.

Tipo de acero	Nombre	[Mpa]		Usos	soldadura		
		L. Elastico	Res. Tracción		P.Puntos	Arcos MAG/MIG	láser
Aceros para estampación	aceros de alta conformabilidad para estampación	140-170	>270-330	para piezas de aspecto o de estructura.	X	XX	X
Aceros de alto límite elástico o alta resistencia (HSS)	Aceros microaleados, de solución sólida añadiendo aceros de fósforo, aceros IF de alta resistencia, aceros isotrópicos y aceros bake hardening.	180-670	290-780	Bastidor, Ruedas, Guías de asiento, Travesaños	X	XX	X
AHSS de 1ª generación	Doble fase, TRIP (plasticidad inducida por transformación), ferrita-bainita y de fase compleja	260- 1100	450-1350	Travesaños, largueros, refuerzos de pie central, armazones o refuerzos de parachoques	X	X	X
AHSS de 3ª generación	Aceros CH, DH y Fortiform®	330 -1310	530-420	piezas automóviles de seguridad destinadas a la resistencia a los choques.	X		
Aceros martensíticos de ultra alta resistencia	MartInsite®	950-1700	1200-2000	Vigas, parachoques delantero y trasero, Barras y refuerzos de puerta, Talorenas, Travesía de techo.	X		X
Aceros para estampación en caliente (PHS)	Usibor® y Ductibor® (PHS)	300-1400	450-1800	Vigas de parachoques Refuerzo de pilar central y en general, Larguero delantero, Larguero trasero,	X	XX	

Fuente: Elaboración propia en base a información de la página web de ArcelorMittal.

#### II) Materiales y partes de chasis prototipo

Se utilizarán perfiles de aceros convencionales para las pruebas de fabricación del chasis prototipo basadas en modelamientos tridimensionales. Se emplearán los siguientes perfiles de acero ASTM A36, considerando el aumento de rigidez en la parte central con espesores más grandes y facilitando la deformación y reduciendo el peso en las partes más externas del vehículo:

- Tubulares de 2 pulgadas x 2 mm de espesor. Para la estructura superior del chasis además de las puertas y módulos.

- Cuadrados 100 mm x 100 mm x 4 mm de espesor. Para travesaños centrales, portar bancos de baterías y protegerlas de los impactos laterales.
- Cuadrados 100 mm x 100 mm x 2 mm de espesor. Para parachoques frontal y traseros
- Cuadrados 50 mm x 50 mm x 4 mm de espesor. Para largueros delanteros que portaran los sistemas de amortiguación
- Rectangulares 200 mm x 100 mm x 4mm de espesor

Además, se utilizarán las siguientes planchas:

- Acero laminado en caliente ASTM A36 1000 x 3000 x 3 mm de espesor. Para partes que necesiten protección, refuerzos y para conformar el riel de la parte extensible del chasis.
- Plancha de Acero Galvanizado de 1000 x 3000 x 0,5mm de espesor. Para la reducción del peso y partes expuestas gracias a la resistencia a la corrosión.

Otros componentes:

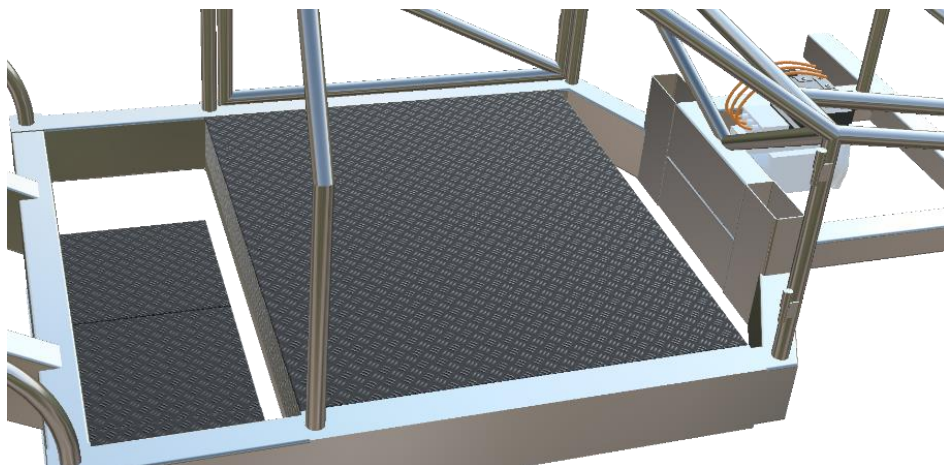
- Banco de baterías fijo:

Dimensiones máximas de 1490 mm x 1250mm x 150 mm (ver Figura de referencia 2-3), e irá ubicado en la zona del centro del batidor en la parte baja de los asientos delanteros como se observa en la Figura 2-4.



Fuente: (Gogreen, 2023)

Figura 2-3. Sistema de baterías 40 kWh

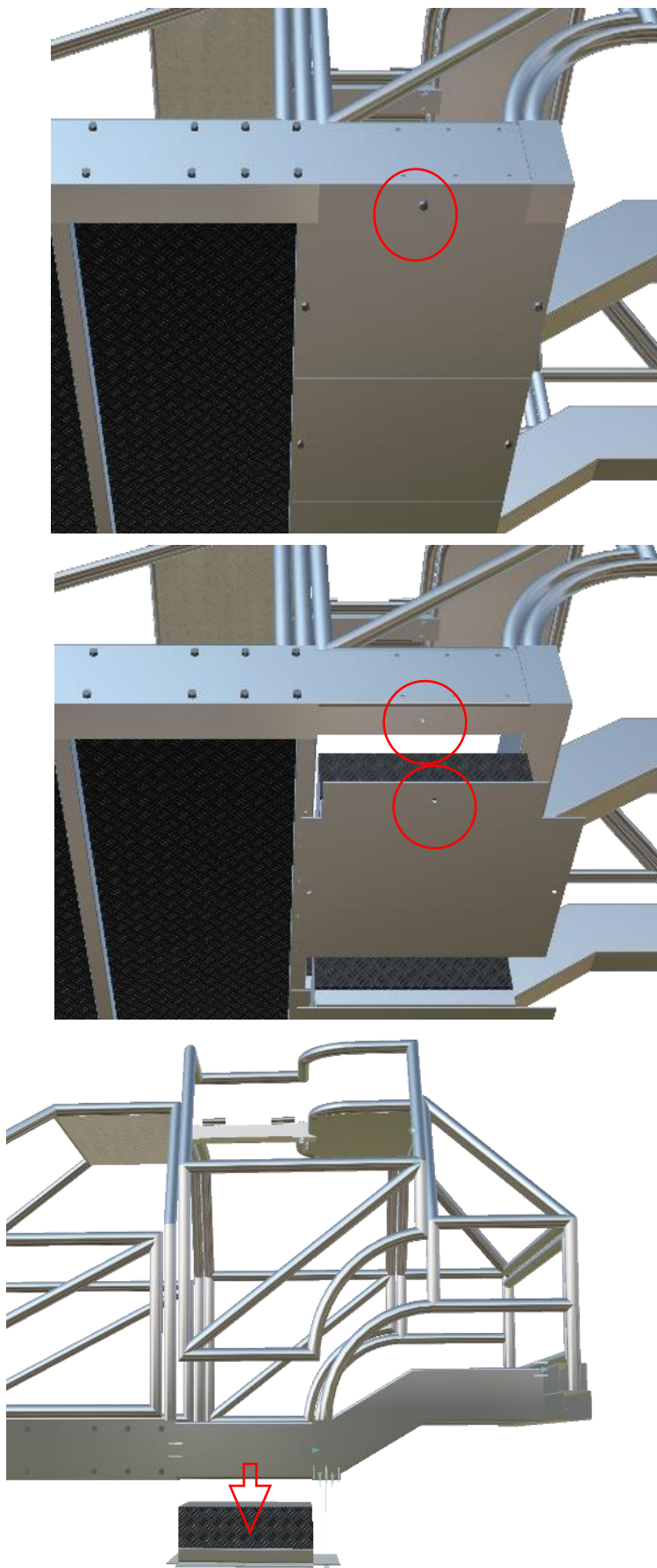


Fuente: Elaboración propia en base a software "Fusion360" e "Inventor Professional"

Figura 2-4. Zona de ubicación de sistema de baterías fijas en chasis.7

- 3 bancos de baterías extraíbles conectadas en paralelo al banco de baterías fijo, ubicadas en la parte central del bastidor, en la zona extensible, extraíbles por la parte inferior del vehículo, sistema de sujeción en base a pernos de anclaje (ver figura 2-5).

Dimensiones máximas: 500 mm X 500 mm X 153 mm



Fuente: Elaboración propia en base a software “Fusion360” e “Inventor Professional”

Figura 2-5. Vistas de ubicación y extracción de bancos de baterías.

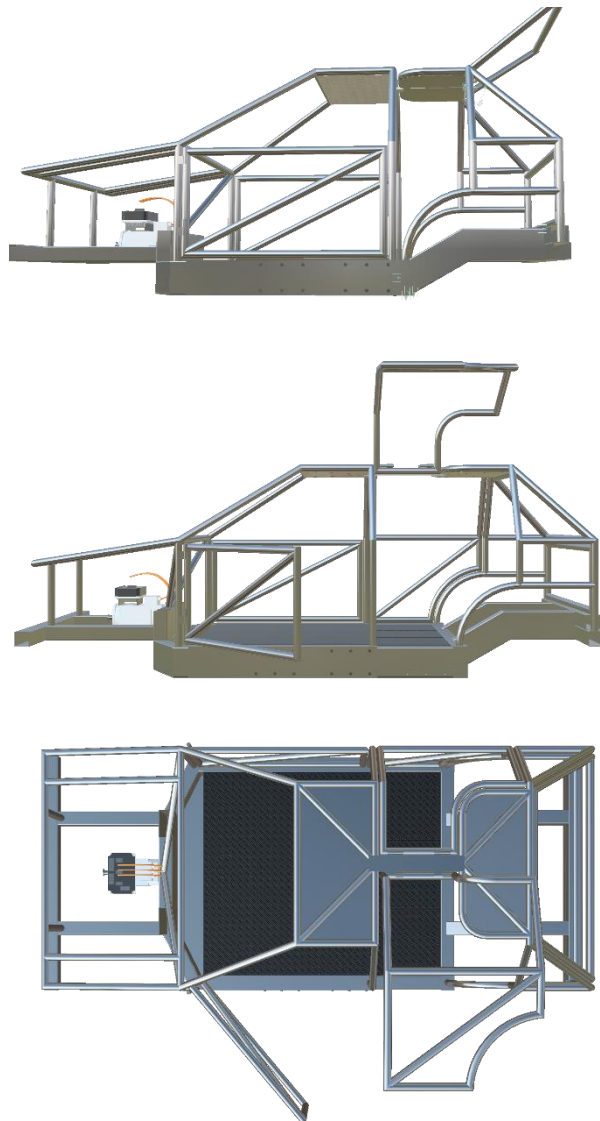
- Bisagras simples de puertas y portales traseros:

2 pomeles soldados a puertas delanteras con apertura horizontal (Figura 2-6), puertas y portálón traseros con apertura vertical (Figura 2-7) y pomeles extraíbles para modularidad de vehículo.



Fuente: (Guangzhou Sanmeng Auto Part Co., Ltd., 202)

Figura 2-6. Ejemplo de bisagras simples de puertas, “Jeep Wrangler”.

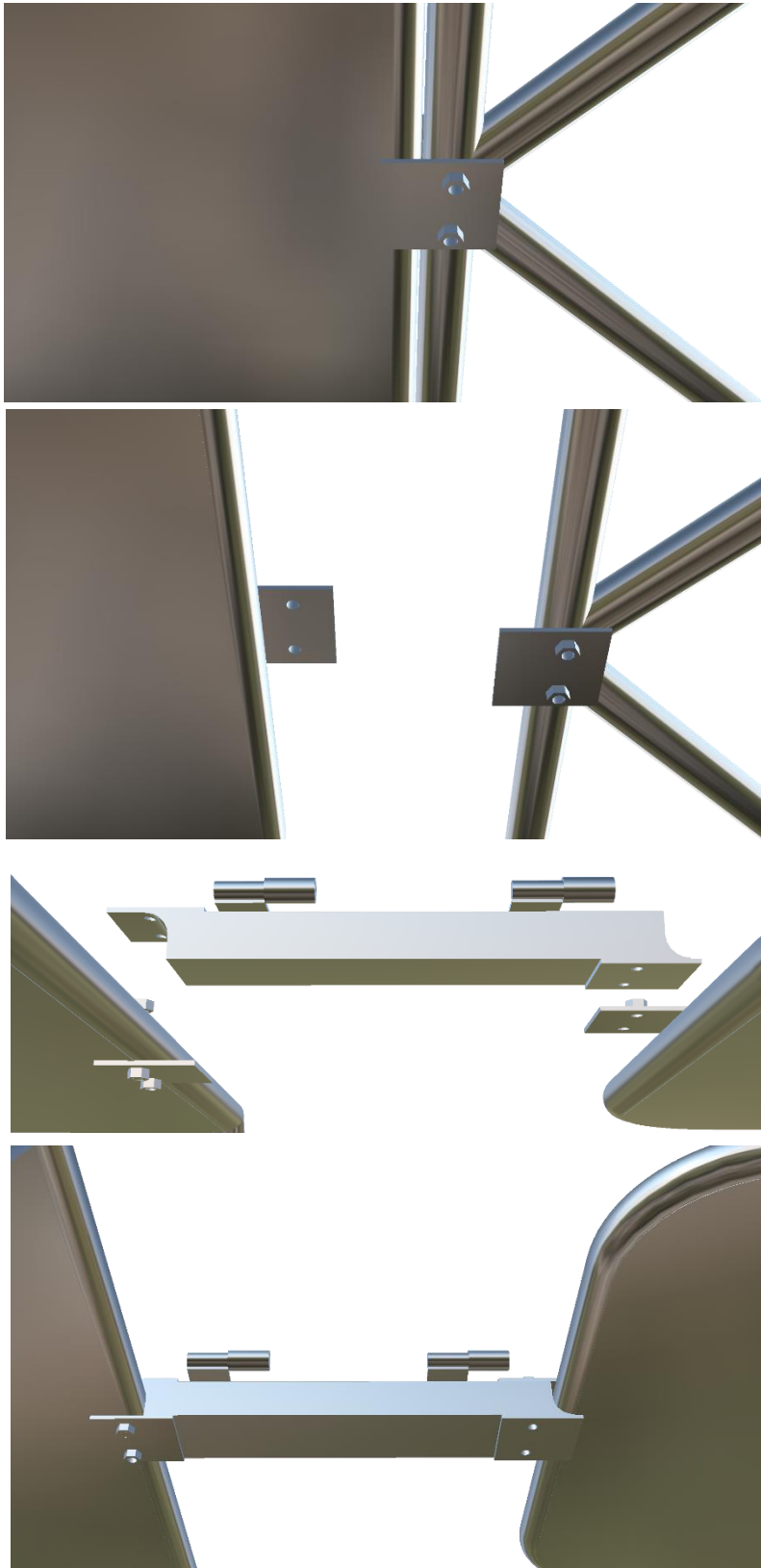


Fuente: Elaboración propia en base a software “Fusion360” e “Inventor Professional”

Figura 2-7. Tipos de apertura de puertas con bisagras simples.

- Larguero central:

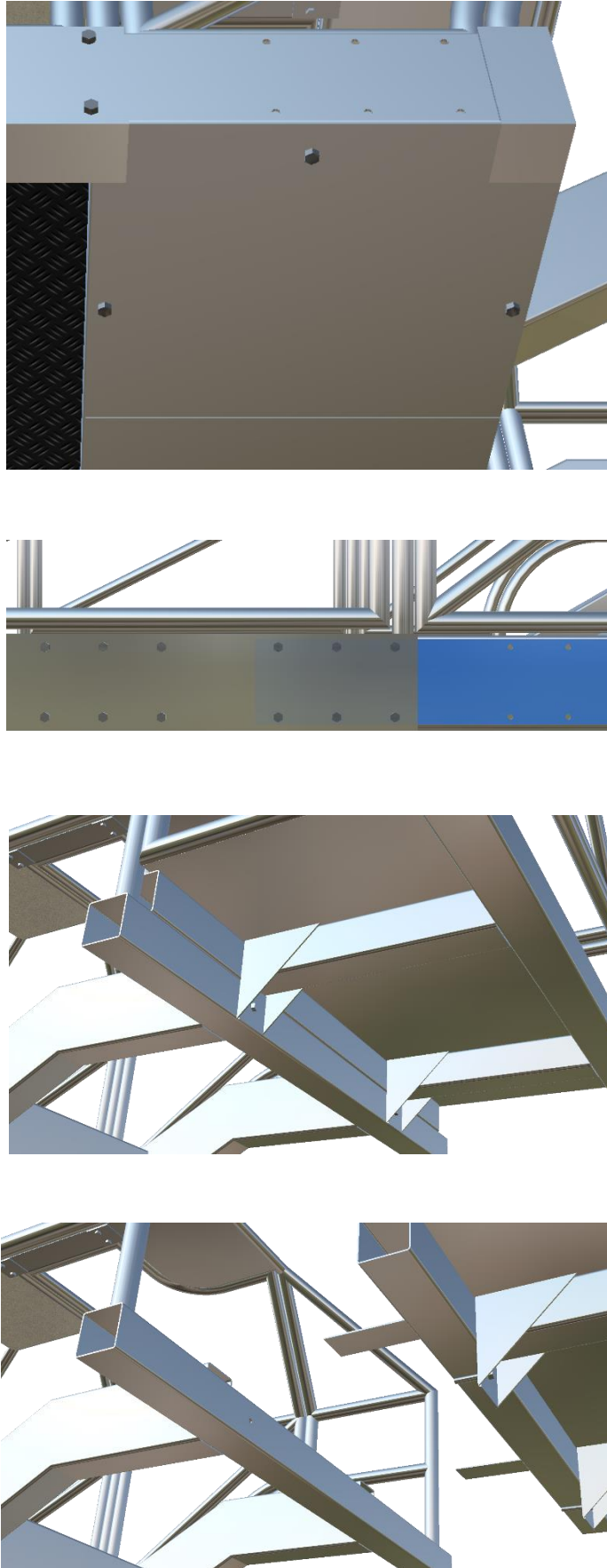
Lo que se muestra en la Figura 2-8 es la instalación de el larguero central extraíble, mediante pernos de anclaje, añade resistencia a la torsión al chasis en la parte superior uniendo los pilares b y c y sosteniendo los pomeles de puertas traseras de apertura vertical, cuando el vehículo está en modo extendido. Cuando el vehículo el automóvil está con la distancia entre ejes acortada, las placas donde se anclaría este larguero unen de manera directa los pilares b y c, mediante los mismos pernos.



Fuente: Elaboración propia en base a software “Fusion360” e “Inventor Professional”

Figura 2-8. Posicionamiento de larguero central superior.

- Pernos M12 para fijar partes móviles como larguero central, baterías extraíbles, sistema de chasis extensible y módulos (ver Figura 2-9), deberán ser igual al usado para afirmar la llanta para así con solo una herramienta el usuario pueda adaptar su automóvil.

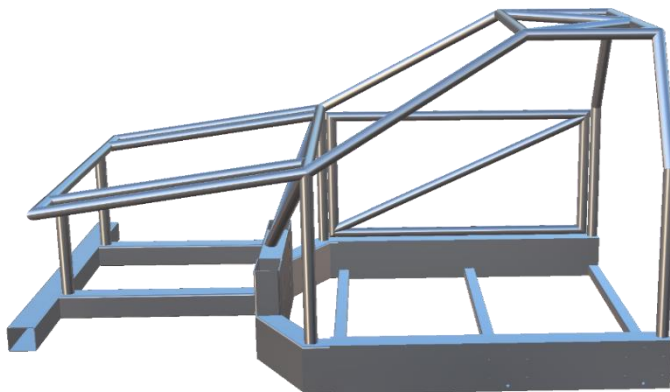


Fuente: Elaboración propia en base a software “Fusion360” e “Inventor Professional”

Figura 2-9. Pernos de anclaje de banco de baterías, riel de chasis y modulo trasero.

#### 2.4. DISEÑO PARA PARA FABRICACIÓN EN BASE A MODELADOS 3D

En el diseño del chasis, se ha priorizado la seguridad de los ocupantes y la protección de componentes críticos, como los bancos de batería, mediante la incorporación de largueros en la parte inferior de la plataforma delantera. Estos largueros no solo aumentan la rigidez del chasis, sino que también contribuyen a bajar el centro de masa, mejorando así la estabilidad del vehículo, estos estarán unidos de extremo a extremo por tres travesaños que soportan el banco de baterías principal. Los largueros centrales cumplen una función dual al servir como riel y establecer la conexión con la plataforma trasera. A estos se integran los largueros frontales, que sostienen los sistemas de amortiguación y la dirección del eje delantero, y en su extremo frontal se suelda el parachoques frontal para completar la estructura de la plataforma delantera (Figura 2-10). Esta área es la encargada de soportar el pilar A y B con sus respectivos arcos, el techo de la cabina, el cortafuego delantero y el soporte del capó, junto con los refuerzos necesarios para la suspensión del eje delantero. El área de la cabina y baterías está constituido por perfiles de mayores dimensiones que el área frontal, para que en caso de una colisión frontal se genere un punto fusible en esta última, y no en área más crítica

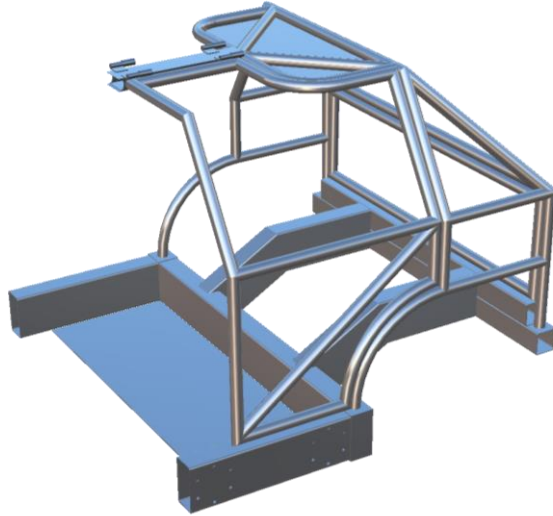


Fuente: Elaboración propia en base a software “Fusion360” e “Inventor Professional”

Figura 2-10. Plataforma delantera chasis.

En la plataforma trasera (ver Figura 2-11), los largueros centrales, harán de corredera dentro de los largueros centrales de la parte delantera para acortar o alargar el largo de batalla en una distancia de 500 mm. Al otro extremo tendrá soldado un travesaño, el cual a su vez estará unido de la misma manera a los largueros traseros, los cuales serán los encargados de portar la fila de asientos de trasera o en su defecto en espacio de carga posterior a los asientos delantero. También irán anclados a estos el eje trasero con su respectivo sistema de amortiguación. Todo este conjunto va unido por soldaduras a la parte superior trasera del chasis la cual está conformada por los pasa ruedas; el pilar “D”, un techo fijo unido a dicho pilar, y un único larguero central en la parte superior, extraíble, para poder adaptar las dimensiones del vehículo. A los costados ese larguero central se

ubicarán las puertas traseras con apertura en forma de “alas de gaviota” para facilitar su extracción desde el mismo larguero extraíble.

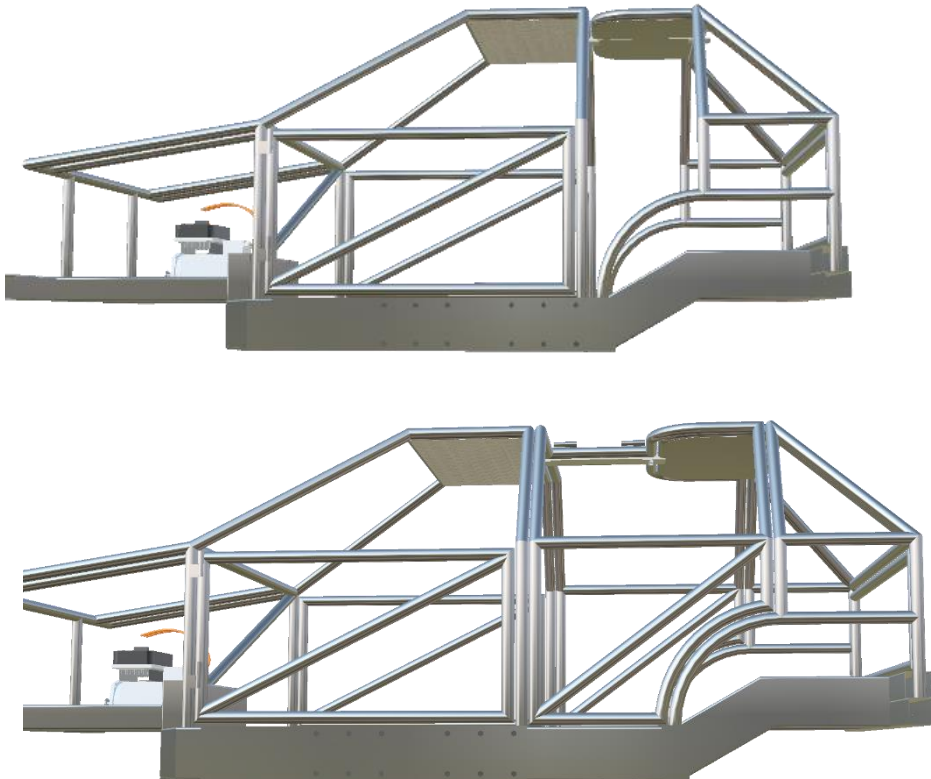


Fuente: Elaboración propia en base a software “Fusion360” e “Inventor Professional”

Figura 2-11. Plataforma trasera chasis.

Además, la plataforma trasera contará con la opción de intercambiar los distintos módulos:

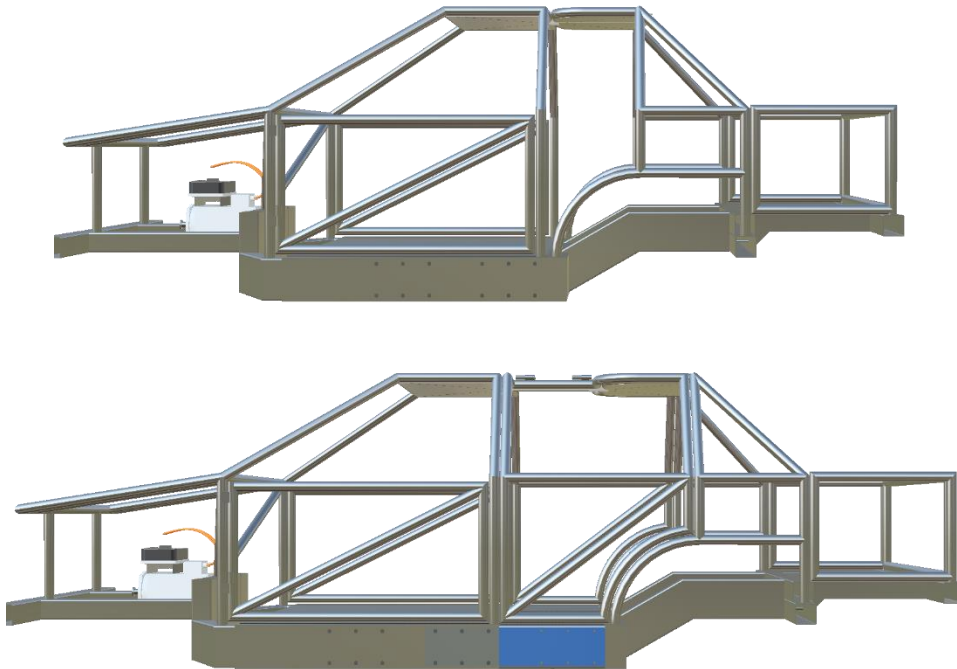
- I) Modo “hatchback” (Figura 2-12): El automóvil se encuentra cerrado inmediatamente sobre el parachoques trasero.



Fuente: Elaboración propia en base a software Fusion360/Inventor Professional

Figura 2-12. Chasis en modo “hatchback”, versión reducida y extendida.

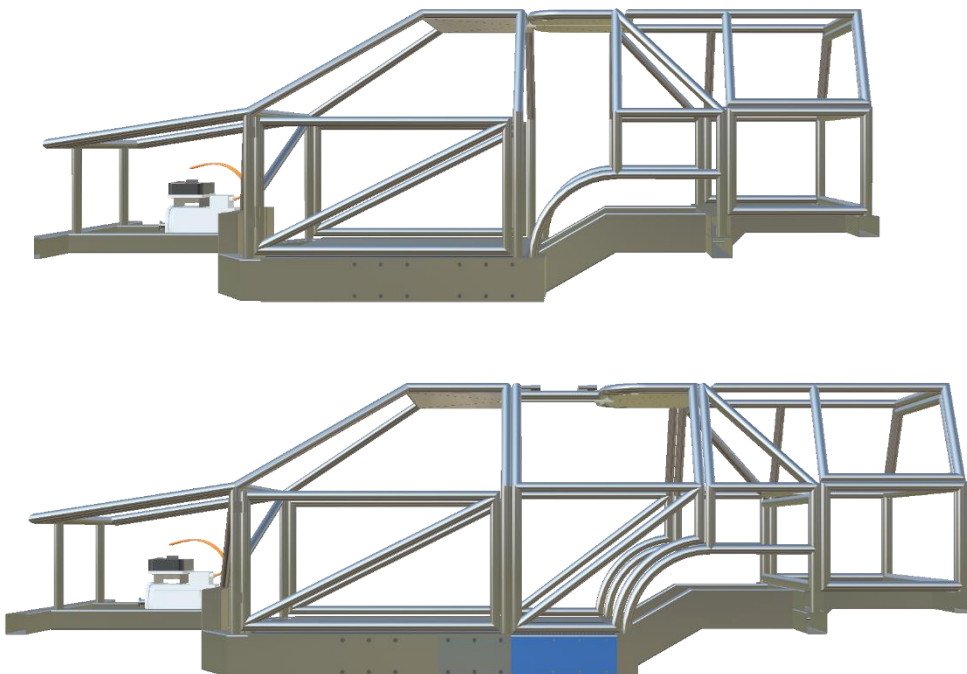
- II) Modo “pick up” (Figura 2-13): anclado al parachoques trasero se agregan dos largueros de 600 mm de largo y un nuevo parachoques además de su respectiva estructura para soportar la puerta y los laterales del nuevo maletero.



Fuente: Elaboración propia en base a software Fusion360/Inventor Professional

Figura 2-13. Chasis en modo “pick up” versión reducida y extendida.

- III) Modo “station wagon” (Figura 2-14): en el modo pick up se agrega una cubierta superior, aumentando la capacidad de carga del maletero trasero.



Fuente: Elaboración propia en base a software Fusion360/Inventor Professional

Figura 2-14. Chasis en modo “station wagon”, versión reducida y extendida

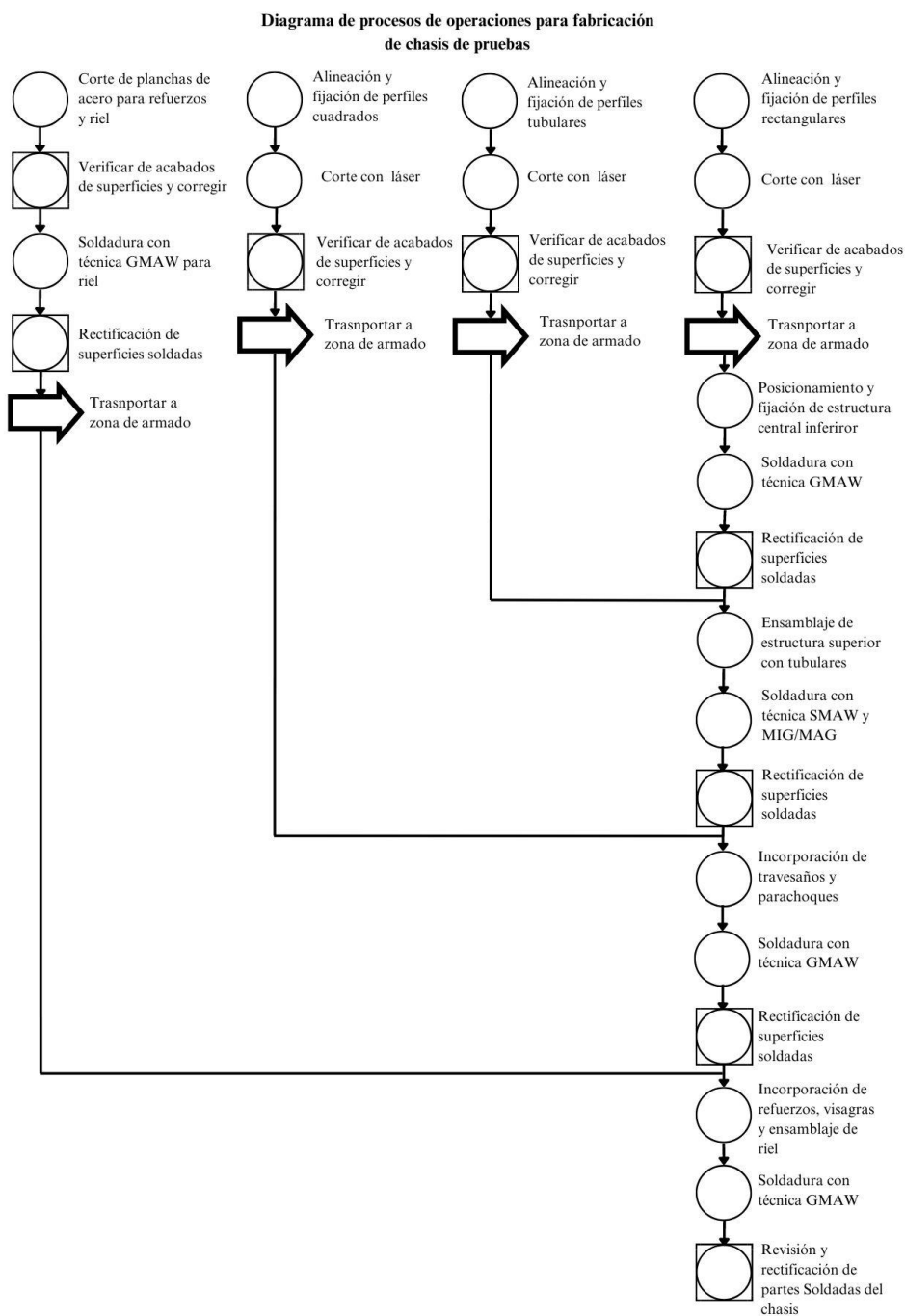
**2.5. ANÁLISIS Y DEFINICIÓN DE PROCESOS DE FABRICACIÓN**

En el desarrollo de esta sección se podrá visualizar los procesos de fabricación del chasis adaptable, tanto en aceros convencionales, como en aceros automotrices.

**2.5.1. Definición del proceso general**

Durante el desarrollo de esta subsección se describirá el proceso de manufactura del chasis prototipo mediante un diagrama de operaciones, además, se describirá de manera general los procesos que se llevan a cabo en la manufactura de un automóvil con aceros de la industria.

- I) El proceso de manufactura del chasis prototipo con el uso de perfiles de aceros convencionales a36, para prototipo.



Fuente: Elaboración propia en base a Procesos de manufactura de prototipo de chasis.

Figura 2-15. diagrama de procesos de operaciones, para chasis prototipo.

II) El proceso de manufactura en el uso de planchas de Arcelor Mittar

Proyecto Final con Aceros Automotrices Laminados (Producción en Serie):

a. Se cortan y forman las láminas de acero automotriz laminado según el diseño.

(Tiempo: 1 hora)

b. Robots realizan el ensamblaje preciso de las láminas para formar el chasis.

(Tiempo: 4 horas)

c. Se realiza la soldadura de alta precisión mediante procesos automatizados.

(Tiempo: 3 horas)

d. Aplicación de tratamientos superficiales y térmicos específicos para aceros automotrices.

(Tiempo: 2 horas)

e. Se llevan a cabo pruebas de calidad, resistencia y seguridad en los chasis.

(Tiempo: Variable)

f. Los chasis se empaquetan y envían a la línea de ensamblaje final (Tiempo: 1 hora)

### **CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS**



### 3. EVALUACIÓN DE RESULTADOS DEL DESARROLLO

Durante este capítulo se realizará un análisis de esfuerzos a los modelos tridimensionales del chasis extensible, además de un análisis de costos teniendo en cuenta la fabricación del chasis prototipo.

#### 3.1. EVALUACIÓN DE PRODUCTO

En esta sección se realizarán simulaciones para determinar la resistencia del chasis prototipo modelado en fusión 360 e inventor profesional para fabricación con aceros ASTM A 36.

##### 3.1.2. Análisis en caso de Flexión

Para el correcto análisis en software del chasis en caso de flexión y debido a limitaciones de hardware y a la complejidad del estudio del chasis completo, se realizó una simplificación del chasis en solo la parte inferior del bastidor (ver Figura 3-1) la cual sería la que principalmente se vería afectada por el peso del vehículo sus componentes, ocupantes y carga. También es donde principalmente iría anclada la suspensión.

- Peso del bastidor: 2816 kg

El material utilizado para el análisis fue “Steel – Standard Structural” de la biblioteca de materiales no lineales de Fusion 360 algunas de las propiedades de este material son:

Propiedades mecánicas:

Módulo de Young 200.000 GPa

Coefficiente de Poisson 0.23

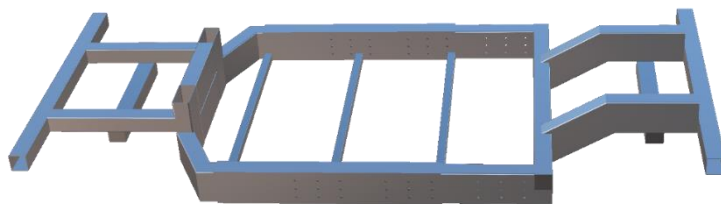
Modulo cortante 79365.079 MPa

Densidad: 7.800 g/cm<sup>3</sup>

Resistencia:

Límite de elasticidad 248.211 MPa

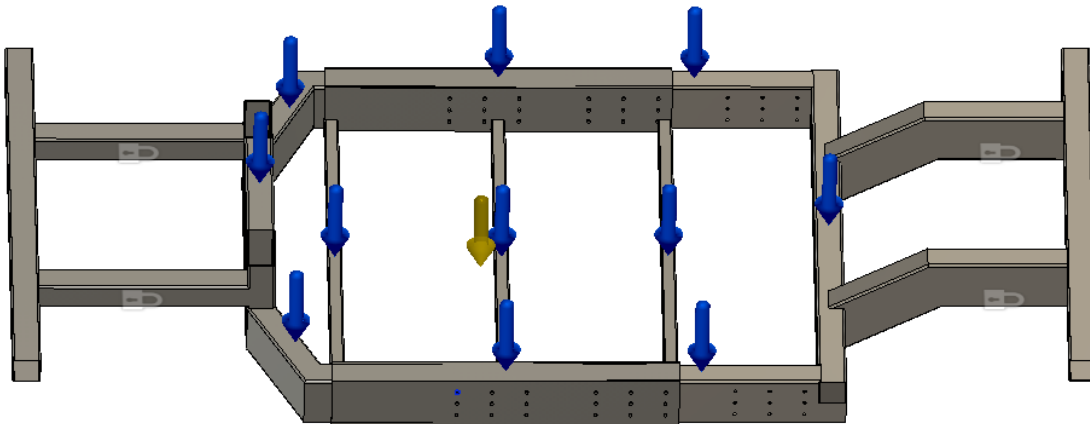
Resistencia máxima a la tracción 475.738 MPa



Fuente: Elaboración propia en base a software Fusion360/Inventor Professional

Figura 3-1. Bastidor simplificado para simulaciones de flexión.

Como se puede observar en la Figura 3-2, se realizó una carga distribuida en la parte central del bastidor para simular el peso de los componentes centrales (bancos de baterías, ocupantes, etc.) y se fijaron en los largueros delanteros y traseros, simulando una rigidez en los ejes delantero y trasero.



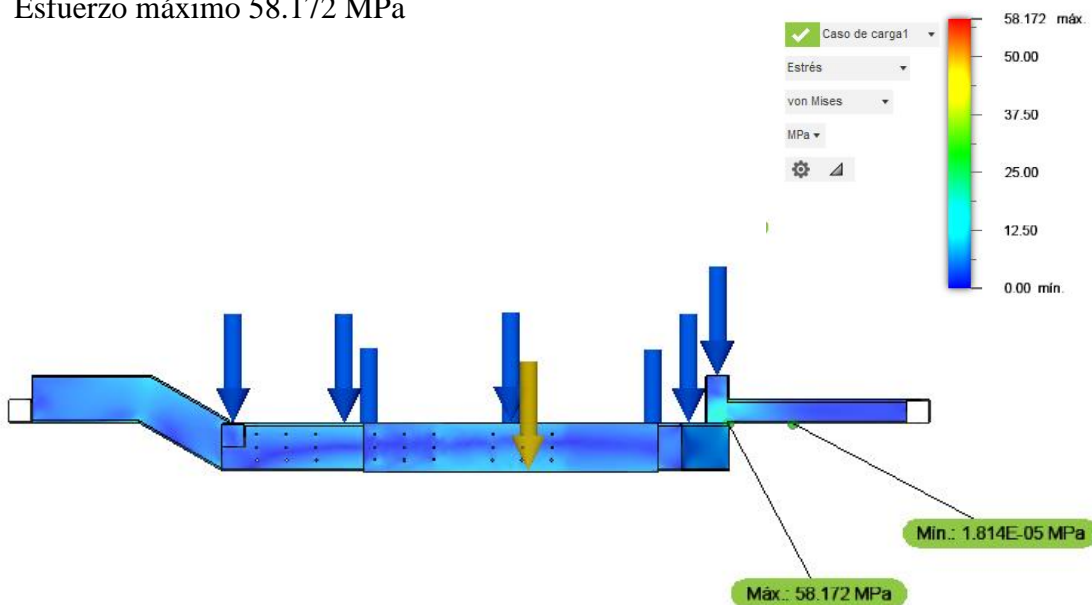
Fuente: Elaboración propia en base a software Fusion360/Inventor Professional

Figura 3-2. Cargas y restricciones para simulaciones de flexión.

Se realizaron cuatro estudios con cargas de 1.000 kg, 1.500 kg, 2.000 kg Y 2.500 kg (9.810 N, 14.715 N, 19.620 N y 24.525 N) además del peso del mismo bastidor, este siendo extremadamente alto en comparación de automóvil debido a su materialidad, Para determinar el comportamiento en flexión en casos ideales. Los resultados fueron los siguientes:

I) Criterio de falla de Von Misses:

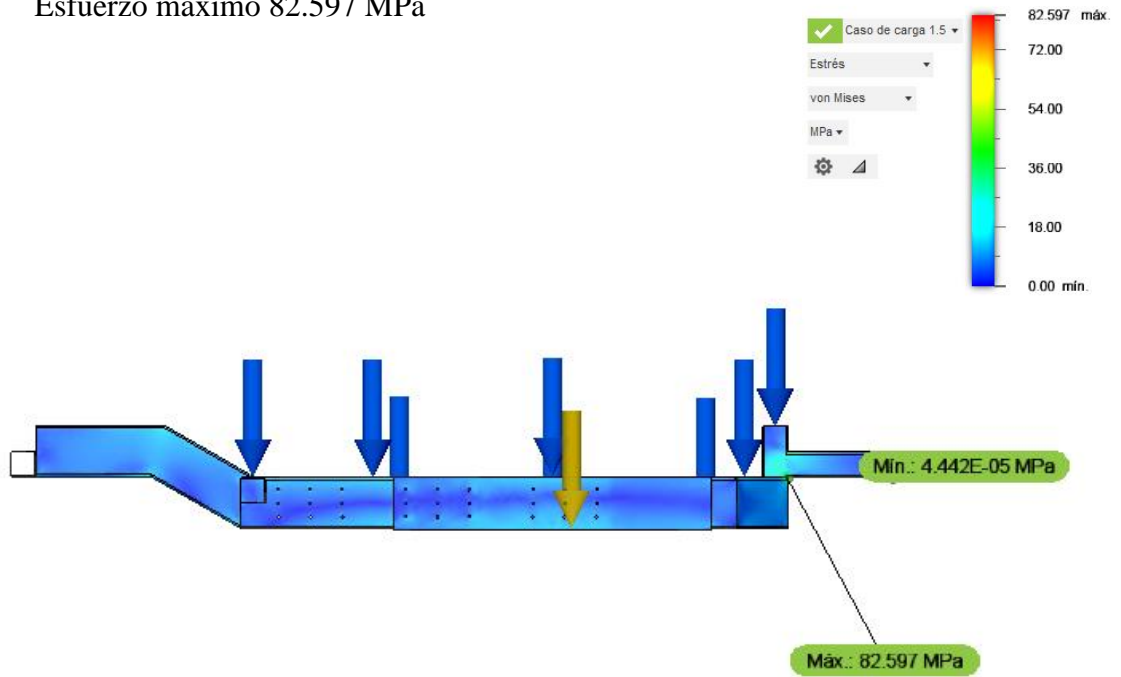
- Caso de carga 1 (1.000 kg) Figura 3-3.
- Esfuerzo máximo 58.172 MPa



Fuente: Elaboración propia en base a software Fusion360/Inventor Professional

Figura 3-3. Estrés Von Misses caso de carga 1.

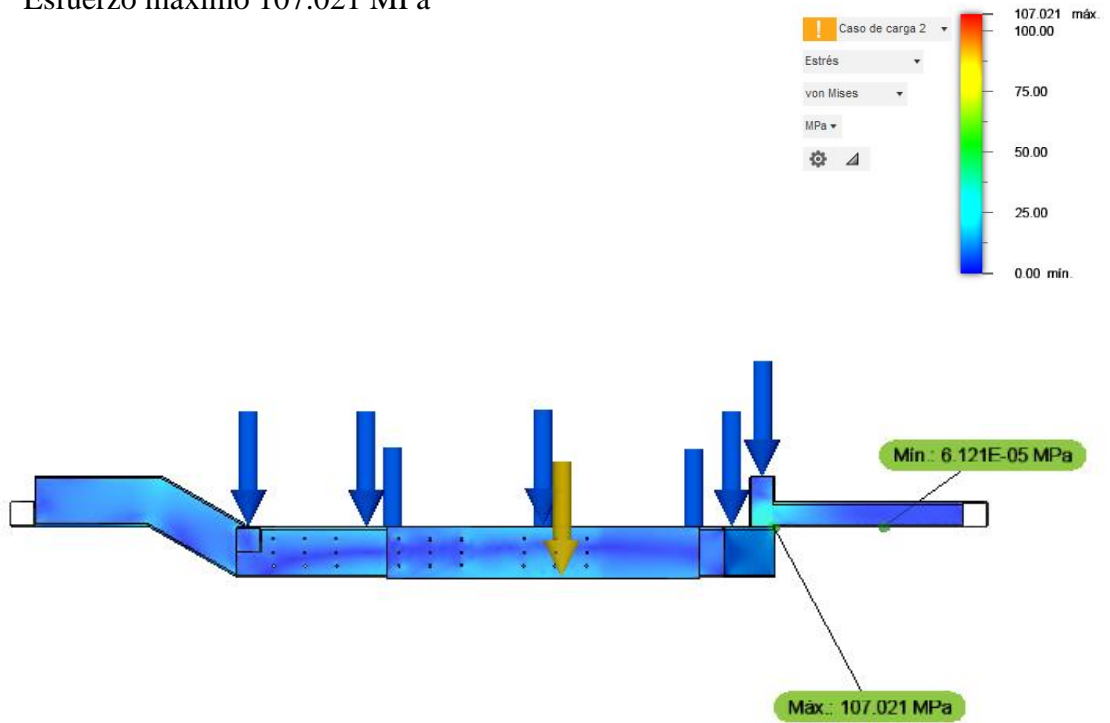
- Caso de carga 1.5 (1.500 kg) Figura 3-4.
- Esfuerzo máximo 82.597 MPa



Fuente: Elaboración propia en base a software Fusion360/Inventor Professional

Figura 3-4. Estrés Von Misses caso de carga 1.5.

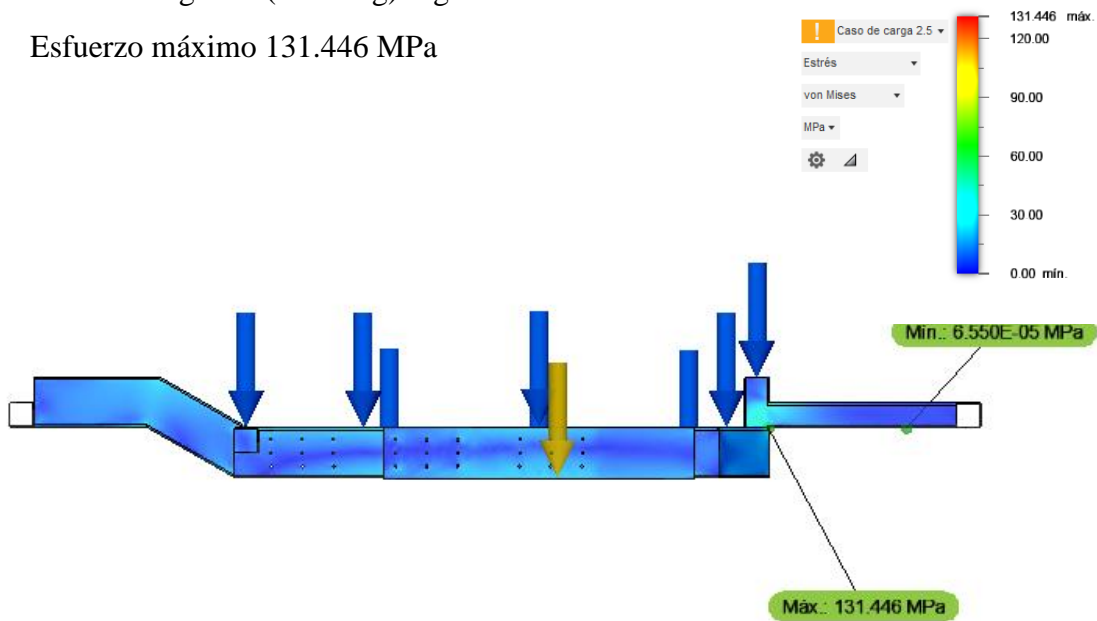
- Caso de carga 2 (2.000 kg) Figura 3-5.
- Esfuerzo máximo 107.021 MPa



Fuente: Elaboración propia en base a software Fusion360/Inventor Professional

Figura 3-5. Estrés Von Misses caso de carga 2.

- Caso de carga 2.5 (2.500 kg) Figura 3-6.
- Esfuerzo máximo 131.446 MPa



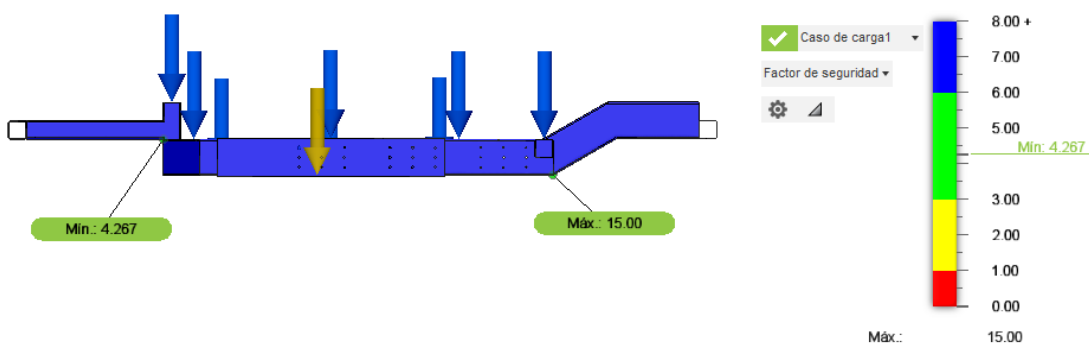
Fuente: Elaboración propia en base a software Fusion360/Inventor Professional

Figura 3-6. Estrés Von Misses caso de carga 2.5.

En los casos de cargas anteriores mostrados, se puede observar que los máximos esfuerzos son: 58.172 MPa, 82.597 MPa, 107.021 MPa y 131.446 MPa. Todos estos valores son por sí solos inferiores al límite elástico del material, que es de 248.211 MPa para el acero ASTM A36, lo que indicaría que, bajo estas condiciones, el material no llegaría a experimentar deformación plástica. Sin embargo, para el diseño orientado a la seguridad de los pasajeros, no es suficiente, ya que debe cumplir con un factor de seguridad.

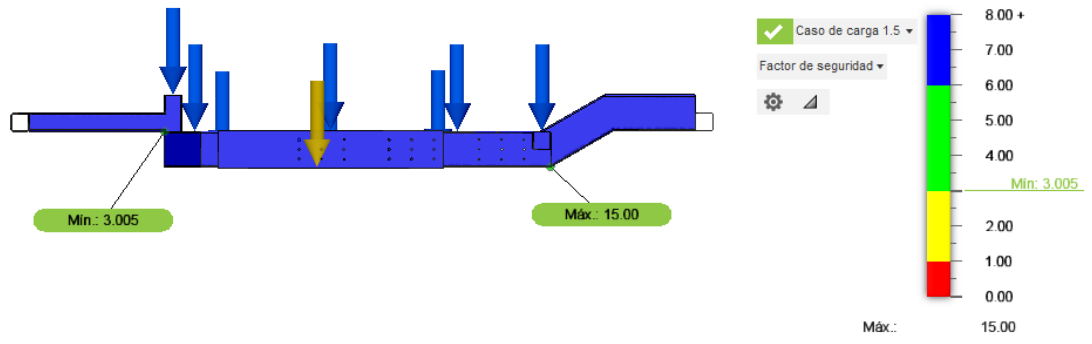
## II) Factor de seguridad:

Reiterando los mismos casos de cargas, pero esta vez se dividió el límite de fluencia del material en el esfuerzo máximo de Von Misses, esto da como resultado lo que se muestra en las siguientes Figuras 3-7 hasta Figura 3-10, mientras que el detalle de estos casos de carga se explica en las Figuras 3-11 hasta Figura 3-14:



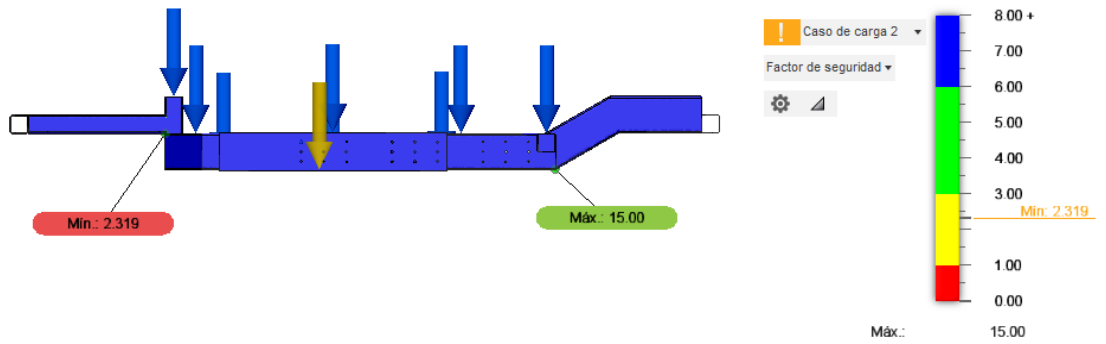
Fuente: Elaboración propia en base a software Fusion360/Inventor Professional

Figura 3-7. Factor de seguridad caso de carga 1.



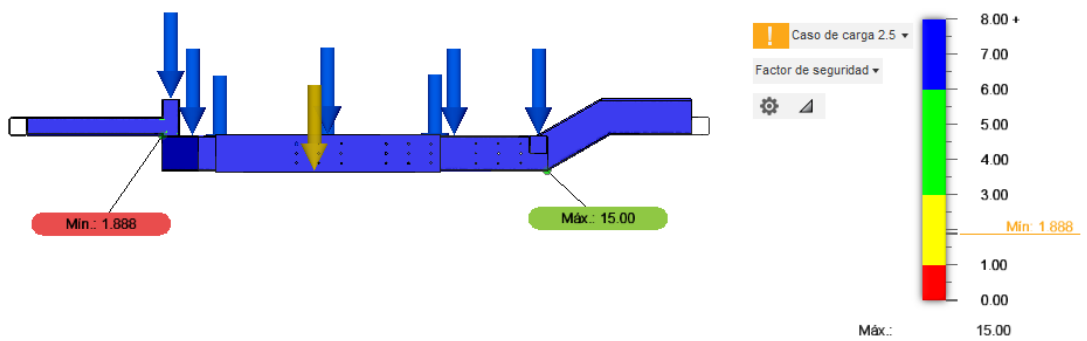
Fuente: Elaboración propia en base a software Fusion360/Inventor Professional

Figura 3-8. Factor de seguridad casos de carga 1.5.



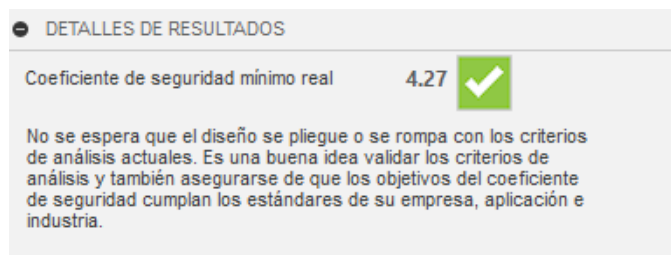
Fuente: Elaboración propia en base a software Fusion360/Inventor Professional

Figura 3-9. Factor de seguridad caso de carga 2.



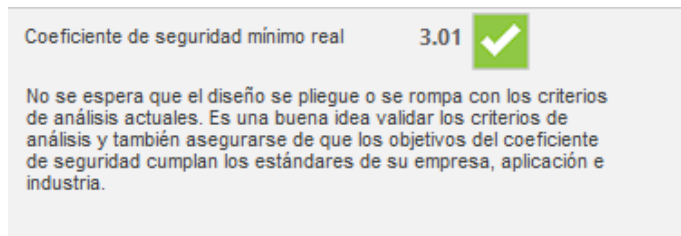
Fuente: Elaboración propia en base a software Fusion360/Inventor Professional

Figura 3-10. Factor de seguridad caso de carga 2.5.



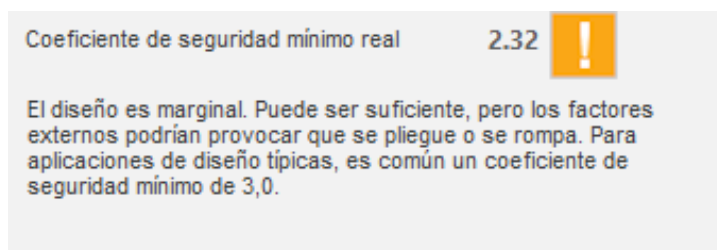
Fuente: En detalles de resultados de simulación software Fusion360

Figura 3-11. Detalle factor de seguridad caso de carga 1.



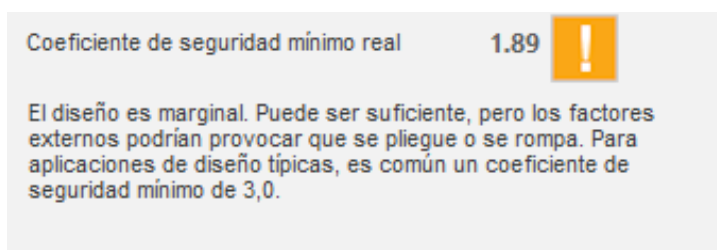
Fuente: En detalles de resultados de simulación software Fusion360

Figura 3-12. Detalle factor de seguridad caso de carga 1.5.



Fuente: En detalles de resultados de simulación software Fusion360

Figura 3-13. Detalle factor de seguridad caso de carga 2.



Fuente: En detalles de resultados de simulación software Fusion360

Figura 3-14. Detalle factor de seguridad caso de carga 2.5.

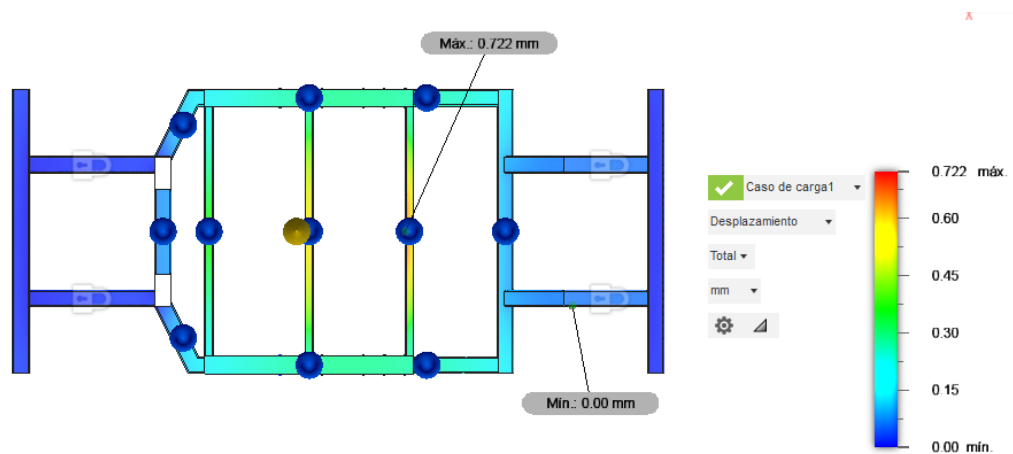
En la industria automotriz dependiendo de la seguridad y confiabilidad del propio vehículo y marca se buscan obtener valores de 1,5 hasta 3 de factor de seguridad. Para estos análisis se tomó en cuenta para el software un factor de seguridad de 3, también se puede observar en las anteriores Figuras (3-7 hasta 3-10) que en su mayoría el bastidor cumple con un factor de seguridad mayor a 6 lo cual es indicado en color azul.

- El caso de carga 1 (1.000 kg) cumple con creces teniendo un factor de seguridad de 4.2.

- El caso de carga 1.5 (1.500 kg) cumple con un factor de seguridad de 3.01, si tomamos en cuenta un factor de seguridad de 1.5 cumpliría por casi el doble.
- El caso de carga 2 (2.000kg) no cumple con el factor de seguridad de 3, pero si cumpliría con uno de 1.5 al obtener 2.319.
- El caso de carga 2.5 (2.500kg) claramente tampoco no cumpliría con el factor de seguridad de 3, pero de igual manera cumpliría con uno de 1.5 al obtener 1.8 de factor de seguridad.

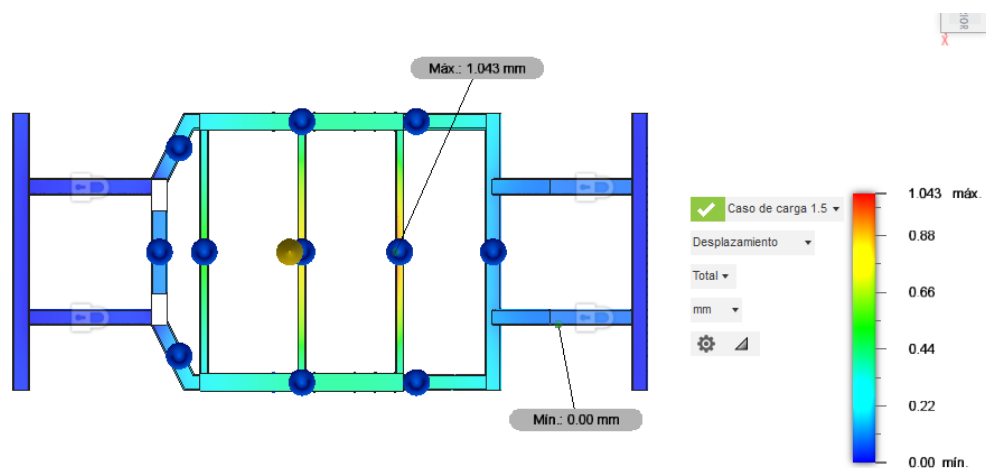
### III) Análisis de desplazamiento:

Se analizaron los mismos casos de carga según se desplazamiento, los resultados se pueden observar en las figuras de la 3-15 a la 3-18



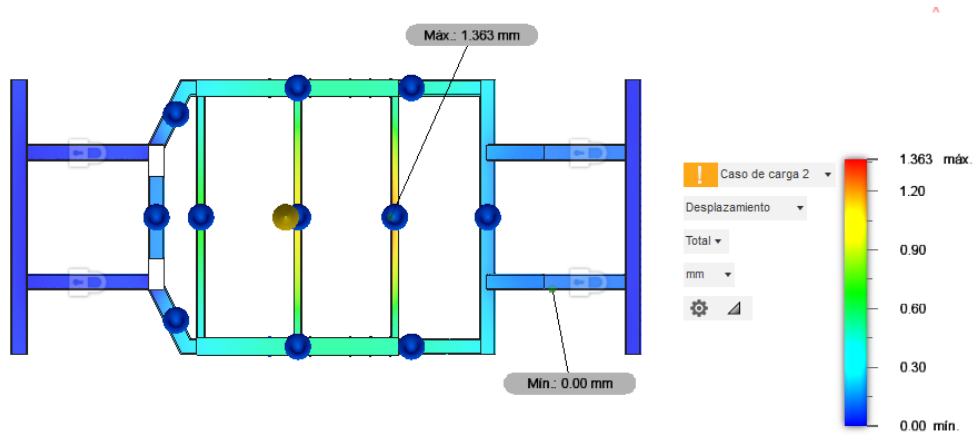
Fuente: Elaboración propia en base a software Fusion360/Inventor Professional

Figura 3-15. Desplazamiento caso de carga 1.



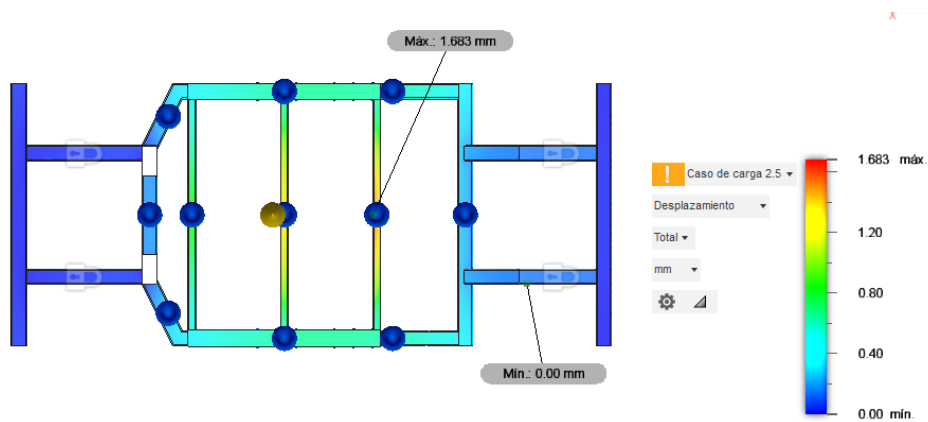
Fuente: Elaboración propia en base a software Fusion360/Inventor Professional

Figura 3-16. Desplazamiento caso de carga 1.5.



Fuente: Elaboración propia en base a software Fusion360/Inventor Professional

Figura 3-17. Desplazamiento caso de carga 2.



Fuente: Elaboración propia en base a software Fusion360/Inventor Professional

Figura 3-18. Desplazamiento caso de carga 2.5.

De estas simulaciones se puede destacar que la zona central es la que se ve mayormente afectada, debido a la perfilería de menores dimensiones de los travesaños con respecto a los largueros y al ser el estudio realizado con una carga distribuida en la parte central del bastidor. Pero cabe destacar que en estos travesaños están enfocados en soportar el banco de baterías principal, reducir la deformación por la flexión del chasis y proteger la cabina y baterías de impactos laterales. Pero no soportará el peso de la cabina ya que este irá sobre los largueros centrales.

Debido a limitaciones tecnológicas y/o de tiempo de investigación, no fue posible realizar de manera exitosa un análisis torsional ni considerar los casos de impacto. Simplificar el chasis únicamente a la parte inferior del bastidor en estos casos habría distanciado demasiado las condiciones de la simulación con las de la realidad y al trabajar los casos de impactos de dos chasis con parámetros de NCAP complejo mucho las mallas para las simulaciones. Para futuras etapas del proyecto sería importante considerarlas, mediante modelos simplificados para cada caso o un prototipo donde se puedan medir estas variables.

### 3.1.2. Análisis de costos del prototipo

Los costos variables (directos) son los que varían según la cantidad de productos a fabricar, y en este proyecto están principalmente compuestos por los costos de materiales que se pueden observar en la Tabla 3-1, además según los sueldos correspondientes a un mes de trabajo, observados en la Tabla 3-2, y a las horas de trabajo para la fabricación de un chasis se puede determinar el costo en sueldos para la fabricación de uno de estos (ver Tabla 3-3).

Además, como costos fijos (indirectos), entre otras cosas, podemos considerar los costos relacionados a la inversión inicial en implementos maquinaria y herramientas (Tabla 3-4).

Tabla 3-1. Costos de materiales.

Por vehículo					
Material	Cantidad	Peso chileno		UF(CLF)(08-06-2024)	
		Valor unitario	Valor Total	Valor unitario	Valor Total
<b>Perfileria</b>	<b>(1 metro)</b>				
Tubulares 2"x 2mm	68	3.215,00	218.620,00	0,09	5,83
cuadrados 100x100x4mm	1,5	13.645,00	20.467,50	0,36	0,55
cuadrados 100x100x2mm	6,3	8.132,00	51.231,60	0,22	1,37
cuadrados 50x50x4mm	4,4	7.298,00	32.111,20	0,19	0,86
Rectangulares 200x100x 4mm	7,4	13.645,00	100.973,00	0,36	2,69
<b>Planchas</b>	<b>(Unidades)</b>				
Acero laminado en caliente 1000 x 3000 x 3 mm	0,25	61.690,00	15.422,50	1,65	0,41
Acero Galvanizado de 1000 x 3000 x 0,5mm de espesor	1	14.990,00	14.990,00	0,40	0,40
<b>Otros componentes</b>	<b>(Unidades)</b>				
Bisagras	12	1.794,00	21.528,00	0,05	0,57
Pernos	21	2.300,00	48.300,00	0,06	1,29
Batería fija	1	4.500.000,00	4.500.000,00	120,06	120,06
Baterías extraíbles	3	745.000,00	2.235.000,00	19,88	59,63
Motor	2	5.500.000,00	11.000.000,00	146,74	293,48
Controlado	1	2.800.000,00	2.800.000,00	74,70	74,70
DC-DC	1	400.000,00	400.000,00	10,67	10,67
Cargador	2	400.000,00	800.000,00	10,67	21,34
			22.258.643,80		593,86

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-2. Gastos mensuales de sueldos.

SUELDOS MENSUALES	
Cargo	SUELDO
Soldador calificado	\$ 774.000,00
Ayudante y operador de laser cnc	\$ 600.000,00
Técnico en electromecánica	\$ 740.000,00
Diseñador	\$ 620.000,00
	\$2.734.000,00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-3. Costos de sueldos por chasis

Actividades	Soldador calificado	Ayudante	Diseñador	
Corte Planchas y perfiles	6	9	0	
Posicionar, Soldar y Rectificar	34	28	0	
Transporte de material	0	3	0	
Supervision de diseño	0	0	20	
Correcciones de diseño	5	0	10	
Total horas por chasis	45	40	30	
Sueldo por chasis (Pesos chilenos)	193.500,00	133.333,33	120.000,00	446.833,33

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-4. Costos de implementos.

Inversion inicial					
ELEMENTOS	Cantidad	Peso chileno		UF	
		Valor unitario	Valor Total	Valor unitario	Valor Total
Maquina de soldar	1	\$ 5.100.000,00	\$5.100.000,00	\$ 136,07	\$ 136,07
Mesa de soldadura	1	\$ 1.700.000,00	\$1.700.000,00	\$ 45,36	\$ 45,36
Soportes para soldar	1	\$ 500.000,00	\$ 500.000,00	\$ 13,34	\$ 13,34
Maquina corte plasma	1	\$ 3.691.975,00	\$3.691.975,00	\$ 98,50	\$ 98,50
EPP	1	\$ 500.000,00	\$ 500.000,00	\$ 13,34	\$ 13,34
		\$ 3.691.975,00			\$ 306,61

Fuente: Elaboración propia.

Este proyecto se encuentra en una etapa muy inicial para aventurarse a realizar una comparación con otros automóviles y marcas dentro del mercado de los autos eléctricos, debido a la cantidad de variables que afectan a el valor final de venta de un vehículo, como lo puede ser la calidad de los materiales, los tiempos de desarrollo, las alianzas con proveedores, el margen de ganancia que se busca obtener, etc. Pero la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías en el sector automovilístico muchas veces pueden generar perdidas antes que ganancias en cuanto a lo monetario. uno de los ejemplos es el desarrollo de los Formula 1, que a las marcas no le genera una ganancia directa, pero si les ofrece una plataforma para probar las nuevas tecnologías y posicionarse en el mercado. Otro ejemplo extremo es el caso del Buggati Veyron, que según Sergio Álvarez de Diaromotor (2013) “el Grupo Volkswagen ha perdido 4,65 millones de euros por cada uno de los casi 360 Veyron que han vendido.” (Álvarez, 2013) y en ese momento se estimaba que luego de 450 unidades vendidas perderían casi 2.100 millones de euros, esto aun siendo el auto de producción en serie más costoso a la fecha de su lanzamiento. Pero a su vez demostró que era capaz de hacer la marca, con años de investigación e inversión.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

El objetivo principal de este proyecto era diseñar un chasis extensible para un automóvil eléctrico adaptable, capaz de intercambiar módulos para configurarse de manera eficiente en diferentes contextos de movilidad en Chile. Este país presenta dos contextos principales bastante contrastantes en términos de movilidad: por un lado, las congestionadas y estrechas calles urbanas, donde los vehículos grandes pueden resultar peligrosos y poco prácticos; por otro lado, las largas carreteras utilizadas para viajes interurbanos, donde se requieren vehículos más grandes para transportar familias completas de manera confortable.

Aunque existen tecnologías adaptables en los automóviles actuales, como techos, asientos abatibles y configuraciones electrónicas de prestaciones como lo son los modos de manejo, las marcas automotrices suelen optar por diseñar vehículos específicos para un solo contexto, y los diseñadores que han explorado la idea de automóviles con dimensiones variables han quedado mayormente en el ámbito conceptual o en desarrollo.

La solución propuesta en este proyecto podría representar un primer paso hacia un cambio en la forma de movilidad en Chile al ser diseñada específicamente para adaptarse a las necesidades del país. Sin embargo, para competir en el mercado automotriz, se requiere un desarrollo e investigación más profundos, así como la fabricación de componentes en aceros automotrices que cumplan con los estándares de peso, resistencia y seguridad de la industria, además de métodos de fabricación en serie para abaratar costos y poder irrumpir en la industria automotriz de manera real.

En cuanto a los objetivos específicos del proyecto, se lograron los siguientes:

- Investigar y diseñar un chasis extensible, priorizando la seguridad, métodos de fabricación y el peso de este, considerando la adaptabilidad a los módulos intercambiables. Se logró generar un prototipo virtual para acercarse más al concepto, pero las limitaciones de fabricación no permitieron la construcción del prototipo ni posteriormente el diseño pensando en un chasis monocasco de aceros automotrices.
- Realizar los análisis de esfuerzos correspondientes a los que se someterá el vehículo en ciudad, en la carretera y en caso de accidentes de distinto tipo. No se logró completamente, solo se pudo realizar un análisis estático de flexión para el punto más crítico de la innovación: la parte extensible del bastidor.
- Estudiar la manera de optimizar los distintos módulos para cada tipo de uso que se le dará al automóvil. Se logró generar módulos para agregar capacidad de carga y pasajeros en la parte trasera del vehículo.
- Seleccionar en el mercado los componentes críticos para complementar un automóvil adaptable. Se calcularon los valores de mercado de los principales

componentes para un auto eléctrico y se presentaron en la maqueta 3D del prototipo.

## BIBLIOGRAFÍA

- AIM Chile. (2023). *AIM grupos socioeconomicos chile*. Obtenido de <https://aimchile.cl/gse-chile/>
- Álvarez, S. (01 de OCTUBRE de 2013). *DIARIOMOTOR*. Obtenido de Volkswagen pierde casi 5 millones de euros en cada Bugatti Veyron fabricado: <https://www.diariomotor.com/2013/11/10/prototipo-clasico-chrysler-me-four-twelve-2004-el-superdeportivo-germanoamericano-que-no-pudo-ser/>
- ANAC. (2022). *Informe del mercado automotor*. Asociación Nacional Automotriz de Chile A.G.
- ANAC. (septiembre de 2023). *Informe de ventas vehículos Cero y Bajas emisiones Septiembre 2023*. Obtenido de estudios de mercado : <https://www.anac.cl/category/estudio-de-mercado/>
- BCN, Asesoría técnica parlamentaria. (2022). *Análisis de la evolución del mercado automotriz en Chile*. Asesoría técnica parlamentaria.
- Britannica. (2023). *Encyclopedia Britannica: Science & Tech: Model- T*. Obtenido de Encyclopedia Britannica sitio web: <https://www.britannica.com/technology/Model-T>
- Car Desing Zona movilidad. (7 de 8 de 2024). *Los Pilares del Automóvil: Diseño y Funcionalidad*. Obtenido de técnicas de diseño: <https://www.zonamovilidad.es/los-pilares-del-automovil-diseno-y-funcionalidad>
- City Transformer. (2024). *CT-1*. Obtenido de City Transformer sitio web: <https://citytransformer.com/>
- Definiciones-de. (08 de 07 de 2020). *Significado de «cabriolé»*. (L. Alegsa, Ed.) Obtenido de Definiciones-de.com: <https://www.definiciones-de.com/Definicion/de/cabriole.php>
- Dredge, R. (2023). *Renault Zoom*. Obtenido de below the radar: <https://www.below-the-radar.com/renault-zoom/>
- Encyclopædia Britannica. (08 de 08 de 2024). *Model T*. Obtenido de Encyclopædia Britannica: <https://www.britannica.com/technology/Model-T#/media/1/387041/110244>
- Ford Motor Company. (2023). *Gran Comodidad de Ford Explorer 2023*. Obtenido de ford mx: [https://www.ford.mx/content/ford/mx/es\\_mx/explorer-2023-content/image-overlays/gallery-trigger/espacio-cajuela/](https://www.ford.mx/content/ford/mx/es_mx/explorer-2023-content/image-overlays/gallery-trigger/espacio-cajuela/)

- Fuentes, V. (3 de 11 de 2019). *La importancia de los asientos de coche, a través de su historia*. Obtenido de motorpasion citroen: <https://www.motorpasion.com/citroen/importancia-asientos-coche-a-traves-su-historia-paseo-100-anos-citroen>
- German Research Center for Artificial Intelligence GmbH. (08 de 07 de 2024). *EO smart connecting car 2*. Obtenido de Robotics Innovation Center: <https://robotik.dfki-bremen.de/en/research/robot-systems/eo-smart-connecting-car-2>
- Gogreen. (2023). *Passenger Car Power Battery*. Obtenido de Go green shop, EV Power Battery : <https://www.oegreenpower.com/shop/71840kwh-passenger-vehicle-battery-system>
- GRUPO FAME. (19 de 07 de 2016). *Qué son las zonas de deformación programada en un coche y por qué pueden salvarnos la vida?* Obtenido de autofameblog: <https://autofameblog.blogspot.com/2016/07/que-son-las-zonas-de-deformacion.html>
- Guangzhou Sanmeng Auto Part Co., Ltd. (202). *Piezas de automóviles puertas Offroad tubo de acero puertas Compatible con 2007-2018 Jeep Wrangler JK ilimitado 4-puerta del Sáhara Rubicon deporte*. Obtenido de alibaba: [https://www.alibaba.com/product-detail/Auto-parts-Doors-Offroad-Steel-Tube\\_1600649929682.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal\\_offer.d\\_image.592e5e51Qnb8YN](https://www.alibaba.com/product-detail/Auto-parts-Doors-Offroad-Steel-Tube_1600649929682.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_image.592e5e51Qnb8YN)
- Hernandez, L. (03 de 12 de 2020). *el Grupo Hyundai tiene una nueva plataforma para vehículos eléctricos*. Obtenido de noticias.autocosmos: <https://noticias.autocosmos.cl/2020/12/03/el-grupo-hyundai-tiene-una-nueva-plataforma-para-vehiculos-electricos>
- JATO Dynamics. (2022). *JATO Dynamics: JATO Blogs: Tesla places two models in the world top 10 best-selling vehicles in 2022*. Obtenido de JATO Dynamics Web site: <https://www.jato.com/tesla-places-two-models-in-the-world-top-10-best-selling-vehicles-in-2022/>
- Jewell, A. (26 de 05 de 2015). *1936 Dodge Rumble Seat Coupe*. Obtenido de flickr autohistorian: <https://www.flickr.com/photos/autohistorian/17517399604/in/contacts/>
- Klyn, R. (23 de 05 de 2010). *The Rumble Seat*. Obtenido de flickr Roger: <https://www.flickr.com/photos/48151444@N00/4632017376/in/pool-1855883@N21/>
- Lecitrailer S.A. (2024). *MULTICONTENEDOR EXTENSIÓN NEUMÁTICA*. Obtenido de lectrailer portacontenedores: <https://www.lectrailer.es/es/productos->

lecitrailer/portacontenedores/multicontenedor-extension-neumatica?scroll=content

Lourdes, A. (19 de 09 de 2003). *Perfiles psicograficos los 7 tipos de chilenos*. Obtenido de Docplayer: <https://docplayer.es/56599436-Perfiles-psicograficos-los-siete-tipos-de-chilenos.html>

Mercedes-Benz . (2024). *Benz Passenger Cars, until 1926* . Obtenido de Benz Victoria and Vis-à-Vis, 1893 - 1900: <https://mercedes-benz-publicarchive.com/marsClassic/en/instance/ko/Benz-Victoria-and-Vis--Vis-1893---1900.xhtml?oid=4393>

Muaddi, N. (15 de septiembre de 2016). *The hogring: Why Do We Call It a 'Rumble Seat'?* Obtenido de The hogring: Auto upholstery community : <https://www.thehogring.com/2016/09/15/where-did-the-term-rumble-seat-come-from/>

Pacheco, M. (2017). *Unidad III Estructuras Vehiculares - Sistema de Chasis*. Obtenido de Diseño Automotriz UFT.

pilot\_micha. (17 de 05 de 2015). *photos/pilot\_michael Benz Vis-à-vis Victoria*. Obtenido de flickr.com: [https://www.flickr.com/photos/pilot\\_michael/16659532800](https://www.flickr.com/photos/pilot_michael/16659532800)

Plaza, D. (13 de 01 de 2021). *Chasis independiente o de escalera: qué es y cuáles son sus ventajas*. Obtenido de motor.es diccionario: <https://www.motor.es/que-es/chasis-independiente-escalera>

RACC . (28 de MARZO de 2023). *Estudio. Green NCAP (resumen 2022 y avance 2023)*. Obtenido de REIAL AUTOMÒBIL CLUB DE CATALUNYA: <https://movilidad.racc.es/green-ncap-resumen-2022-y-avance-2023/>

RAE. (2023). *Chasis*. Obtenido de Diccionario de la real academia española: <https://dle.rae.es/chasis>

RAE. (2023). *Diccionario de la lengua española*. Obtenido de Real Academia Española: <https://dle.rae.es/cabrio1%C3%A9#N7ya4Ro>

Reid, C. (15 de agosto de 2019). Forbes: sostenibilidad: Restrict Twice-As-Deadly SUVs In U.K. Cities, Urge Transport Data Scientists. *Forbes*. Obtenido de FORBES: <https://www.forbes.com/sites/carltonreid/2019/08/15/restrict-twice-as-deadly-suvs-in-u-k-cities-urge-transport-data-scientists/?sh=3bb9530a61e1>

Renault. (2024). *RENAULT MORPHOZ CONCEPT*. Obtenido de concept-cars: <https://www.renault.es/concept-cars/morphoz-concept.html>

Rinspeed. (2002). *Rinspeed Presto*. Obtenido de Media library: [https://www.rinspeed.com/en/Presto\\_35\\_concept-car.html#11](https://www.rinspeed.com/en/Presto_35_concept-car.html#11)

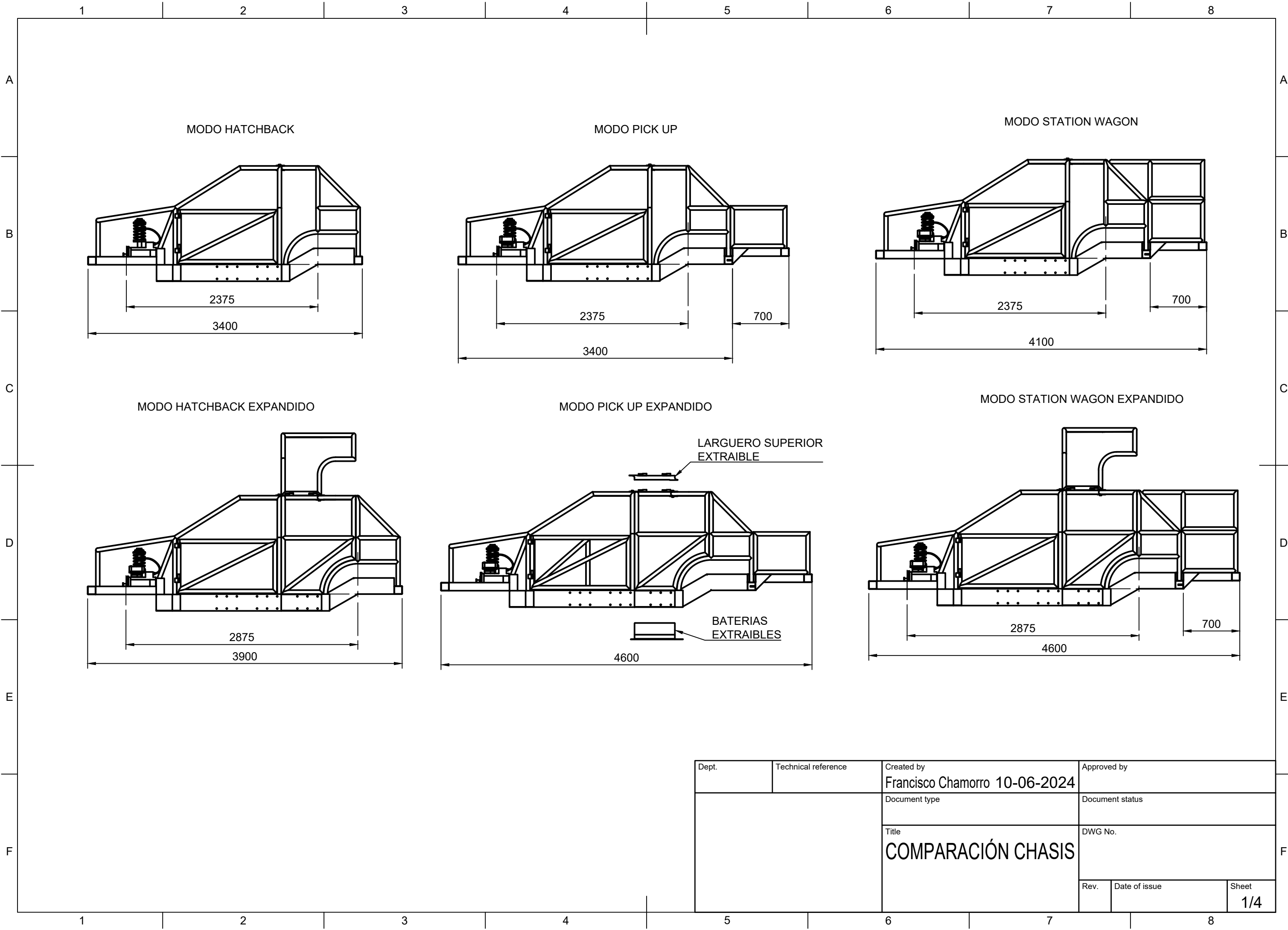
SERNATUR. (30 de junio de 2023). *Big data para el turismo interno*. Obtenido de Servicio Nacional de Turismo: <https://www.sernatur.cl/dataturismo/big-data-turismo-interno/>

Tate, R. (31 de 06 de 2019). *The Ford Model T Was an Iconic Automobile*. Obtenido de MotorCities : <https://www.motorcities.org/story-of-the-week/2019/the-ford-model-t-was-an-iconic-automobile>

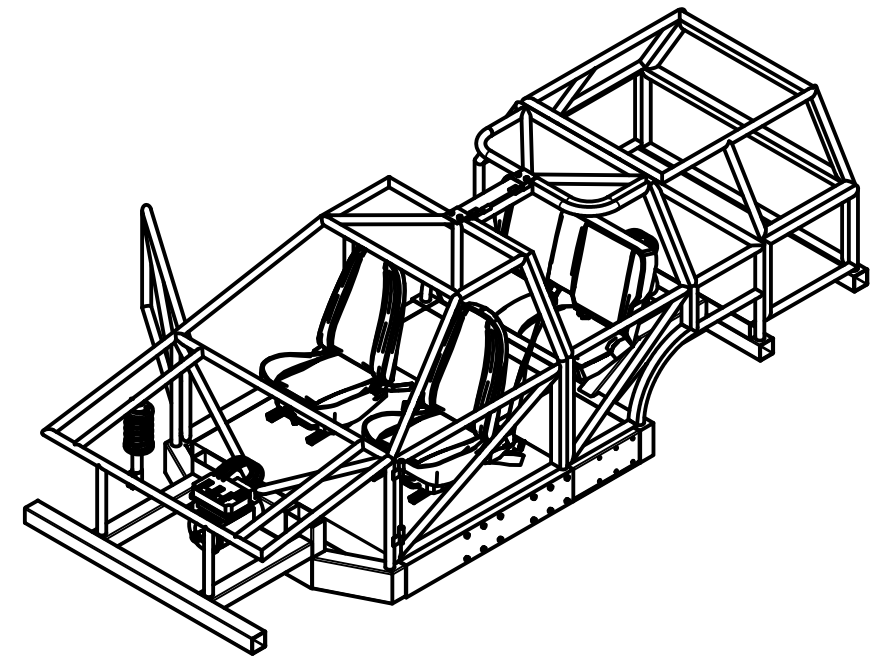
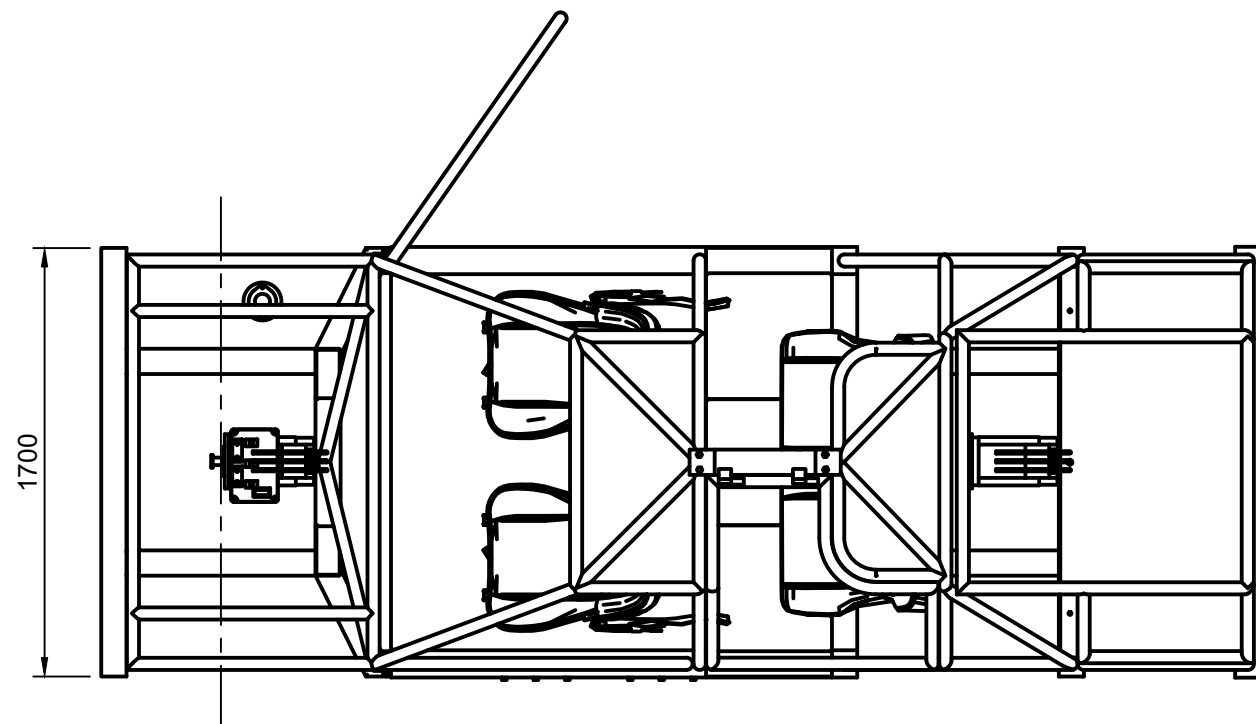
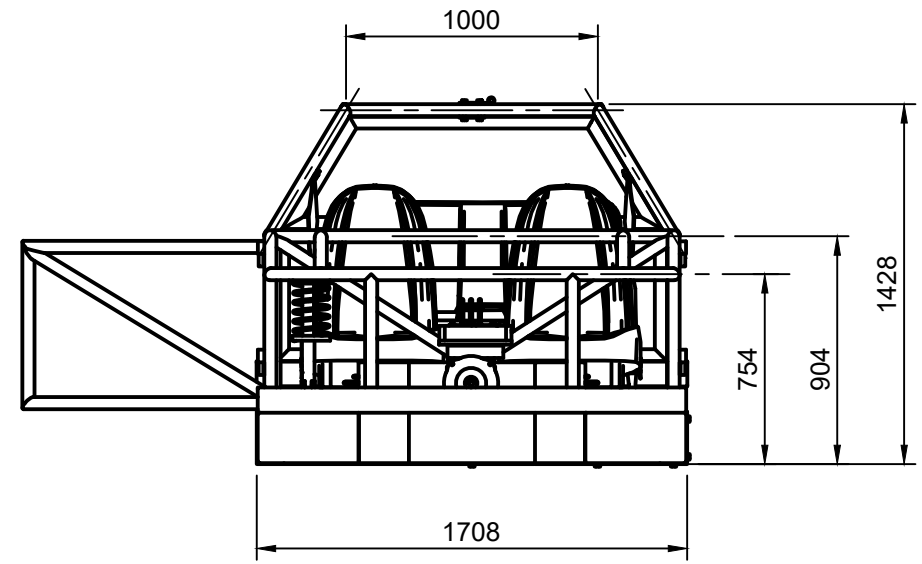
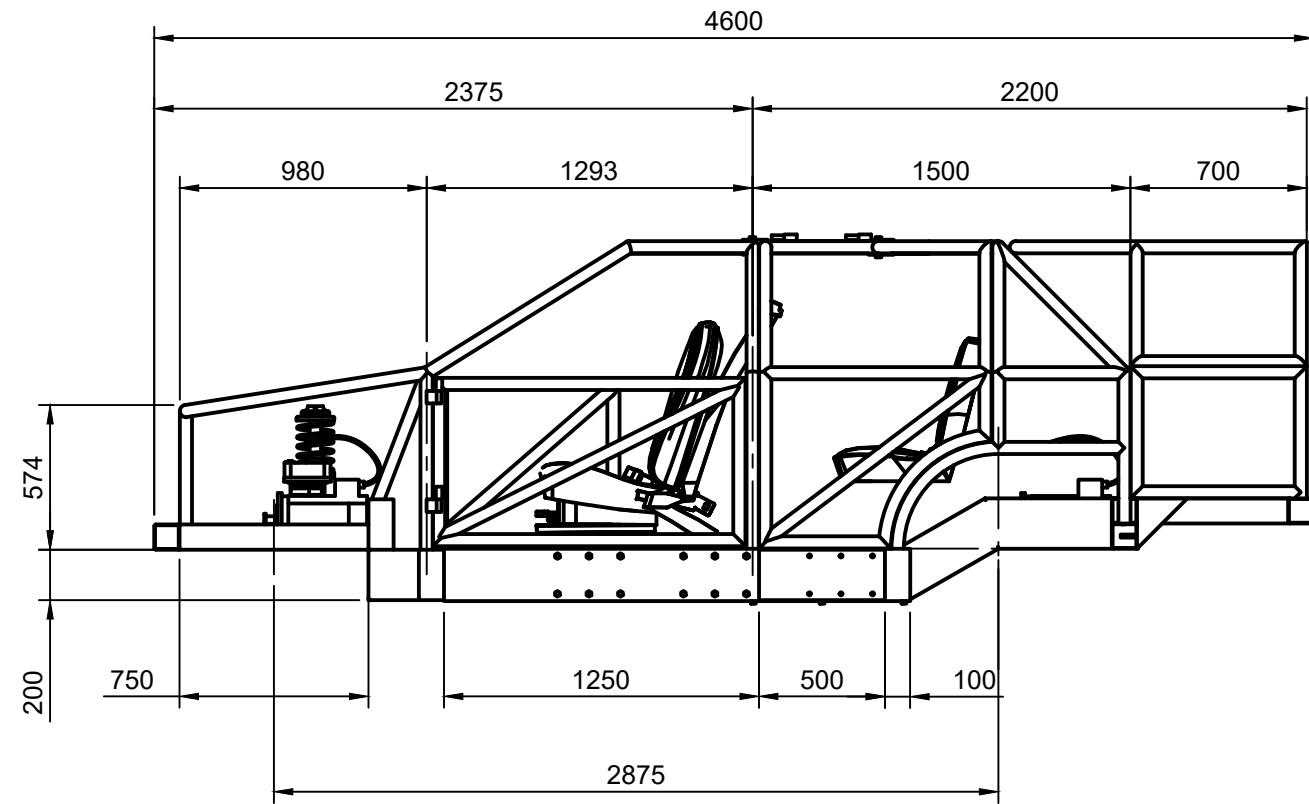
The Mercedes-Benz Corporate Archive. (07 de 08 de 2024). *Benz »Victoria«, »Vis-à-Vis« (4 hp)*. Obtenido de The Mercedes-Benz Corporate Archive : <https://mercedes-benz-publicarchive.com/marsClassic/en/instance/ko/Benz-Victoria-Vis--Vis-4-hp.xhtml?oid=4394>

Tirado, P. (2 de FEBRERO de 2011). *Los 7 perfiles del nuevo consumidor chileno*. Obtenido de ECONOMIA Y NEGOCIOS : <http://www.economiaynegocios.cl/noticias/noticias.asp?id=81448>

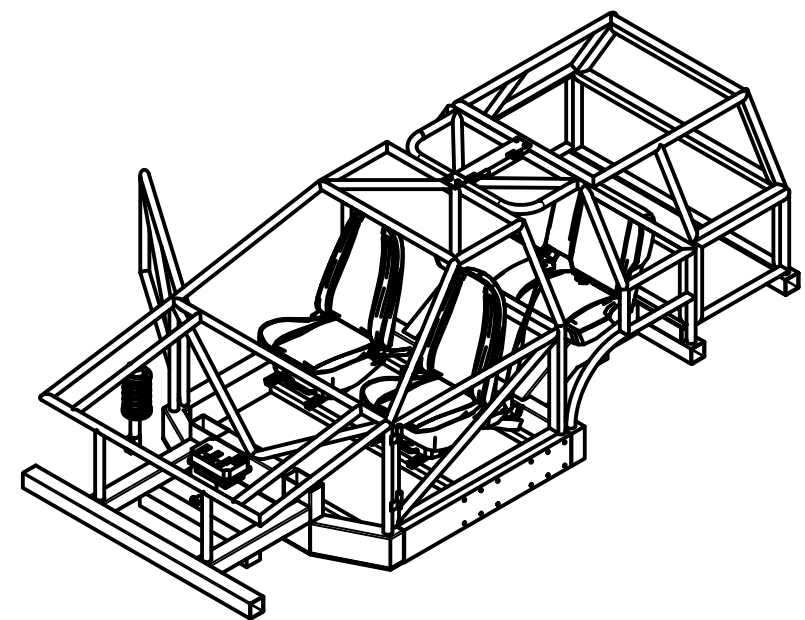
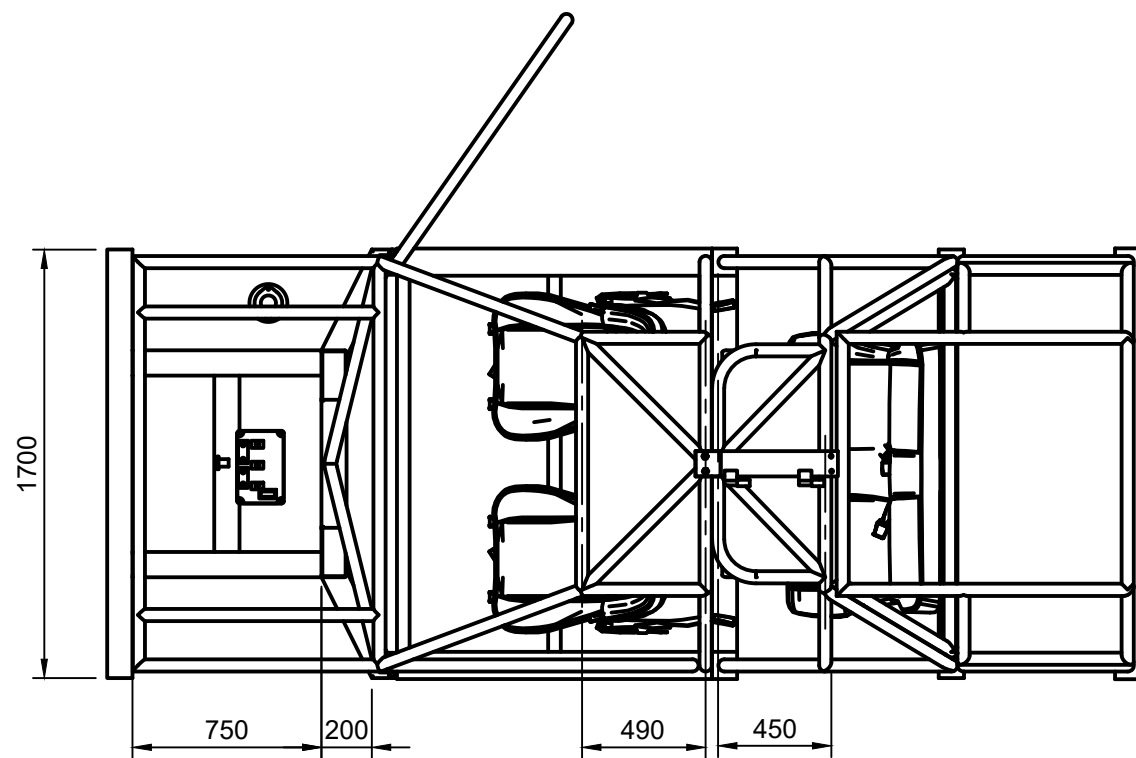
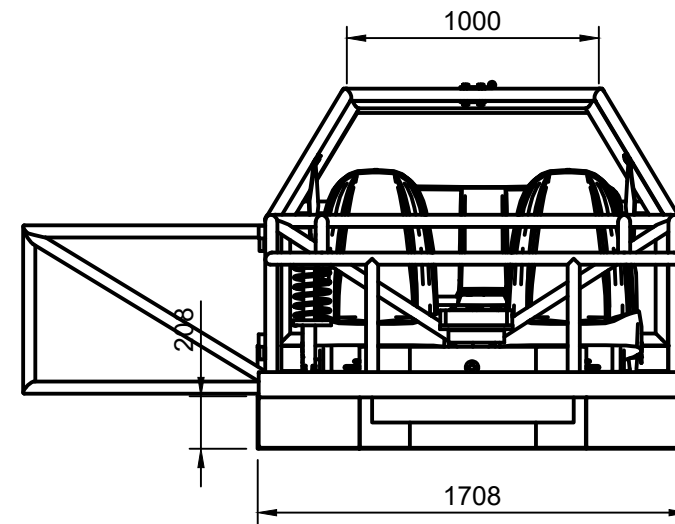
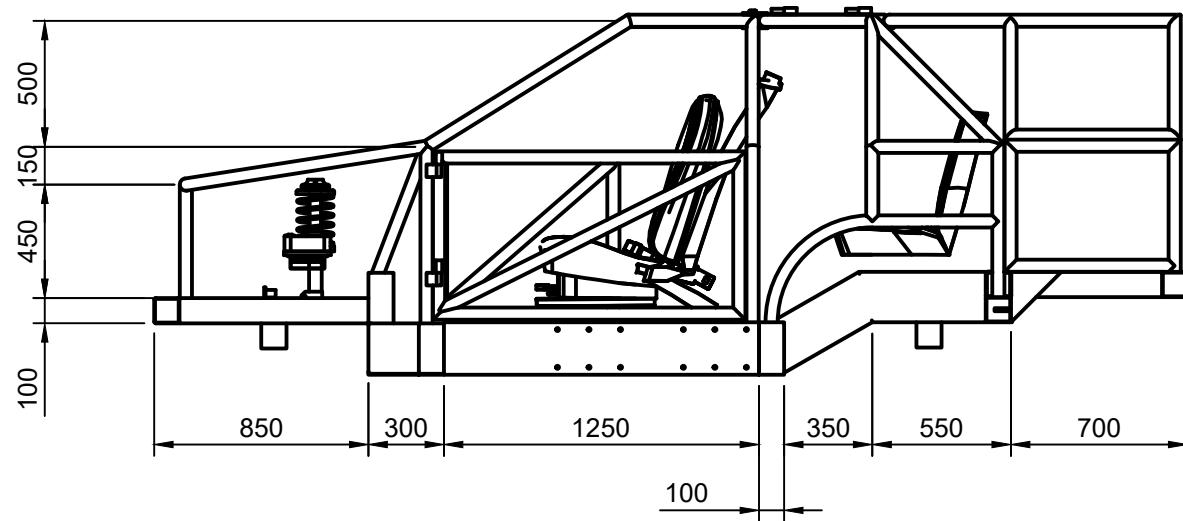
Torres, N. (02 de 09 de 2016). *¿Cuánto años tiene el Citroën 2CV?* Obtenido de autocasión, noticias de motor: <https://www.autocasion.com/actualidad/noticias/cuanto-anos-citroen-2cv>



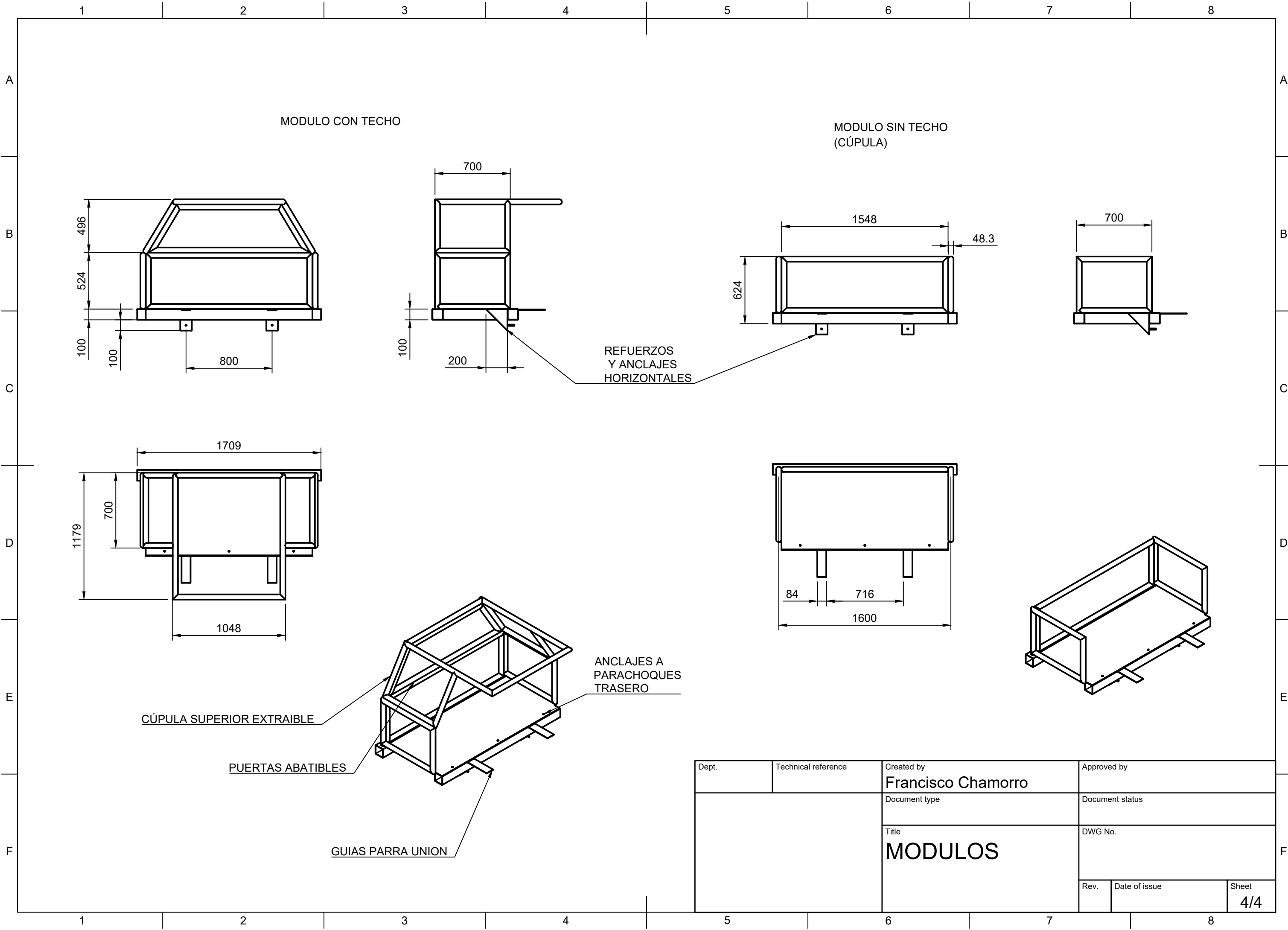
Dept.	Technical reference	Created by Francisco Chamorro 10-06-2024	Approved by
		Document type	Document status
		Title <b>COMPARACIÓN CHASIS</b>	DWG No.
Rev.	Date of issue	Sheet <b>1/4</b>	



Dept.	Technical reference	Created by <b>Francisco Chamorro</b>	Approved by	
		Document type	Document status	
		Title <b>CHASIS EXPANDIDO DIMENSIONES</b>	DWG No.	
		Rev.	Date of issue	Sheet <b>2/4</b>



Dept.	Technical reference	Created by <b>Francisco Chamorro</b>	Approved by
		Document type	Document status
		Title <b>CHASIS REDUCIDO DIMENSIONES</b>	DWG No.
		Rev.	Date of issue
		Sheet <b>3/4</b>	



MODULO CON TECHO

MODULO SIN TECHO  
(CÚPULA)

REFUERZOS  
Y ANCLAJES  
HORIZONTALES

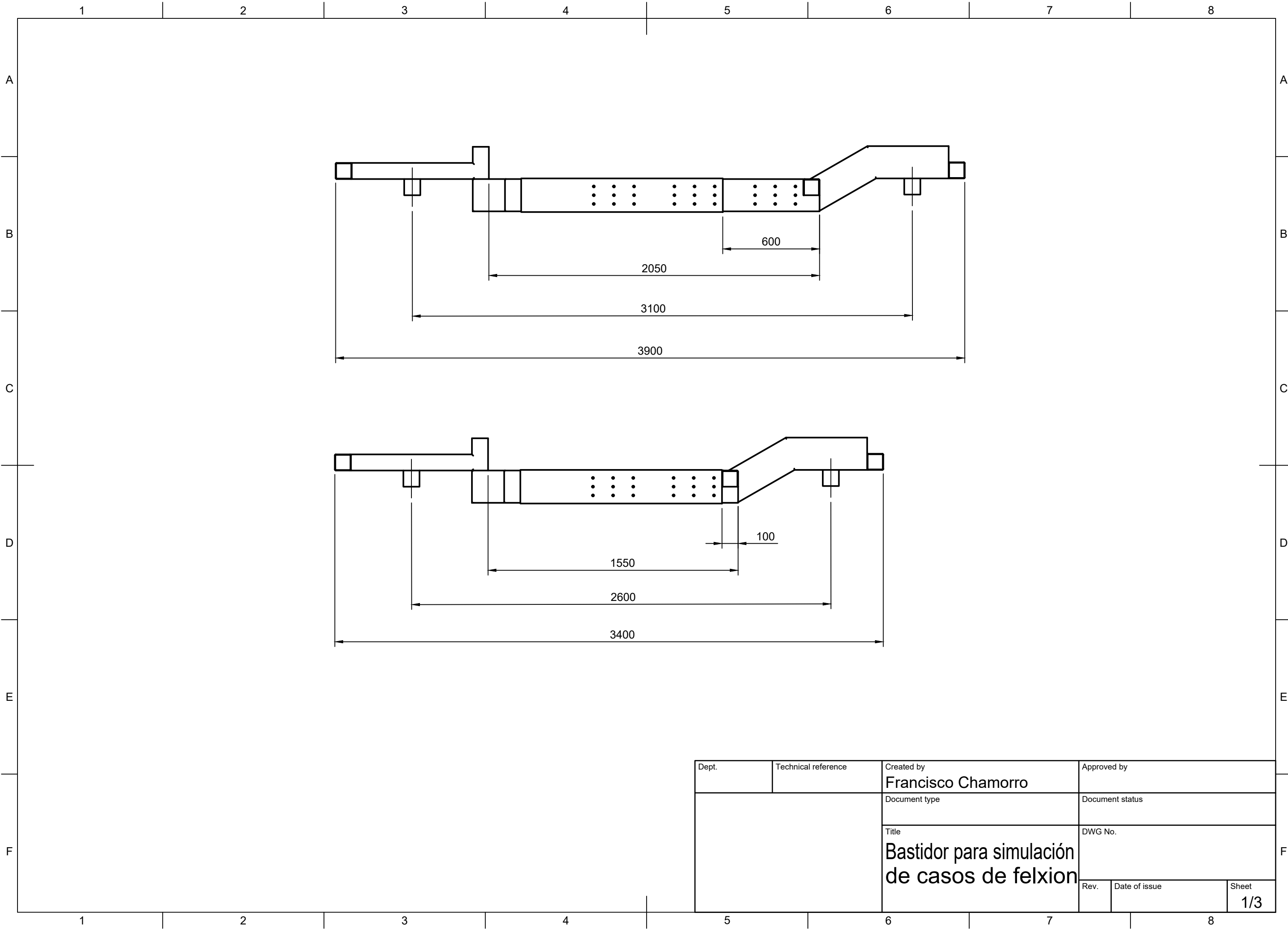
ANCLAJES A  
PARACHOQUES  
TRASERO

CÚPULA SUPERIOR EXTRAIBLE

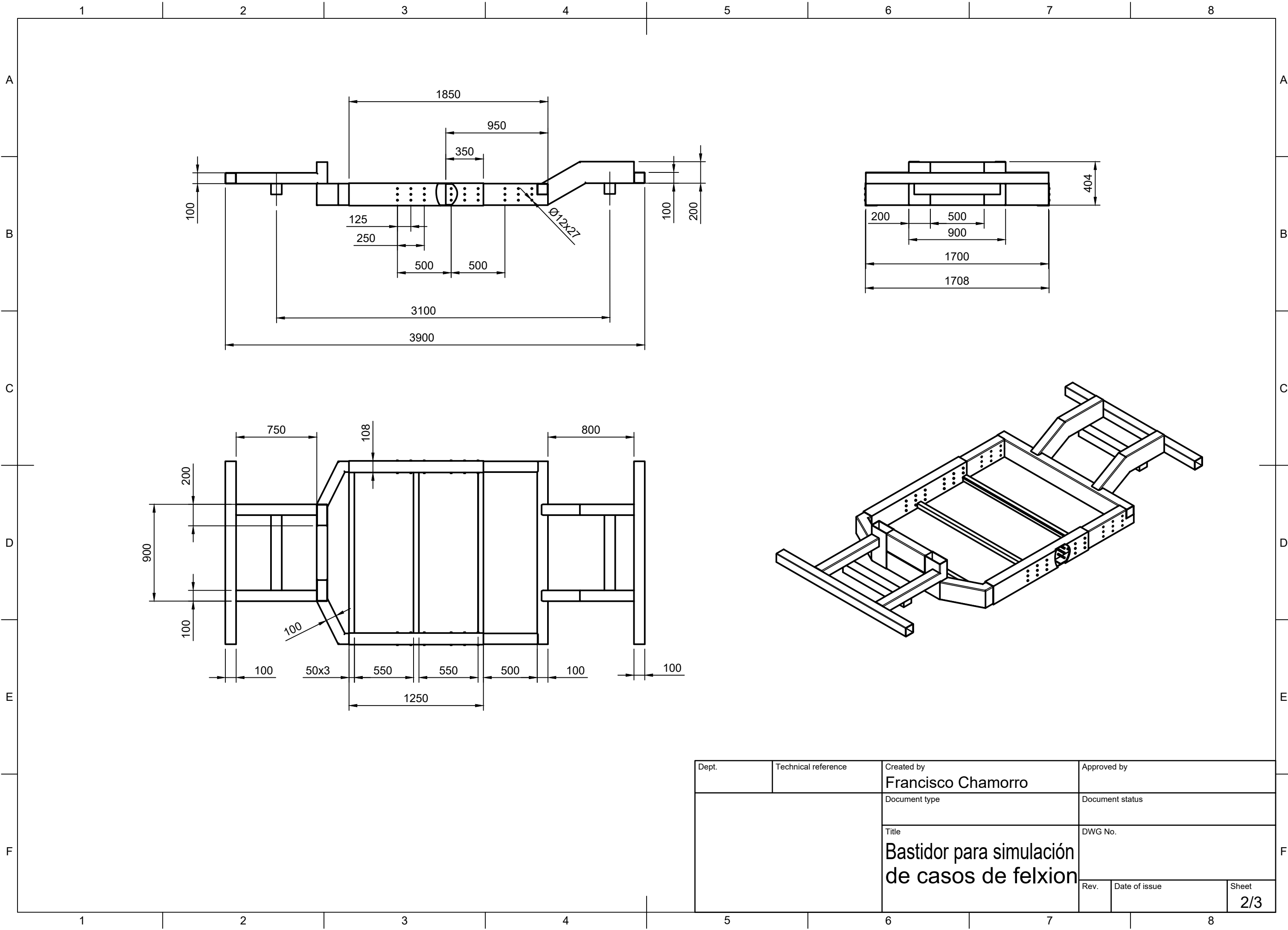
PUERTAS ABATIBLES

GUIAS PARRA UNION

Dept.	Technical reference	Created by <b>Francisco Chamorro</b>	Approved by
		Document type	Document status
		Title <b>MODULOS</b>	DWG No.
Rev.	Date of issue	Sheet <b>4/4</b>	



Dept.	Technical reference	Created by <b>Francisco Chamorro</b>	Approved by
		Document type	Document status
		Title <b>Bastidor para simulación de casos de felxion</b>	DWG No.
Rev.	Date of issue	Sheet <b>1/3</b>	



Dept.	Technical reference	Created by <b>Francisco Chamorro</b>	Approved by
		Document type	Document status
		Title <b>Bastidor para simulación de casos de felxion</b>	DWG No.
Rev.	Date of issue	Sheet <b>2/3</b>	

