



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

BRISA - Diseño de un sistema de asientos para pasajeros  
en el coche bogie de un tranvía

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos

AUTOR/A: Bas García, Álvaro

Tutor/a: Puyuelo Cazorla, Marina

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escola Tècnica Superior d'Enginyeria del Disseny

# BRISA

Diseño de unos asientos  
para pasajeros en el coche  
bogie de un tranvía.

Trabajo Fin de Grado  
2021-2022  
Grado en Ingeniería en Diseño  
Industrial y Desarrollo de Productos

Autor: Álvaro Bas García  
Tutora: Marina Puyuelo Cazorla





UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALENCIA  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial  
y Desarrollo de Productos

# BRISA - Diseño de unos asientos para pasajeros en el coche bogie de un tranvía.

Autor:

Álvaro Bas García

Tutora:

Marina Puyuelo Cazorla

Septiembre, 2022



## Resumen y palabras clave

Español:

Este proyecto propone el diseño de un conjunto de asientos para el coche bogie de un tranvía. Estos coches bogie se caracterizan por tener en su interior ciertos elementos mecánicos que requieren de un espacio adicional que sobresale del suelo invadiendo con su volumen el espacio disponible en el tranvía. Estos elementos deben estar ocultos entre los propios asientos, por lo que deben ser diseñadas adaptándose a estas formas y volúmenes.

Palabras clave: Diseño | Transporte colectivo | Asiento | Tranvía | Uso público

English:

This project proposes the design of a set of seats for the bogie car of a tram. These bogie cars are characterized by having inside certain mechanical elements that require an additional space that protrudes from the ground invading with its volume the space available in the tram. These elements must be hidden between the seats themselves, so they must be designed to fit these shapes and volumes.

Keywords: Design | Public transport | Seat | Tram | Public use

# ÍNDICE

<b>OBJETO Y JUSTIFICACIÓN</b>	<b>9</b>
<b>ANTECEDENTES</b>	<b>10</b>
Transportes de uso colectivo	10
El transporte público en España	11
Historia del tranvía	15
Historia del tranvía en España	17
Stadler	19
Productos de Stadler	20
<b>ESTUDIO DE MERCADO</b>	<b>24</b>
<b>BRIEFING</b>	<b>32</b>
<b>DISEÑO CONCEPTUAL</b>	<b>38</b>
Bocetado	38
Idea seleccionada	42
Referencias	43
Desarrollo de la idea	46
Propuesta final	53
Maqueta	54
Naming	57

<b>DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA</b>	<b>58</b>
<b>DISEÑO DE DETALLE</b>	<b>62</b>
Ergonomía	62
Materiales	66
Normativa	68
Condiciones técnicas	69
Piezas comerciales	70
Piezas diseñadas: materia prima	73
Fabricación	75
Montaje	77
<b>Paneles expositivos</b>	<b>79</b>
<b>PRESUPUESTO</b>	<b>86</b>
Elementos comerciales	86
Material	87
Mano de obra	88
Presupuesto total	90
<b>CONCLUSIÓN</b>	<b>93</b>
<b>REFERENCIAS</b>	<b>94</b>
<b>ÍNDICE DE IMÁGENES</b>	<b>96</b>



# OBJETO Y JUSTIFICACIÓN

---

Este documento presenta el proceso de diseño, desde antecedentes y conceptualización hasta el diseño en detalle, de un sistema de asientos para pasajeros en el coche bogie de un tranvía.

Concretamente, se trata de diseñar unos asientos para los coches del tranvía en los que ciertos elementos mecánicos requieren de un espacio adicional, el cual se encuentra a un nivel superior del suelo del tranvía. Estos elementos están ocultos dentro de las propias sillas, por lo que estas deberán ser diseñadas de forma que no interfieran con este espacio.

Este proyecto de diseño responde a la convocatoria de concurso organizada por la empresa Stadler a través de la Cátedra Stadler. Cátedra Stadler es una colaboración entre Stadler y la UPV que tiene el objetivo de promover la investigación y el estudio en áreas del sector ferroviario mediante distintos premios y actividades.

En este concurso, cada año se propone una tipología de producto distinto a desarrollar, siendo esta la 9ª convocatoria. Este año, el tema a desarrollar, como se ha dicho previamente, es el “diseño de unos asientos para pasajeros en el coche bogie de un tranvía”.

En este concurso, se establecen previamente unas bases y condiciones que el participante debe seguir y tener en cuenta, por lo que este proyecto está condicionado en ciertos aspectos desde el comienzo por dicho concurso. Por ejemplo, y cómo se mostrará posteriormente, Cátedra Stadler ofrece modelos en tres dimensiones y medidas del espacio interno del tranvía y otras medidas que tendrán que tenerse en cuenta a la hora de diseñar el producto.

# ANTECEDENTES

---

Antes de comenzar con los aspectos relacionados con el diseño de elementos de asiento, se empezará con un estudio previo de antecedentes, en el que se analizarán distintas cuestiones del tranvía y de los transportes de uso colectivo en general, como puede ser su origen y su evolución a través de la historia.

Se considera oportuno hacer este estudio previo como acercamiento general al sector ferroviario y a la propuesta de diseño presentada.

## Transportes de uso colectivo

Antes de nada, es importante diferenciar el término de transporte colectivo de pasajeros y el de transporte público, pues puede ser fácilmente confundido. Un modo de transporte es colectivo cuando éste es capaz de desplazar a un gran número de personas. A diferencia del público, este tipo de transporte no tiene por qué pertenecer al Estado o a una entidad pública. Estos podrían ser, por ejemplo, autobuses o aviones privados o de empresas privadas.

Según FACUA (Federación de Asociaciones de Consumidores y Usuarios de Andalucía), “el transporte público es un sistema integral de medios de transporte de uso ge-

neralizado, capaz de dar solución a las necesidades de desplazamientos de las personas”. Los vehículos de uso público pertenecen al Gobierno o a una entidad pública, y éstos ofrecen viajes por un precio establecido.

Así pues, un vehículo puede pertenecer al grupo de uso colectivo y al de uso público, sólo a uno de ellos o a ninguno. Por ejemplo, un autobús escolar que pertenezca a una empresa privada será considerado sólomente como de uso colectivo, y un taxi, el cual pertenece a una entidad pública, será considerado de uso público, pero no de uso colectivo, ya que desplaza a un bajo número de personas.

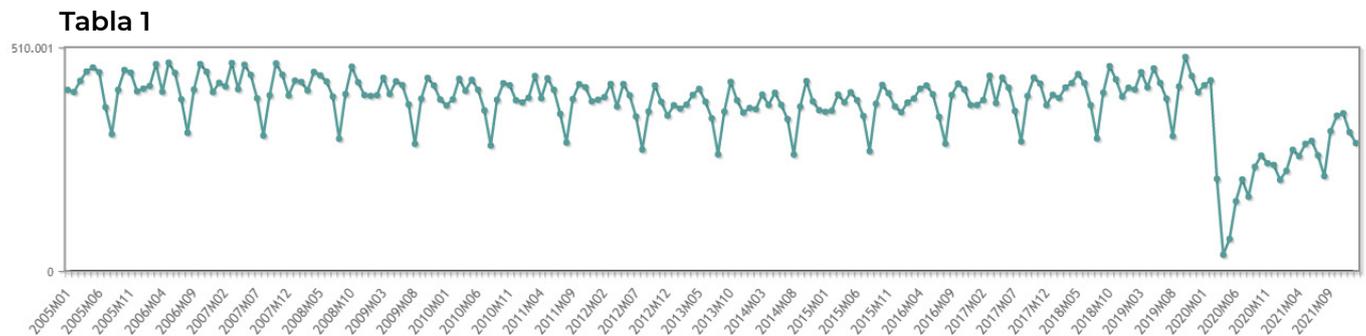


Figura 1 | Flota Buses EMT | Fuente: Valencia Plaza

# El transporte público en España

Según un estudio del 2008 del Observatorio de la Movilidad Metropolitana, en España, el 30 % de los ciudadanos usaban el transporte público. Esto significa que los españoles lo usaban más que la media europea, siendo esta del 21%.

Habiendo un leve descenso durante la primera mitad de la década de los 10 y una recuperación durante la segunda mitad, esta cifra no ha variado mucho en el transcurso de las últimas décadas hasta la llegada de la pandemia del SARS-CoV-1. Podemos comprobarlo en esta gráfica del Instituto Nacional de Estadística (INE).



Uso Transporte Público | Fuente: INE

Es clara la caída abrupta del uso del transporte público debido al confinamiento por la pandemia. Aunque a lo largo de 2021 y el principio de 2022 está empezando a haber una recuperación, aún queda un tiempo hasta que se recuperen las cifras habituales previas a la pandemia. Según el INE, en Mayo de 2021 aumentó en un 297% el uso de transporte público respecto al mismo mes del año anterior. Y en Enero de 2022, se ha aumentado en un 40,4% respecto al mismo mes del año anterior.

Para poder hacernos una idea de la calidad del transporte público de España a nivel mundial, el Foro Oliver Wyman y la Universidad de California en Berkeley han presentado en Noviembre de 2021 la “edición de 2021 sobre el índice de preparación para la movilidad urbana”. En este estudio se hace un

análisis de 60 ciudades alrededor del mundo sobre la calidad de su movilidad pública en la actualidad. Estas ciudades están clasificadas con una nota del 0 al 100 teniendo en cuenta seis factores: infraestructura, impacto social, atracción del mercado, eficiencia del sistema, innovación y movilidad sostenible.

Estos seis factores responden a las siguientes preguntas

### **Infraestructura:**

¿La ciudad ha desarrollado una infraestructura sólida y expandido la conectividad para apoyar la futura movilidad?

### **Impacto social:**

¿La ciudad maximiza beneficios sociales como la movilidad de los trabajadores o la llegada a los aeropuertos mientras minimizan cualidades dañinas como la baja calidad del aire?

### **Atracción del mercado:**

¿Qué tan bien involucra la ciudad al sector privado y asegura inversiones para desarrollar la movilidad?

### **Eficiencia del sistema:**

¿Qué tan bien coordina y mejora el gobierno la red de movilidad de la ciudad a través de elementos como los sistemas de gestión del tráfico?

### **Innovación:**

¿Qué tan bien la ciudad aprovecha el talento y los recursos locales para impulsar avances tecnológicos?

### **Movilidad sostenible:**

¿Qué tan bien la ciudad está impulsando cambios estructurales para buscar sistemas de movilidad más limpios?

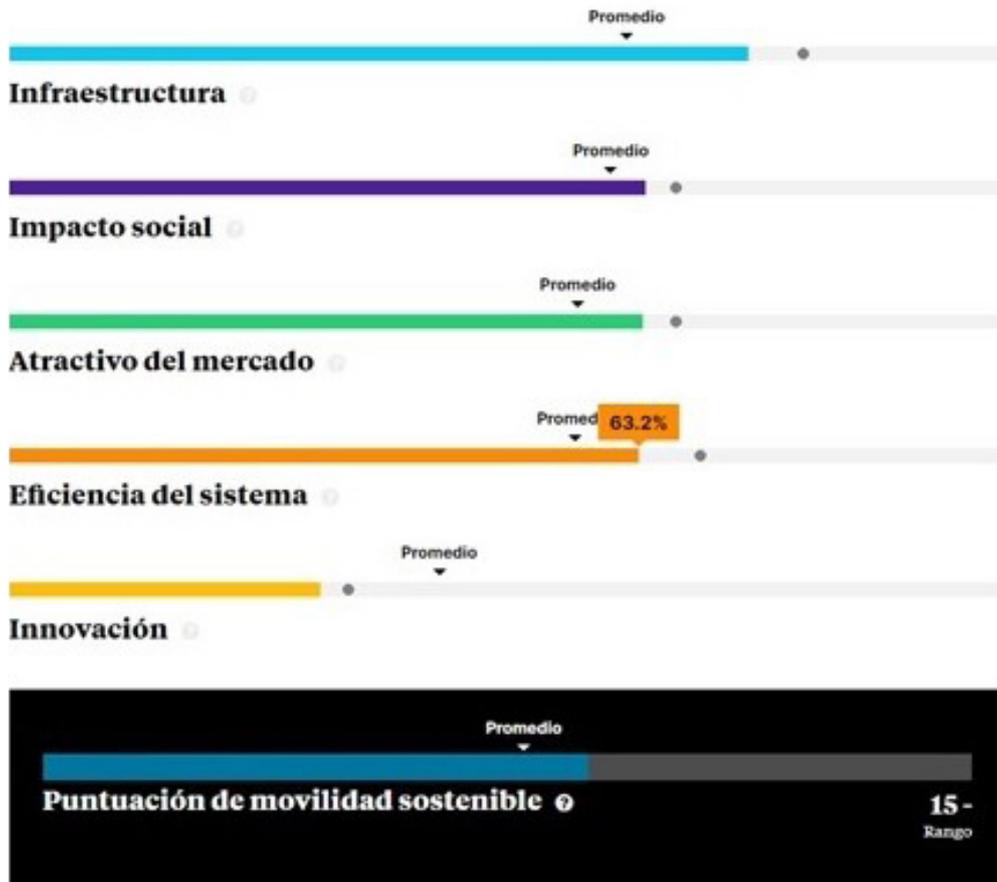


Figura 2 | Metro Madrid | Fuente: Janire Manzananas

Madrid y Barcelona se establecen en una posición muy parecida, quedando Madrid en la posición número 24 y Barcelona en la número 25. En cuanto a los distintos factores que se han analizado, ambas ciudades tienen valoraciones muy parecidas, destacando sobre todo en la calidad de su infraestructura y con una valoración bastante baja en cuanto a innovación. Siendo 60 las ciudades analizadas, esto las deja en una modesta posición por encima de la media.

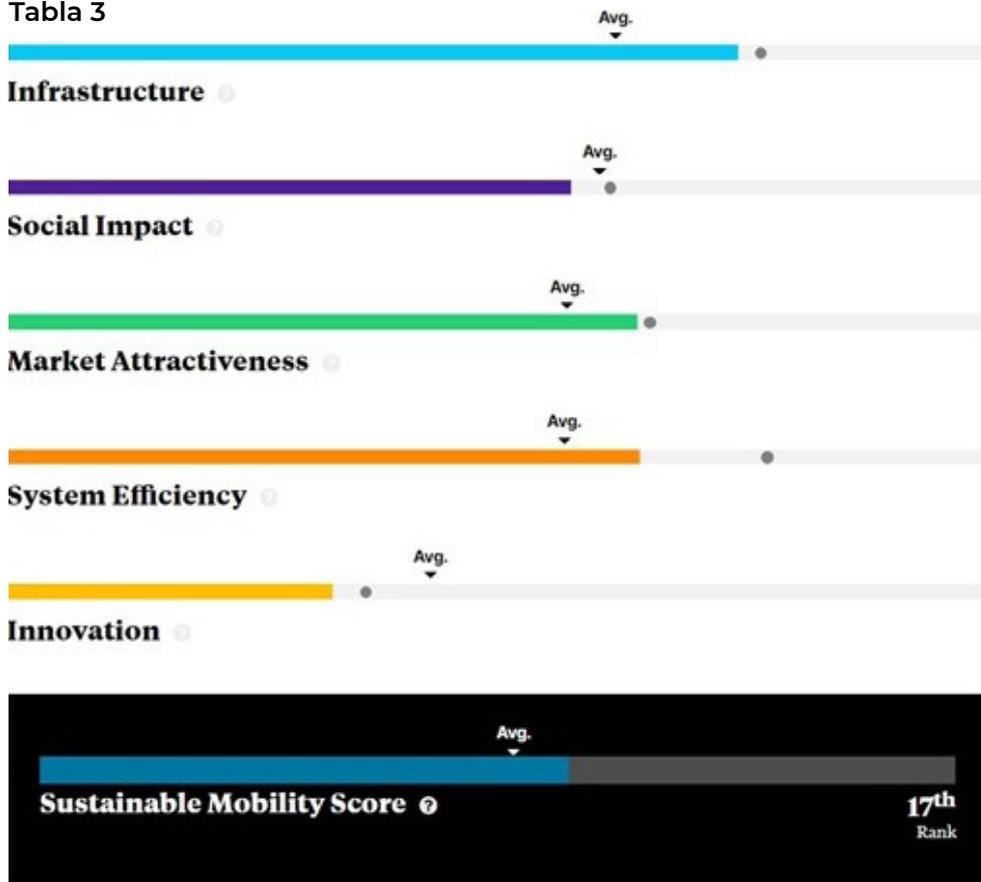
Cabe decir que en este estudio se analizan sólo Madrid y Barcelona. Aunque sirve para hacerse una idea de la situación de España, al sólo verse representadas estas dos ciudades, no podemos extrapolar la calificación que obtengan a la calidad del transporte público del resto del país. Debido a su gran importancia, estas dos ciudades podrían disponer de un mejor transporte público que otras ciudades más pequeñas.

Tabla 2



Madrid Calificación | Fuente: Oliver Wyman Forum

Tabla 3



Barcelona Calificación | Fuente: Oliver Wyman Forum

Por otro lado, a nivel nacional, según un estudio de Hosteltur (medio de comunicación especializado en el sector turístico) podemos comprobar que en España las ciudades con mejor calidad en este aspecto no son ni Madrid ni Barcelona. Este estudio se ha hecho teniendo en cuenta los siguientes factores: duración media, porcentaje de trayecto a pie y precio del trayecto.

Las ciudades mejor valoradas son Cádiz y Santa Cruz de Tenerife, seguidas de Madrid y Barcelona. Viendo que hay ciudades con mejor valoración que Madrid y Barcelona, las cuales mejoran la media, y que hay otras ciudades con valoraciones no muy alejadas de estas, no podemos extrapolar la posición de Madrid y Barcelona a nivel global con la del resto de España pero podemos deducir que puede ser relativamente cercana.

**Tabla 4**

Ciudad	Eficiencia relativa	Duración media (Min / km)	Trayecto a pie (%)	Precio Trayecto (€)
Cádiz	10,00	7m 33s	11,13	1,10
Santa Cruz de Tenerife	9,43	7m 41s	25,02	1,35
Madrid	9,14	8m 24s	18,11	1,50
Barcelona	9,05	8m 12s	25,12	2,15
Pamplona	9,03	8m 27s	20,31	1,35
Granada	8,91	8m 41s	18,52	1,40
Málaga	8,59	9m 06s	18,82	1,30
Salamanca	8,26	9m 29s	20,32	1,00
Alicante	8,24	9m 38s	17,60	1,45
Córdoba	8,19	9m 32s	21,52	1,30

Ciudades con mejor transporte | Fuente: Hosteltur

# Historia del tranvía

La historia del tranvía es una de altibajos. Desde finales del siglo XVIII, con su surgimiento, fue el medio de transporte urbano más popular durante dos siglos. Su época de máxima popularidad se ubica al comienzo del siglo XX y en el tiempo de entreguerras (I y II Guerra Mundial) Hace tres décadas, sufrió un gran declive y desuso en las ciudades al considerarse anticuado y “poco ecológico”.

Resulta sarcástico como estos precisos argumentos son los principales motivos por los que, durante estos últimos años, el tranvía haya tenido un gran resurgimiento en la mayoría de las grandes ciudades, pues estos son hoy considerados como un medio de transporte moderno y totalmente ecológico. También le son atribuidos beneficios como el de ser de fácil acceso, cómodo, rápido y de producir poco ruido.

Pero antes de profundizar en la historia del tranvía, es importante hacerse primero una pregunta: **¿Qué es un tranvía?**

La etimología de “tranvía” proviene de la palabra inglesa “tramway”. Esta palabra está formada por los vocablos: “tram”, que se puede traducir como “riel plano”; y “way”, que se puede traducir como “camino” o “vía”.

Según la Real Academia Española, un tranvía es un “vehículo que circula sobre raíles en el interior de una ciudad o sus cercanías y que se usa principalmente para transportar viajeros”.

Su característica más importante es la de **circular sobre raíles de hierro**. Esta idea surge a raíz de los coches de caballos que circulaban por las ciudades, los cuales a menudo tenían problemas para moverse fluidamente por algunas calles. Con el objetivo de solucionar esto, se instalaron unos raíles de metal que sobresalían de la calzada y por los que iban los carros, naciendo así el tranvía.

Su origen se remonta al siglo XVIII, en el año 1775 en Inglaterra. El tranvía, originalmente llamado **“tramway”**, fue una invención de John Outram. A diferencia del concepto actual de tranvía, que es el de un medio de transporte urbano y eléctrico, este era todo lo contrario. Consistía en un **vehículo de tracción a sangre tirado por dos caballos** que era usado para el transporte extramuros de la ciudad, no urbano.



Figura 3 | Primer tranvía de tracción animal | Fuente: 20minutos

No fue hasta medio siglo más tarde que el tranvía fue implementado para el uso urbano. Fue en 1832 cuando el carroceros estadounidense John Stephenson inventó y patentó el primer tranvía urbano y lo implementó en las calles de Nueva York, entre Manhattan y Harlem.

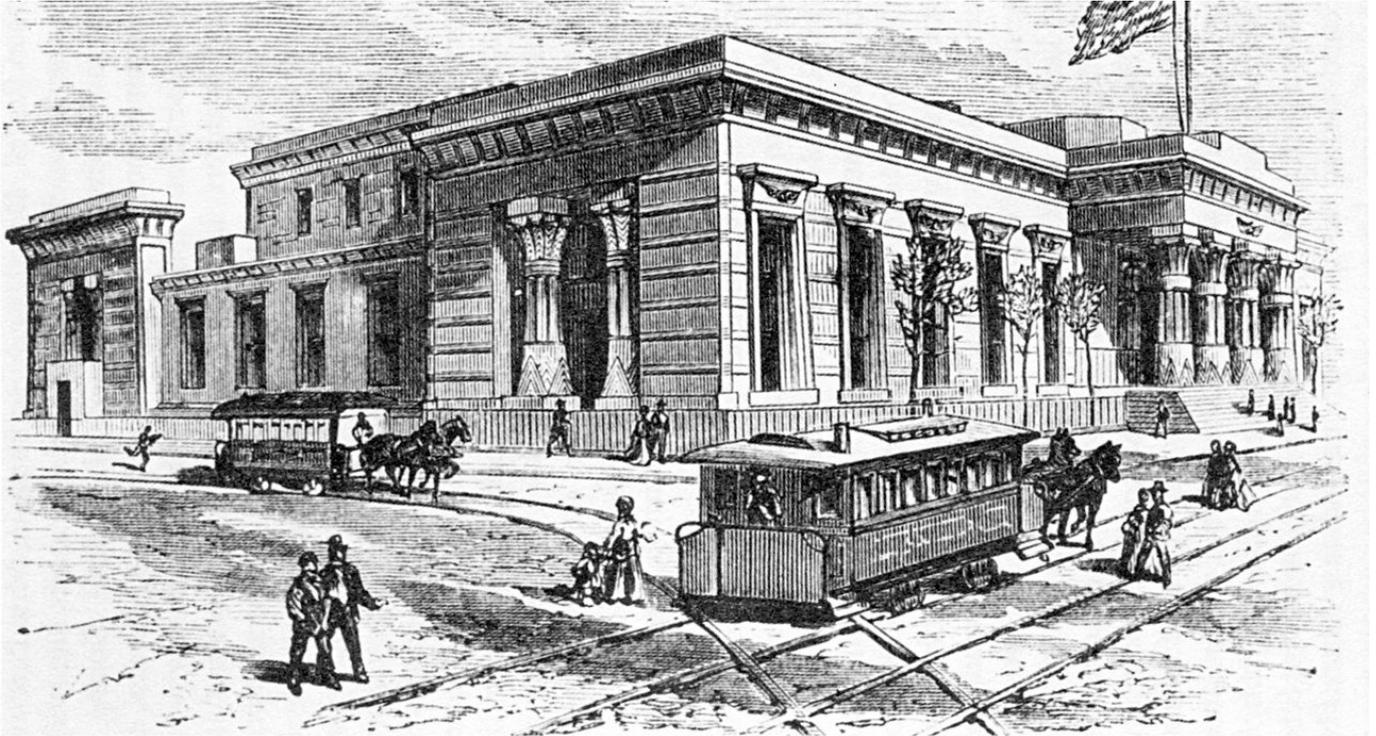


Figura 4 | Primer tranvía urbano | Fuente: Wikipedia

Este seguía siendo tirado por caballos y podía llegar a transportar cuarenta y seis pasajeros al mismo tiempo, casi el doble que el ómnibus de aquel tiempo. Con el crecimiento de la popularidad del tranvía, también creció la de John Stephenson, el cual fue considerado como el mayor constructor de tranvías del mundo durante muchos años. Con el transcurso de los años fue implementando varias mejoras. Una de las más importantes fue la de reducir el peso del vehículo de 3 toneladas a la mitad, pasando de requerir de cuatro caballos a dos para tirar de él.

Un problema que surgió desde el principio es que los raíles sobresalían demasiado del suelo y la gente y algunos vehículos tropezaban con ellos, e incluso les hacía volcar algunas veces. En 1852, el mecánico francés Émile Loubat, tuvo la idea de empotrar los

raíles en el suelo, lo que solucionó el problema y le evitó al tranvía el peligro de su desaparición.

En 1853 llegaron a las calles de París los primeros tranvías por iniciativa de Loubat, y en 1861 a las de Londres.

El tranvía eléctrico fue inventado por el ingeniero alemán Werner von Siemens, un pionero de la electrotecnia e industrial y fundador de la empresa Siemens. Este fue implementado en 1881 en Alemania. Al comienzo tomaba la electricidad de los propios raíles, pero esto suponía un riesgo de descarga hacia los peatones, por lo que se sustituyó por un sistema de cableado aéreo. Con esta mejora, en 1888 se instaló la primera línea de tranvía eléctrico en Richmond, Virginia, siendo esta de más de 27 kilómetros de longitud.

Pero había un gran inconveniente: el trazado fijo del tranvía causaba una gran cantidad de accidentes por su falta de maniobrabilidad, y fue con la llegada del autobús en 1895, el cual solucionaba este problema, que este empezó a caer en desuso. A partir de 1940 el número de líneas de tranvía empezaron a reducirse y reemplazarse por el metropolitano, ya que su capacidad de maniobrabilidad evitaba problemas de tráfico y accidentes

No fue hasta el final del siglo XX, durante la década de los 80, que gracias al crecimiento de la concienciación sobre el cambio climático y el respeto al medio ambiente se comenzaron a buscar alternativas más ecológicas a los vehículos de motor de combustión. Así pues, se ha ido recuperando el tranvía durante los últimos años y actualmente lo podemos encontrar en muchísimas ciudades como Valencia, México, Estambul, Mú-nich, Oslo...



Figura 5 | Tranvía Estambul | Fuente: Dreamstime

## Historia del tranvía en España

El año pasado se cumplió el 150 aniversario de la primera línea de tranvías instalada en España, siendo el 31 de mayo de 1871 en Madrid. Estos iban **tirados por dos mulas** y conectan el barrio de Salamanca con el de Pozas, pasando por lugares tan importantes de Madrid como Cibeles, la Puerta de Sol y la calle Bailén.

Posteriormente, se van inaugurando el servicio tranviario (de tracción animal) en las siguientes ciudades:

Barcelona y Bilbao (1872), Santander (1875), Mayagüez en Puerto Rico (1875), Valencia (1876), Valladolid (1881), Cartagena (1882), Málaga (1884), Zaragoza (1885), San Sebastián (1886), Sevilla (1887), Gijón (1890), Palma de Mallorca (1891), Badajoz (1891), Alicante (1893), Linares (Jaén) (1899) , Santa Cruz de Tenerife

(1901), Granada (1904) y Comarca de la Loma de Úbeda, en la provincia de Jaén (1907).

Los **tranvías de tracción por vapor** llegaron a España en 1877 en el distrito de San Andrés, en Barcelona. Dos años después se instala la línea Madrid-Leganés, y no es hasta 1892 que llega a Valencia.

En 1896 en Bilbao llega el **primer tranvía eléctrico** conectando Bilbao y Santurce. Posteriormente, el tranvía eléctrico llega a las siguientes ciudades:

Cartagena (1898), Madrid y Barcelona (1899), Valencia (1900), Santa Cruz de Tenerife (1901), Zaragoza (1902) y Palma de Mallorca (1916).

Durante toda esta época, fue un medio de transporte que gozó de mucha popularidad, siendo muy común durante gran parte del siglo XX. Esto fue hasta los años 60 y 70, cuando comenzó su declive por ocasionar accidentes y problemas de tráfico, y empezaron a ser eliminados de todas las ciudades.

A finales del siglo XX, como se ha comentado previamente, se originó el resurgimiento de los tranvías y volvieron a las calles de muchas ciudades.

Actualmente, las ciudades que disponen de servicio tranviario en España son las siguientes:

**-Metro de Granada:** 21 de septiembre de 2017. 1 línea. 15,9 km

**-Metro ligero de Madrid:** 24 mayo 2007. 4 líneas. 36 km

**-Metrocentro de Sevilla:** 28 octubre 2007. 1 línea. 2 km

**-Metrovalencia:** 21 mayo 1994 3 líneas. 28 km

**-TRAM Metropolitano de Alicante:** 1 enero 1999. 6 líneas. 110,7 km

**-Tram de Barcelona:** 8 mayo 2004. 6 líneas. 46,2 km

**-Tranvía de Bilbao:** 18 diciembre 2002. 1 línea. 5,6 km

**-Tranvía de Murcia:** 28 mayo 2011, 1 línea. 18 km

**-Tranvía de Tenerife:** 2 junio 2007. 2 líneas. 15,1 km

**-Tranvía de Vitoria:** 23 diciembre 2008. 2 líneas. 8 km

**-Tranvía de Zaragoza:** 19 abril 2011. 1 línea. 13 km

Así pues, el servicio tranviario actual en España se encuentra en 11 ciudades, contando en total 28 líneas, las cuales suman un total de 298,5 km.

# Stadler

Este proyecto tiene el objetivo de ser presentado a la 9ª Convocatoria de premios de diseño de la Cátedra Stadler. Es por ello que es también interesante hacer un pequeño análisis de varios aspectos de esta empresa.

Stadler Rail AG es una empresa suiza que fabrica material ferroviario. Esta nace como un pequeño taller ferroviario en 1942 en Zürich, Suiza, creada por Ernst Stadler. Tres años después se trasladó a Wädenswil, Suiza, y comenzó a fabricar tractores eléctricos, de diésel y de baterías. En 1951 la empresa quebró, para volver a abrir como un taller en Bussnang, Suiza, en 1962. La empresa siguió funcionando hasta el año 1995, cuando comenzó realmente su expansión a partir de la fabricación de su automotor GTW 2/6. a partir de este momento, la empresa siguió creciendo hasta llegar a lo que es hoy en día, una empresa multinacional considerada como una de las principales productoras de material rodante que cuenta con 28 factorías (entre fábricas y centros de mantenimiento) en 13 países alrededor del mundo:

Suiza (6 factorías), Argelia, Alemania (5), Italia, Países Bajos, Polonia (4), Suecia, España (2), República Checa, Reino Unido, Hungría (3), EEUU y Bielorrusia.

La llegada de Stadler a España se efectuó el 1 de enero de 2016 con la compra por parte de Stadler de la fábrica de trenes Vossloh España en Albuxech, Valencia. La adquisición de esta fábrica se cerró por un precio de 172 millones de euros. 18

“Se nos ve como españoles en Alemania y como alemanes en España”, explicaba Íñigo Parra, presidente de Vossloh España. Con esta declaración, Íñigo Parra se refería a lo complicado que es transmitir una sensación de pertenencia a una ciudad cuando la propiedad de ésta es extranjera. Así pues, con el deseo de lograr un mayor local, se decidió añadir el nombre de la ciudad en la nueva filial, pasando de llamarse Vossloh España a Stadler Valencia.

En estas instalaciones, actualmente trabajan cerca de 900 personas en una superficie de 200.000 m<sup>2</sup>, la cual incluye oficinas, zonas de almacenaje, plantas de producción y zonas de inspección y ensayos. Hay además 30 empleados adicionales que pertenecen a ERION, una empresa centrada en servicios posventa y mantenimiento. En Stadler Valencia se trabaja en los campos de ingeniería y desarrollo de productos, compras, producción, inspección, puesta en servicio y posventa.

Figura 6 | Stadler Valencia | Fuente: ValenciaPlaza



# Productos de Stadler



Figura 7 | Flota stadler | Fuente: Stadler Rail

Stadler Rail dispone de una gran gama de productos que no solo se limitan al sector tranviario y al transporte urbano. En su página web podemos encontrar un extenso catálogo de todos sus productos con una breve explicación de cada uno y sus características, cubriendo cada uno distintas necesidades.

Al construirse modelos predeterminados y no hacer uno de cero para cada cliente, se logran reducciones de coste importantes. El cliente puede cambiar ciertas características, como puede ser los acabados o el número de coches del vehículo, pero no puede variar las dimensiones o las características técnicas básicas del producto.

Dicho esto, Stadler también proporciona a sus clientes la posibilidad de fabricar productos a medida para poder cubrir las demandas específicas de cada uno. Evidentemente, esto supone un aumento considerable en los costes de fabricación.

En el catálogo, podemos encontrar cinco tipos de productos:

**-Intercity:** Vehículos para tráfico de larga distancia.

**-Trenes regionales:** circulan entre ciudades cercanas, parando en la mayoría de las estaciones. Estas recorren menos distancia y hacen más paradas que las intercity y recorren distancias mayores y hacen menos paradas que los urbanos.

**-Transporte urbano:** Circula dentro de un solo término municipal.

**-Locomotoras:** Material rodante motorizado utilizado para arrastrar los vagones de un tren.

**-A medida**

En Intercity encontramos los trenes Flirt 200 y Kiss 200. Estos dos son las versiones para tráfico de larga distancia de los trenes regionales Flirt 160 y Kiss 160. El número que acompaña al nombre hace referencia a la velocidad máxima en km/h que estos alcanzan.

El **Flirt 160** es un tren regional de un solo piso. Su nombre es un acrónimo del término alemán “Flinker Leichter Intercity- und Regional-Triebzug”, que en castellano significa “tren automotor, regional, intercity, ligero y ágil”. Este tren opera en zonas climáticas muy distintas del mundo (desde el círculo polar ártico hasta África) desde 2004. Se pueden construir trenes de 2 a 6 coches para vías de ancho estándar y para vías más anchas. Además, estos pueden ser tirados por distintos sistemas de tracción: eléctrico, diésel e híbrido. El interior del FLIRT 160 puede ser personalizado por el cliente, pudiendo modificar aspectos como la cantidad de asientos o el diseño interior.

Basándose también en el Flirt, Stadler ha desarrollado el Smile, un tren Intercity de 11 coches de alta velocidad, el cual alcanza una velocidad de 250 km/h. Esto hace al SMILE, con diferencia, el tren más rápido del catálogo de la empresa. Actualmente sólo se encuentra en Suiza, conectando Zúrich con Milán, donde lleva operando desde el año 2019.

El **Kiss 160** es un tren de dos pisos interurbano y regional, el cual nace de la necesidad de aumentar la capacidad en los trenes para el transporte regional. Puede ser de 2 a 8 coches y tiene la capacidad de transportar hasta un máximo de 1000 pasajeros. Al igual que el Flirt, su interior puede ser personalizado por parte del cliente. En el 2008, SBB (20 Ferrocarriles Federales Suizos, la primera empresa ferroviaria en Suiza y una de las más importantes en el sector a nivel europeo) adjudicó el primer pedido de trenes Kiss a Stadler. Este opera por los Urales y Europa Central desde el 2010.



Figura 8 | FLIRT160 | Fuente: Stadler Rail



Figura 9 | KISS 160 | Fuente: Stadler Rail

Stadler dispone también de dos trenes regionales más: el **Wink**, de solamente dos coches y destinado a líneas secundarias; y el **GTW**, siendo ambos de un piso.

El **GTW**, que proviene de las siglas del término Gelenk Trieb Wagen, que en castellano significa coche motor articulado, es el primer tren fabricado por Stadler. Con la fabricación del GTW en 1995, se establecieron los pilares del crecimiento y del éxito actual de Stadler como empresa constructora de material rodante ferroviario.

Es en los productos de transporte urbano donde se encuentran (además del metro) todos los modelos de tranvía que Stadler oferta: **Tango, Tramlink, Variobahn, Metelitsa y Citylink**.

De todos estos modelos, los únicos que son construidos en España (por Vossloh) son TRAMLINK y CITYLINK, por lo que serán los únicos que desarrollaré brevemente por no alargar en exceso este tema.

En 2020, la fábrica de Albuixech se adjudicó un contrato de 92 millones de euros para construir 24 tranvías Tramlink para la ciudad de Jena, en Alemania. El contrato también incluye el mantenimiento de dichos tranvías durante mínimo 24 años.

**Tramlink** es un tranvía multi-articulado disponible en anchos de vía estándar (1435 mm) y más estrechos (900, 1000 mm). Incluso se dispone de una versión para su uso sin catenaria. Es de hasta 7 módulos y se oferta tanto como tranvía unidireccional como bidireccional. El interior es personalizable, pudiendo decidirse hasta el número de puertas y asientos de los coches.

Los tranvías Tramlink se caracterizan por su comodidad disponiendo de 100% de piso bajo completamente libre de barreras, climatización, áreas multifuncionales que incluyen dos espacios para sillas de ruedas y un avan-

zado sistema de información al pasajero. En cuanto a su tecnología, sigue un concepto innovador de bogie con ejes reales que le concede la máxima cantidad de asientos. Stadler obtuvo el primer pedido de tranvías de este modelo en 2011 por RSAG (Rostocker Strassenbahnen).

**Citylink** es una familia de trenes-tranvía con amplias posibilidades de uso, pudiendo operar como tranvía por sistema de tracción eléctrica o como tren de cercanías por sistema de tracción eléctrica, diésel o híbrido. Se ofertan tanto como unidireccional como bidireccional. Los tranvías Citylink están disponibles en distintas longitudes, pudiendo alcanzar hasta los 50 metros y siendo la versión más común la de 37 metros. Puede ser altamente personalizado por el cliente. Por ejemplo, los Citylink que circulan en Sheffield, en Inglaterra, están equipados de forma muy parecida a los tranvías de la ciudad debido a la corta distancia de su recorrido, mientras que los que circulan en recorridos más largos pueden disponer de baños y espacio para equipaje.



Figura 10 | TRAMLINK | Fuente: Stadler



Figura 11 | CITYLINK | Fuente: Stadler Rail

# ESTUDIO DE MERCADO

---

Un estudio de mercado es una investigación donde se compilan datos de una gran variedad de fuentes sobre los productos de un mercado específico para estudiar las tendencias actuales de este mercado y el público al que se destina.

Entre sus objetivos está es el de identificar aspectos importantes (por ejemplo, oportunidades de mejora al identificar una función adicional que la competencia no está ofreciendo actualmente) que ayuden a favorecer la distinción y éxito del producto. Otros objetivos serían los de determinar el perfil del público objetivo, el tamaño actual y futuro del mercado y el nivel de competencia dentro de este.

En este caso se va a llevar a cabo un estudio de mercado sobre sillas. Aunque sería interesante hacer un estudio mucho más amplio sobre todo tipo de sillas, este es un mercado demasiado grande y sería una búsqueda demasiado amplia y no tan útil, por lo que se va a priorizar en el estudio de sillas empleadas en transportes públicos.



Figura 12 | Asientos 1 | Fuente: Código San Luis



Figura 13 | Asientos 2 | Fuente: Dreamstime



Figura 14 | Asientos 3 | Fuente: Alamy



Figura 15 | Asientos 4 | Fuente: LA GENTE



Figura 16 | Asientos 5 | Fuente: Poblannerias



Figura 17 | Asientos 6 | Fuente: Dreamstime



Figura 18 | Asientos 7 | Fuente: mejorinformado



Figura 19 | Asientos 8 | Fuente: Zaragoza Noticias

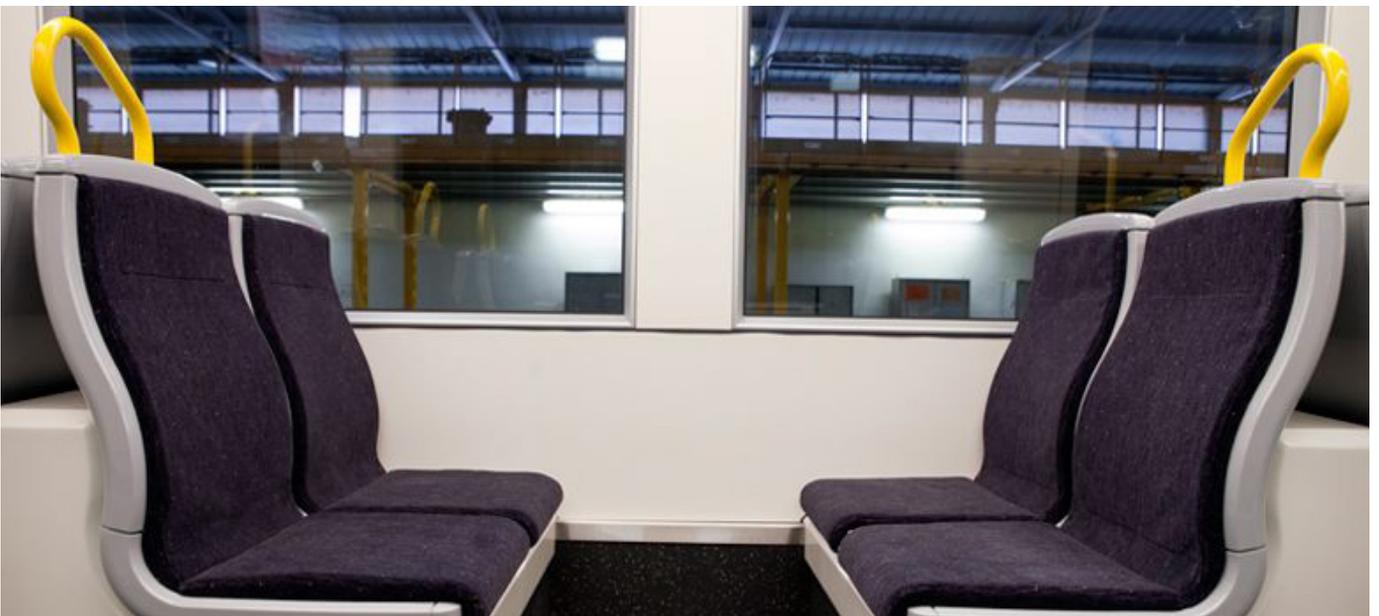


Figura 20 | Asientos 9 | Fuente: CAF



Figura 21 | Asientos 10 | Fuente: CAF



Figura 22 | Asientos 11 | Fuente: CAF



Figura 23 | Asientos 12 | Fuente: CAF



Figura 24 | Asientos 13 | Fuente: CAF



Figura 25 | Asientos 14 | Fuente: CAF



Figura 26 | Asientos 15 | Fuente: LZ



Figura 27 | Asientos 16 | Fuente: Pixabay



Figura 28 | Asientos 17 | Fuente: Drive2



Figura 29 | Asientos 18 | Fuente: iStock



Figura 30 | Asientos 19 | Fuente: plenainclusionmadrid



Figura 31 | Asientos 20 | Fuente: Dreamstime

También se han estudiado algunos elementos orientados a mejorar la accesibilidad de los pasajeros con discapacidad y movilidad reducida.



Figura 32 | Espacio Accesibilidad | Fuente: Junta de Andalucía)



Figura 34 | Espacio Accesibilidad 2 | Fuente: Freepik



Figura 33 | Espacio Accesibilidad 1 | Fuente: EMT Valencia



Figura 35 | Espacio Accesibilidad 3 | Fuente: CAF

Después de observar una gran cantidad de asientos distintos se puede ver una tendencia clara en el diseño de asientos para el transporte público.

Todos estos asientos tienen un factor común: **la forma sigue a la función**. Son productos que anteponen el ser prácticos a ser estéticamente atractivos, teniendo una línea estética muy sencilla que evita cualquier tipo de ornamento. En la mayoría de los casos resulta en diseños aburridos y poco actualizados que poco alegran a la vista del pasajero.

Como excepción, podemos ver los asientos de la imagen "Asientos14". Estos se pueden encontrar en los tranvías de Luxemburgo, y disponen de una apariencia bastante atractiva y moderna.

Todos los asientos estudiados tienen una **gran austeridad funcional**, donde la mayoría no ofrece más funciones que la primaria: sentarse. La única función adicional que encontramos en algunos de ellos es la de un asidero que, o bien está formado por la propia forma del asiento, (como en el caso de la imagen "Asiento 4"), o bien está encajado a este (como en la imagen "Asiento 9"). Aunque todos los vagones disponen de elementos de agarre, es conveniente que los asientos tengan incorporados unos propios. De esta forma se puede reducir la cantidad de asideros en el vagón, haciéndolo más cómodo.

Como función secundaria, también encontramos algunos **asientos plegables**, los cuales mejoran el uso del espacio del vagón, pudiendo guardarse cuando no están siendo usados. Este tipo de asiento es útil para mejorar la accesibilidad de los pasajeros con discapacidad y movilidad reducida.

Por lo que respecta a la superficie de contacto con el pasajero (respaldo y asiento), la opción más usada es la de **acolchados tapizados** que ofrecen una superficie más blanda y cómoda que las de plástico.

La segunda opción más usada es la de asientos fabricados íntegramente (o en su mayoría) de plástico. Estos son más higiénicos y fáciles de limpiar que los tapizados, los cuales acumulan suciedad con mucha facilidad. Además, el plástico es más resistente frente al uso público y vandalización, pudiendo ser el tapizado fácilmente rasgado.

Los materiales empleados en todos los asientos vistos se reducen a metales para la estructura, plásticos y tejido para el tapizado. En la actualidad, no se encuentra ningún tipo de material natural, como la madera, en ningún vagón o autobús. Al menos de los que han sido estudiados.



# BRIEFING

Antes de entrar en la generación de ideas mediante bocetado es conveniente reflexionar y establecer los requisitos más importantes que se quieren lograr con este diseño.

El primero de todos y el más importante es el requerimiento principal que se establece en el concurso. **El asiento diseñado va a ser usado en la zona de asientos de cajón bogie.**

Un bogie es un conjunto de pares de ruedas (normalmente de dos, aunque pueden ser de tres o más) paralelas que están colocadas en los extremos de los vehículos de gran longitud que les permiten a estos circular sobre raíles.



Figura 36 | Bogie | Fuente: Wikipedia

Estos elementos son demasiado voluminosos para quedar ocultos debajo del tranvía. Los bogies sobresalen por encima del suelo del vagón y estos quedan ocultos dentro de cajones, y para optimizar el uso del espacio sobre estos se instalan asientos.

Hay en total cuatro cajas en cada vagón y dos tipos de caja: uno que es solamente un cajón inferior y otro que además de este cajón, tiene un volumen encima de que afecta al respaldo del asiento.

Al haber dos tipos de caja, se diseñará un asiento para la caja inferior y una variación para que esta pueda adaptarse al otro tipo de caja o viceversa.

Esta es la condición primordial que el diseño debe respetar: **que el asiento se adapte al volumen de dichos cajones.** Esta es una condición muy limitante que supone un gran reto de diseño, pues deja muy poco espacio y libertad creativa.

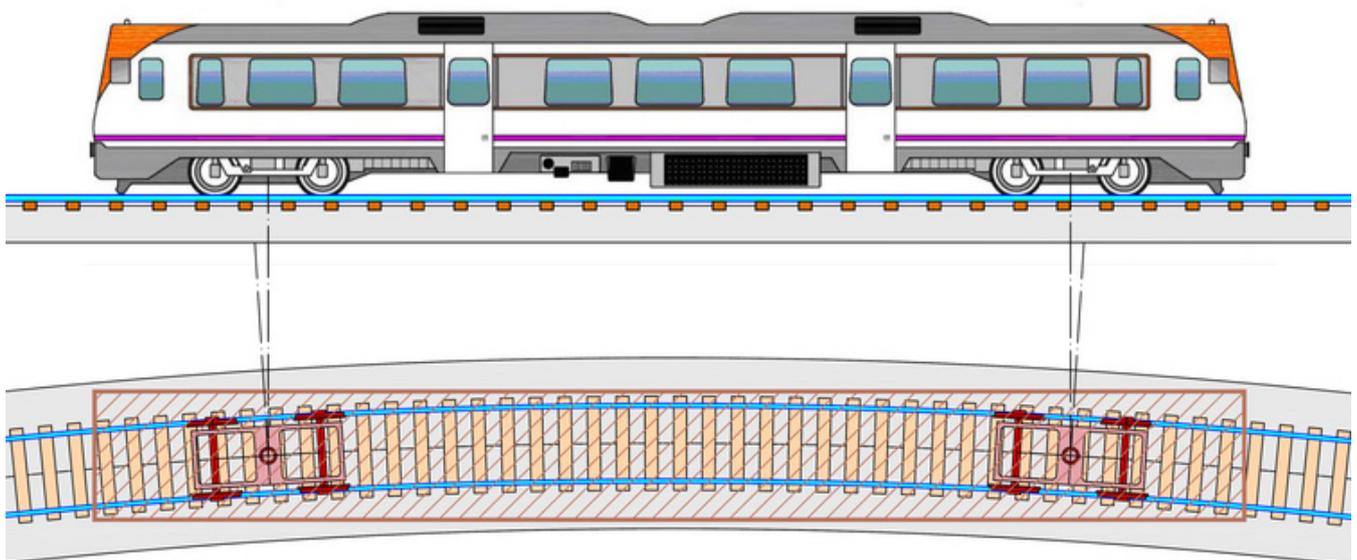


Figura 37 | Bogie Tren | Fuente: Wikipedia

Para facilitar la comprensión del espacio que ocupa el bogie y las cajas que lo envuelven, se adjuntan las siguientes imágenes proporcionadas por Stadler.

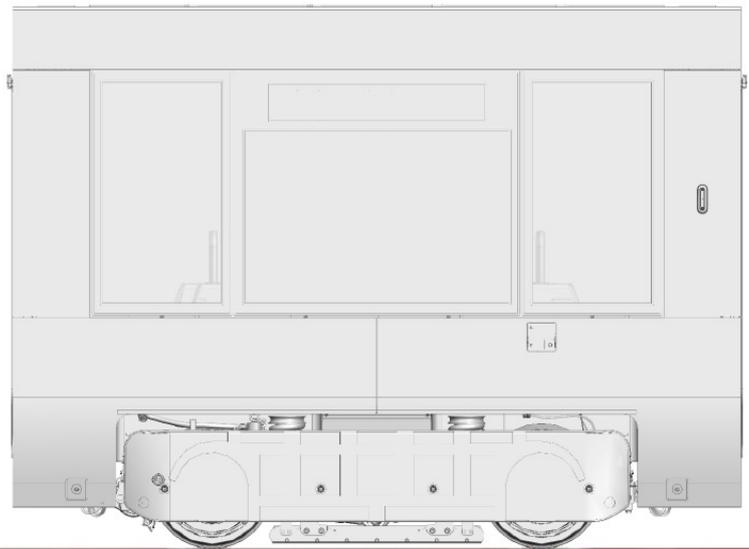


Figura 38 | Bogie Representación | Fuente: Cátedra Stadler.

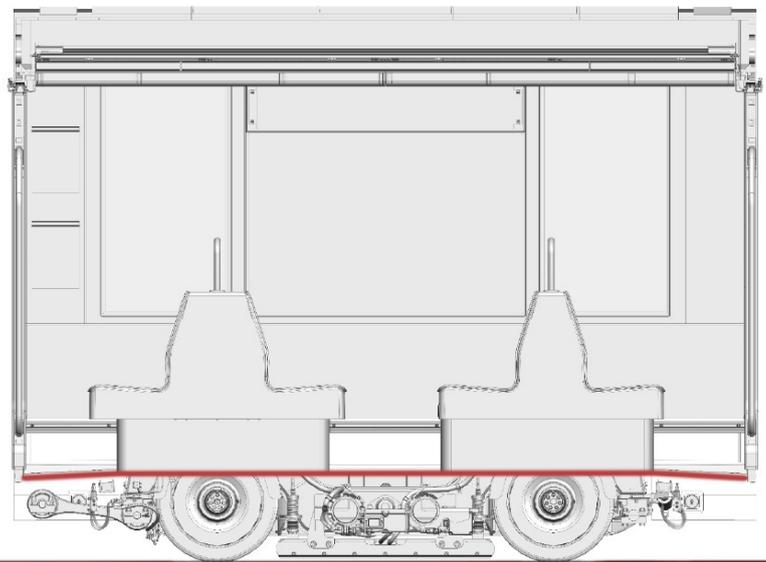


Figura 39 | Bogie Representación 2 | Fuente: Cátedra Stadler.

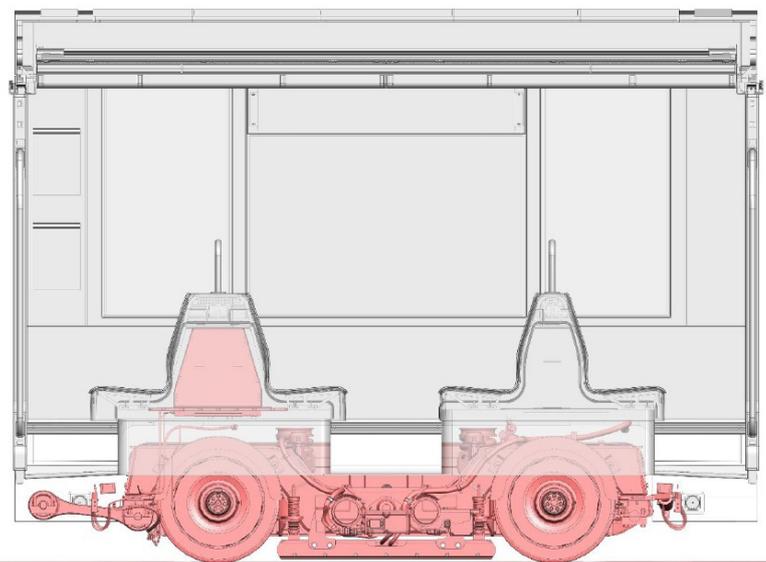


Figura 40 | Bogie Representación 3 | Fuente: Cátedra Stadler.

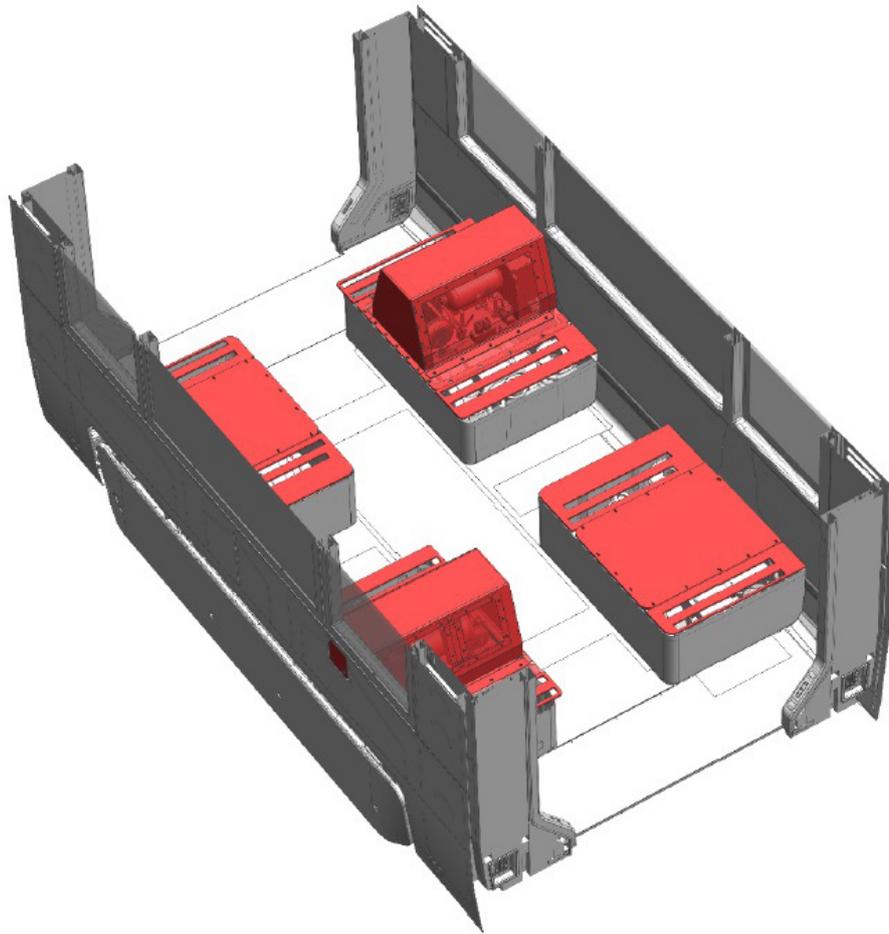


Figura 41 | Límites interiores | Fuente: Cátedra Stadler.

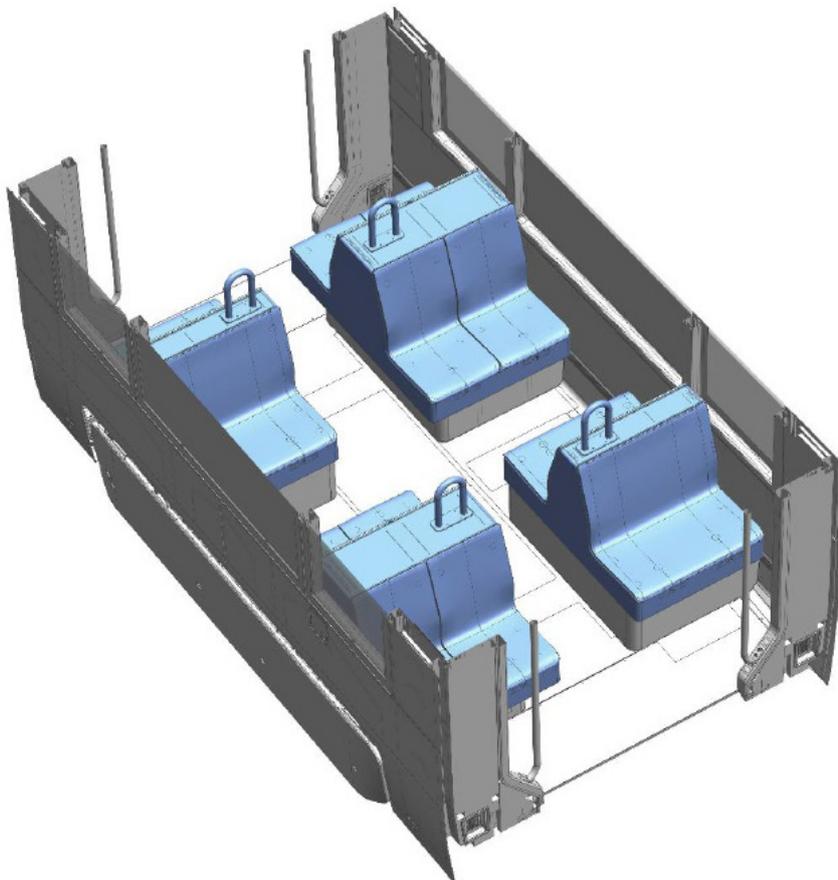


Figura 42 | Ejemplo Solución Stadler | Fuente: Cátedra Stadler.

Una vez establecido el requisito principal, se procede a explorar objetivos secundarios que pueda cumplir el asiento, con el fin de no enfocar a ciegas el proceso de generación de ideas y perfilar una propuesta innovadora. Aunque no es necesario que el diseño final cumpla con todos los requisitos, es interesante hacer este ejercicio para empezar a bocetar con unas pautas preestablecidas.

Aunque siempre hay espacio para la improvisación, dando por hecho que surgirán nuevas ideas durante el bocetado.

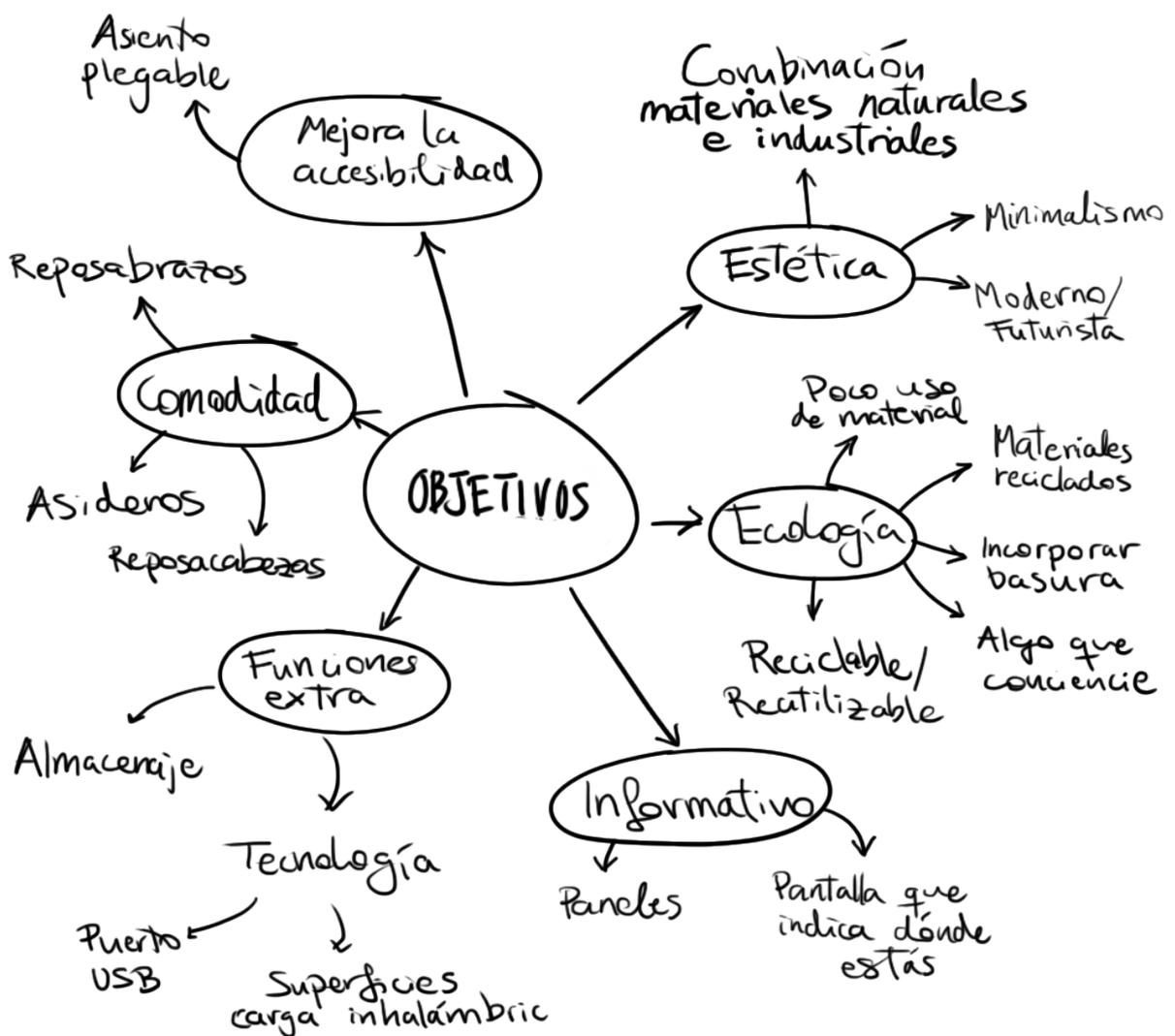


Figura 43 | Objetivos | Elaboración propia

Como proceso creativo se ha hecho un Mind Map en el que se empieza con conceptos amplios como “Ecología”, para focalizar la búsqueda en un sólo campo y a partir de ahí buscar ideas más concretas que implementar en el diseño.

Como es natural, un objetivo indispensable es **que el asiento sea cómodo**. Además de dotar al producto de unas medidas ergonómicas adecuadas que aseguren su comodidad, se le puede añadir **elementos que mejoren la experiencia de uso, como reposacabezas, asideros o reposabrazos**.

Como ya se ha comentado en el estudio de mercado, la mayoría de transporte público que circula hoy en día dispone de asientos con bastante falta de personalidad estética. Estos no son llamativos y muchas veces están pasados de moda. Es por ello que se considera muy importante centrarse, además de en la funcionalidad del asiento, hacerlo **formalmente moderno y atractivo**, con el objetivo de diferenciarlo del resto de productos del mercado.

Va a ser un condicionante el hecho de que el producto tenga un **compromiso ecológico** es de vital importancia. Ya sea por el tipo de material aplicado, la fuente de donde se obtenga, intentando usar el menos material posible, etc.

Por último, un requisito que tomará bastante protagonismo, dado que se trata de la participación en un concurso, es el de intentar hacer un producto **realista** y con una alta **viabilidad técnica**.



# DISEÑO CONCEPTUAL

## Bocetado

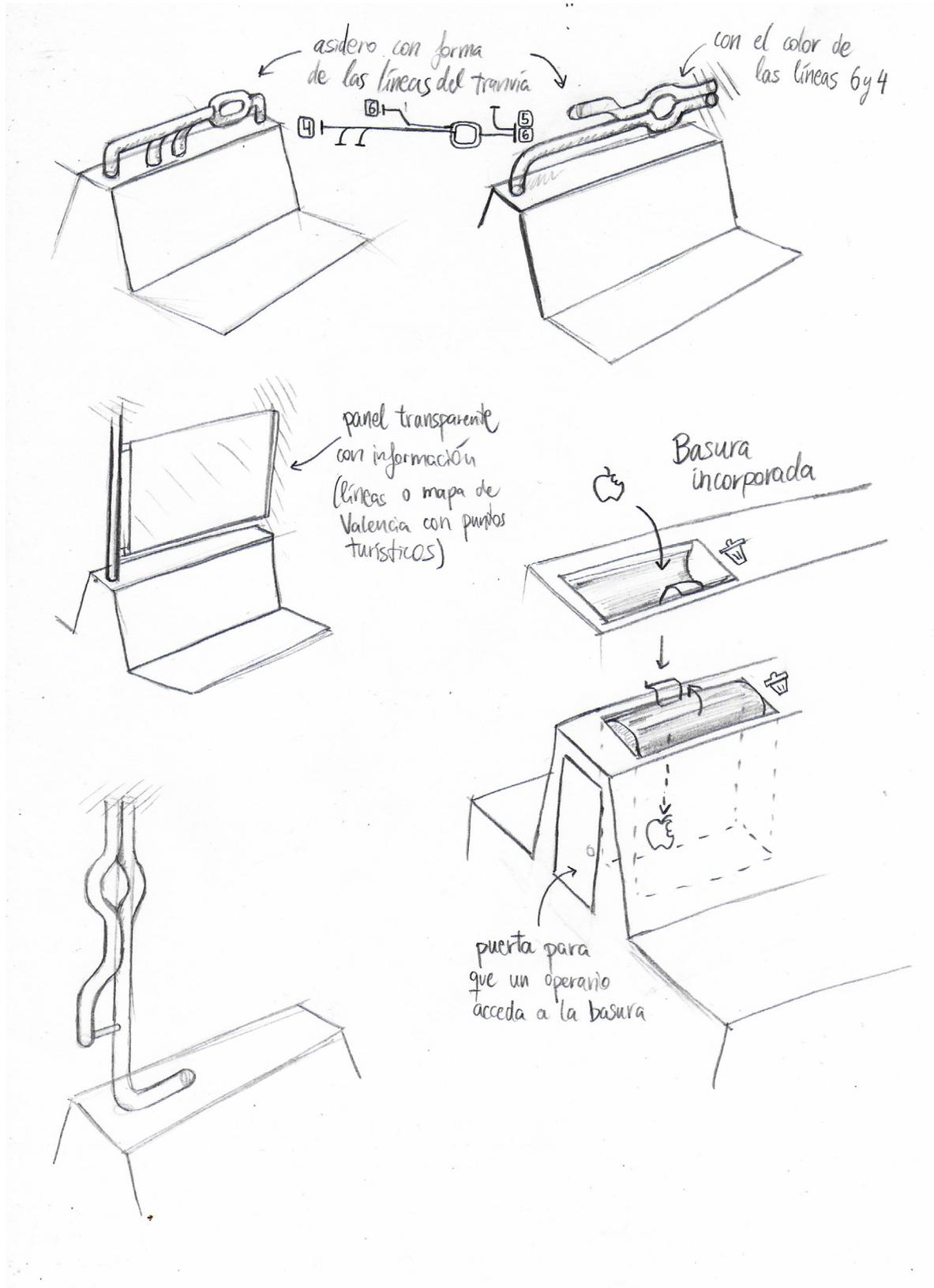


Figura 44 | Bocetos 1 | Elaboración propia

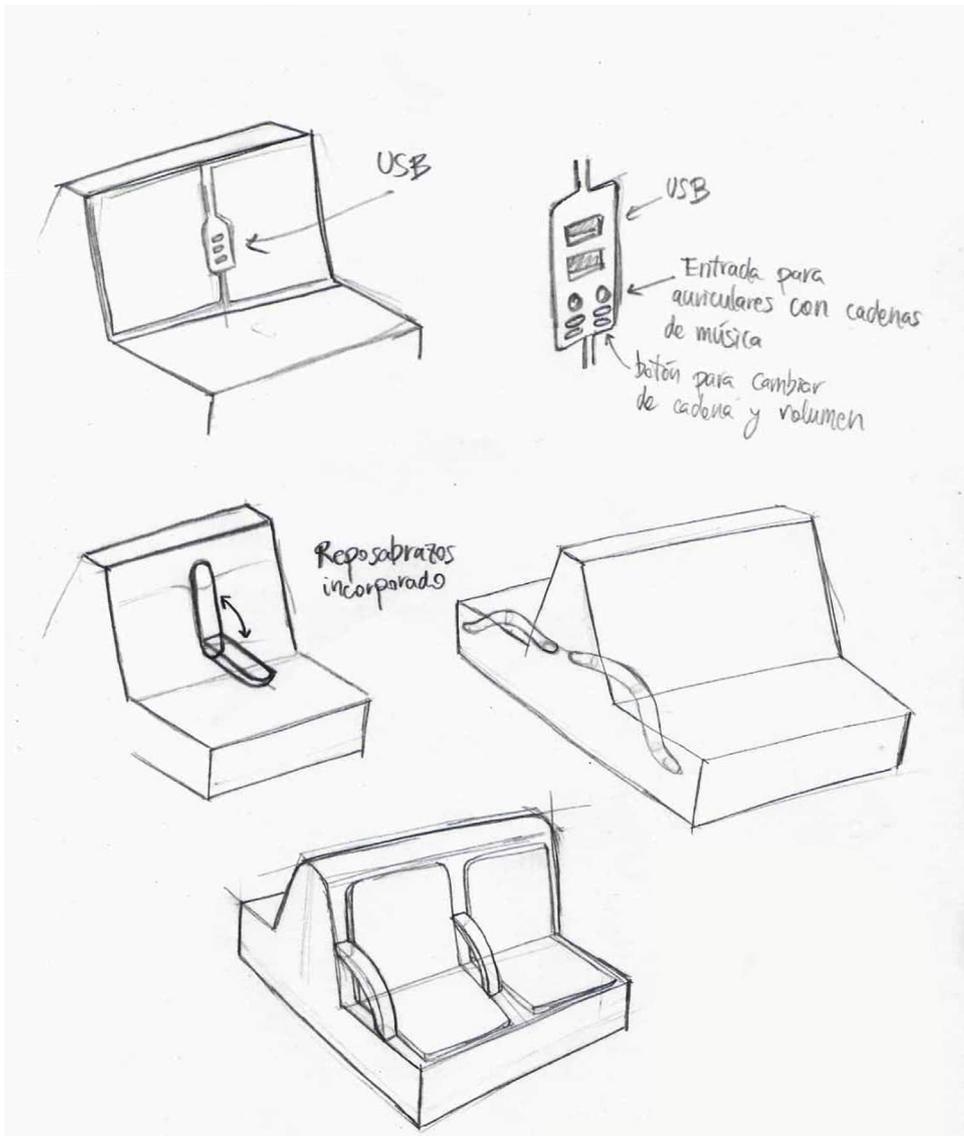


Figura 45 | Bocetos 2 | Elaboración propia

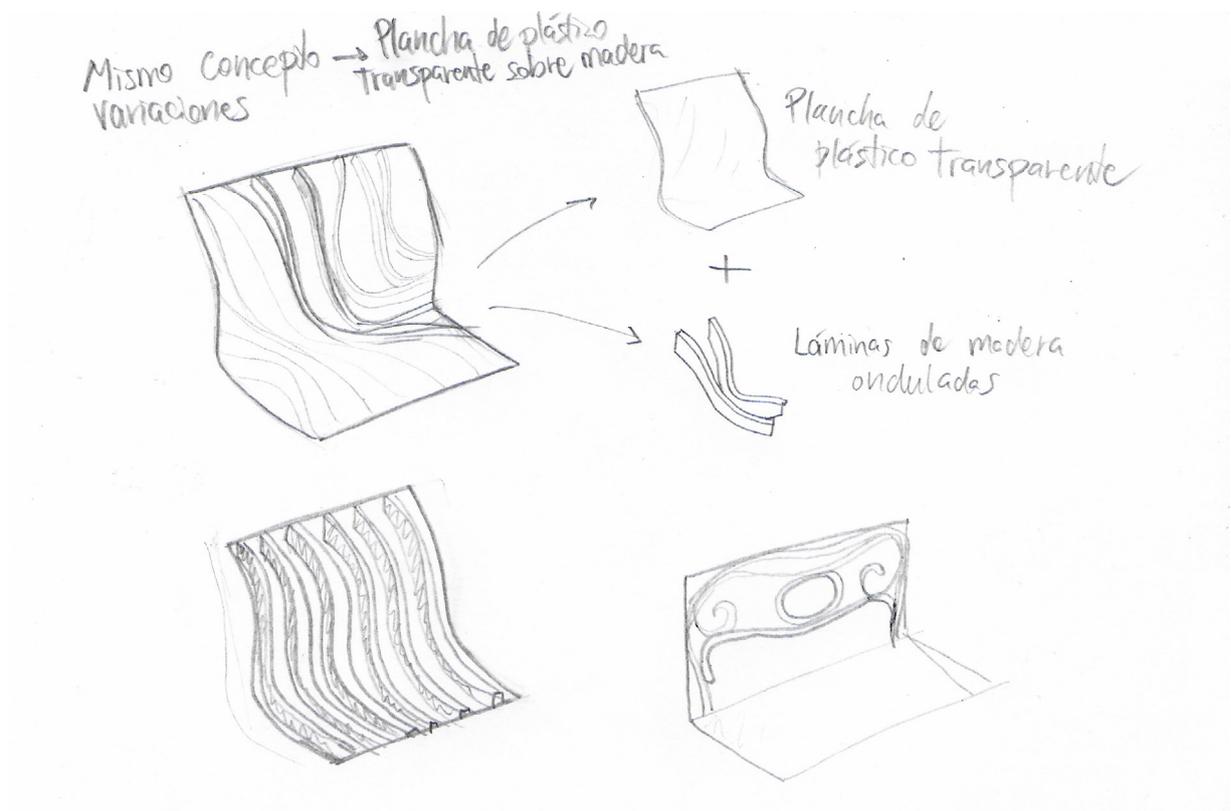


Figura 46 | Bocetos 3 | Elaboración propia

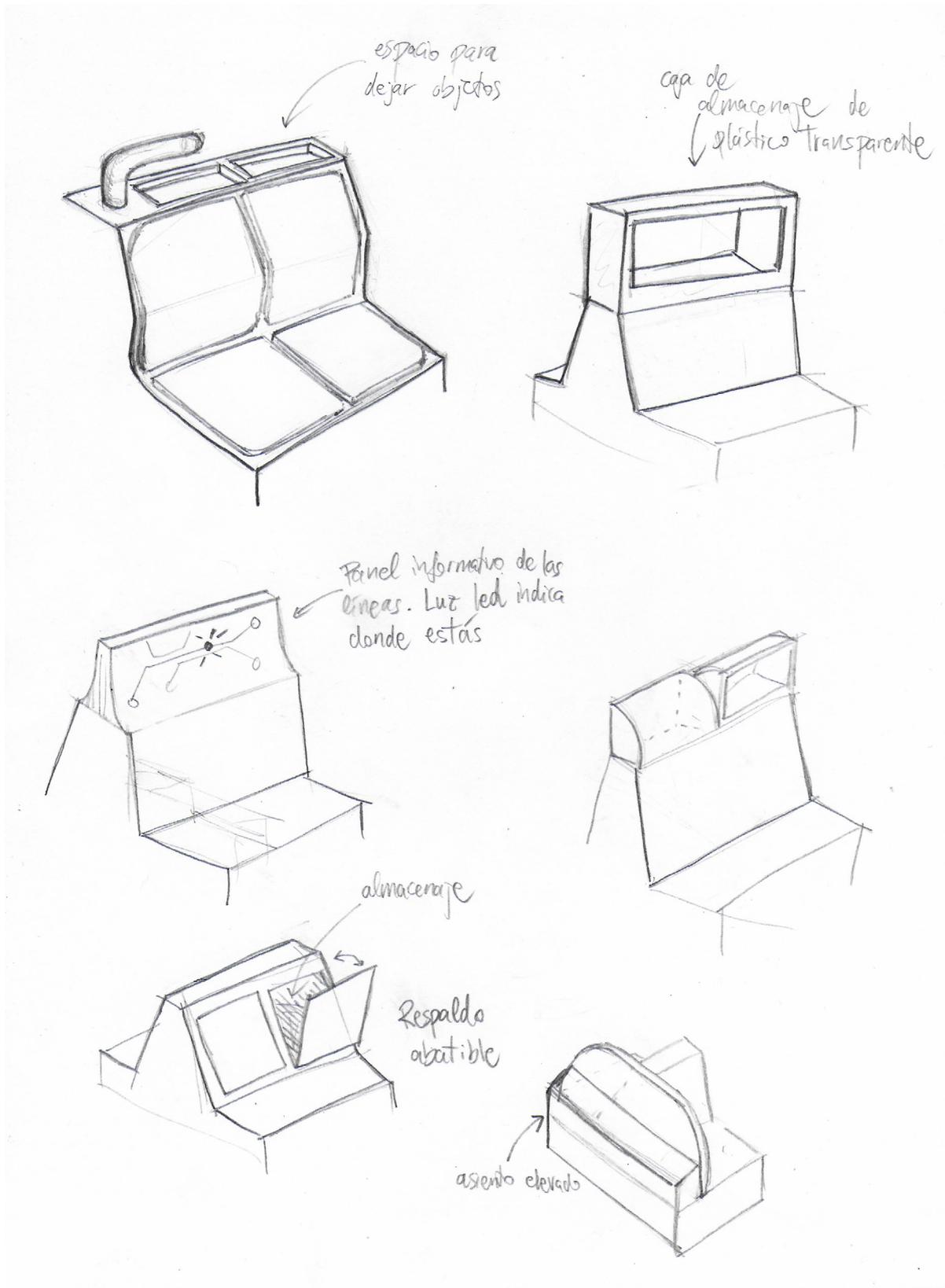


Figura 47 | Bocetos 4 | Elaboración propia

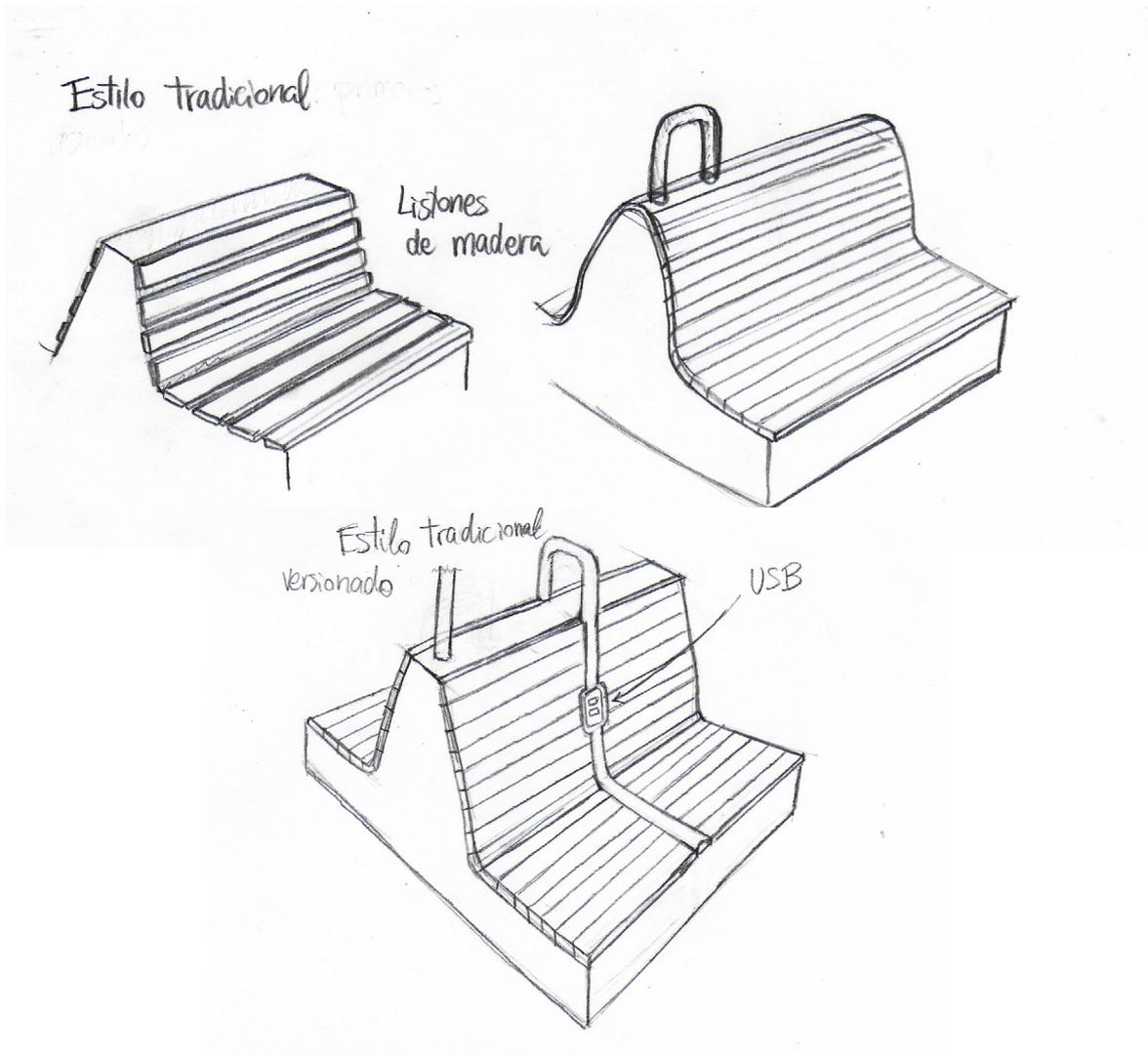


Figura 48 | Bocetos 5 | Elaboración propia

# Idea seleccionada

El concepto de esta idea es la de rediseñar el asiento tradicional que se usaba antiguamente en muchos transportes de uso colectivo, los cuales estaban compuestos por listones de madera. De esta forma, el objetivo de este proyecto será el de interpretar este diseño en una propuesta más contemporánea acorde al siglo XXI.

Esta idea ha sido escogida por varias razones:

**-Respeto al medioambiente.** Permite el uso de la madera de modo sencillo, tratado como un material ecológico que es obtenido de fuentes sostenibles.

-En cuanto a estética, en la actualidad, se manifiesta una sensibilidad y cierto romanticismo hacia lo **tradicional o “vintage”**. Existe una tendencia de adoptar productos antiguos y adaptarlos a la actualidad. De este modo, este concepto aporta una estética cuidada y llamativa.

-El empleo de la **madera** aporta un toque natural al ambiente del vagón, que tan ausente está en la mayoría de transportes públicos hoy en día.

-Permite sustituir este material por otros reciclados, como el plástico ecológico extrusionado con múltiples colores.

Además, para mejorar la experiencia de uso del asiento, este lleva incorporado un asidero y un puerto USB para que los pasajeros puedan cargar sus dispositivos móviles. El puerto USB no sólo proporciona la función extra de poder cargar dispositivos, sino que ayuda a darle al asiento una apariencia más contemporánea.

Después de escoger la idea, se ha tomado la decisión de añadir un objetivo al proyecto: como se ha comentado en el briefing, el concurso de Stadler sólo establece como

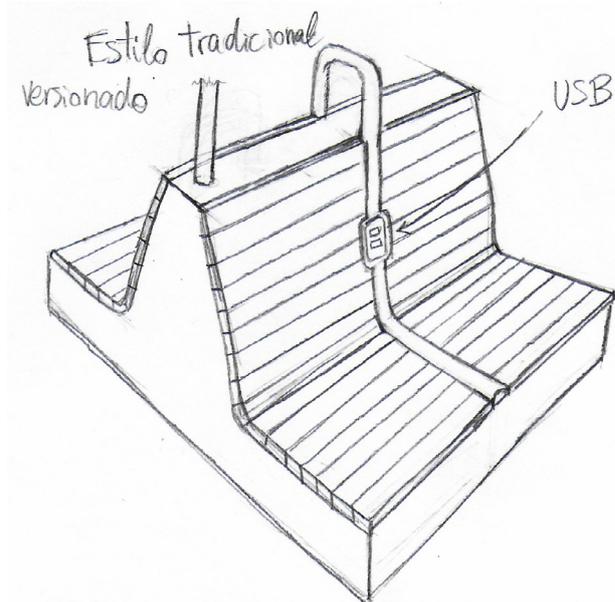


Figura 49 | Idea escogida | Elaboración propia

vital que se diseñen dos variaciones del producto, uno para cada tipo de cajón. A no ser que un mismo diseño funcione para ambos casos, claro está.

Sabiendo que estos asientos sólo estarán destinados a vagones de cajón bogie y no a todo el tranvía, se ha establecido como objetivo adicional hacer **dos variaciones extra** para el resto de vagones que no tienen los cajones bogie, para así poder equipar a todo el tranvía con la misma familia de asientos.

Una de las versiones simplemente será una **adaptación para que pueda ser instalado en zonas sin caja**. La otra versión tendrá la función de ser **plegable**, a fin de mejorar la accesibilidad de los pasajeros con discapacidad y movilidad reducida.

Ahora se llevará a cabo una fase de experimentación y profundización de esta idea mediante el bocetado de muchas variaciones.

# Referencias

El concepto escogido toma como referencia no sólo los asientos tradicionales de transportes públicos sino también asientos formados por listones o varillas, como el clásico **banco romántico** que podemos encontrar en muchas calles.

Previo a la fase de bocetado, es conveniente realizar un estudio de referencias de estos tipos de asientos.



Figura 50 | Asientos clásicos | Fuente: iStock



Figura 51 | Asientos clásicos 2 | Fuente: iStock



Figura 52 | Asientos clásicos 3 | Fuente: iStock



Figura 53 | Asientos clásicos 4 | Fuente: iStock



Figura 53 | Asientos clásicos 5 | Fuente: CrushPixel



Figura 54 | Banco Pearson | Fuente: Colomer Nouparc



Figura 55 | Banco Acrobántico | Fuente: Colomer Nouparc



Figura 56 | Banco Toscano | Fuente: Colomer Nouparc



Figura 57 | Banco Plaza Real | Fuente: Colomer Nouparc



Figura 58 | Banco Romantico Madrid | Fuente: Urbadep

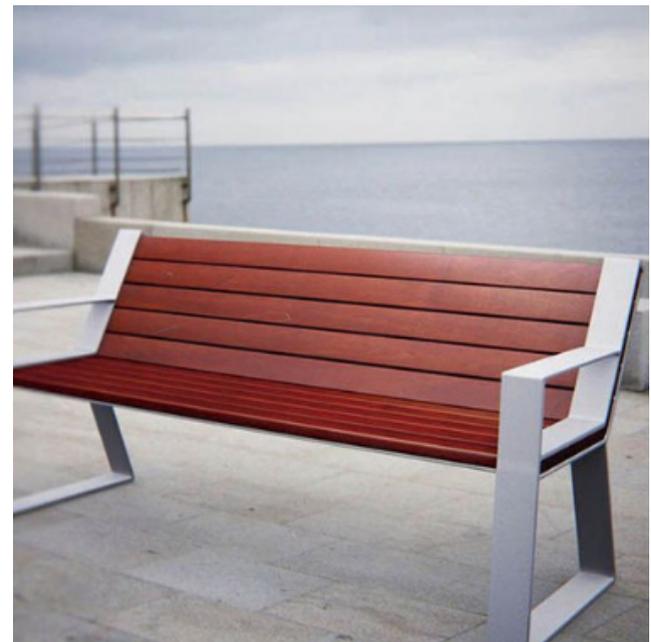
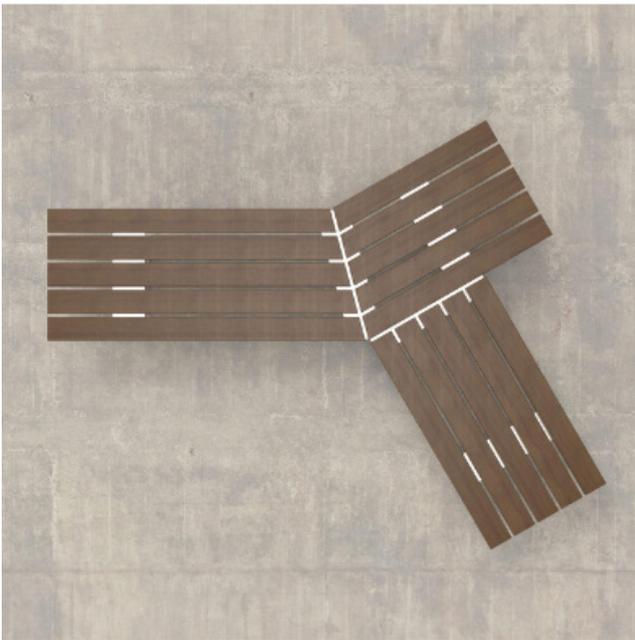


Figura 59 | Bancos Madera | Fuente: Edigal

# Desarrollo de la idea

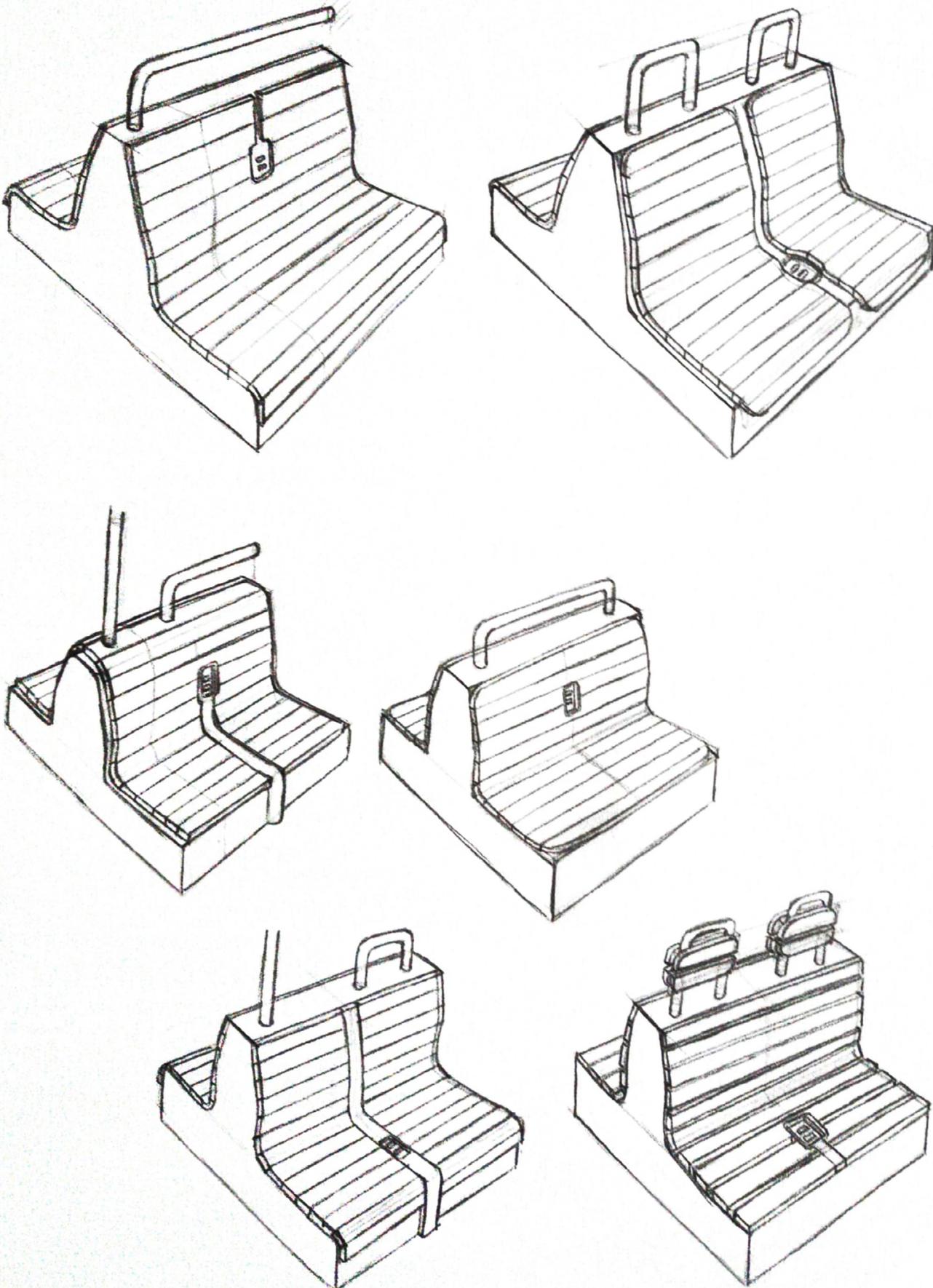


Figura 60 | Bocetos 6 | Elaboración propia

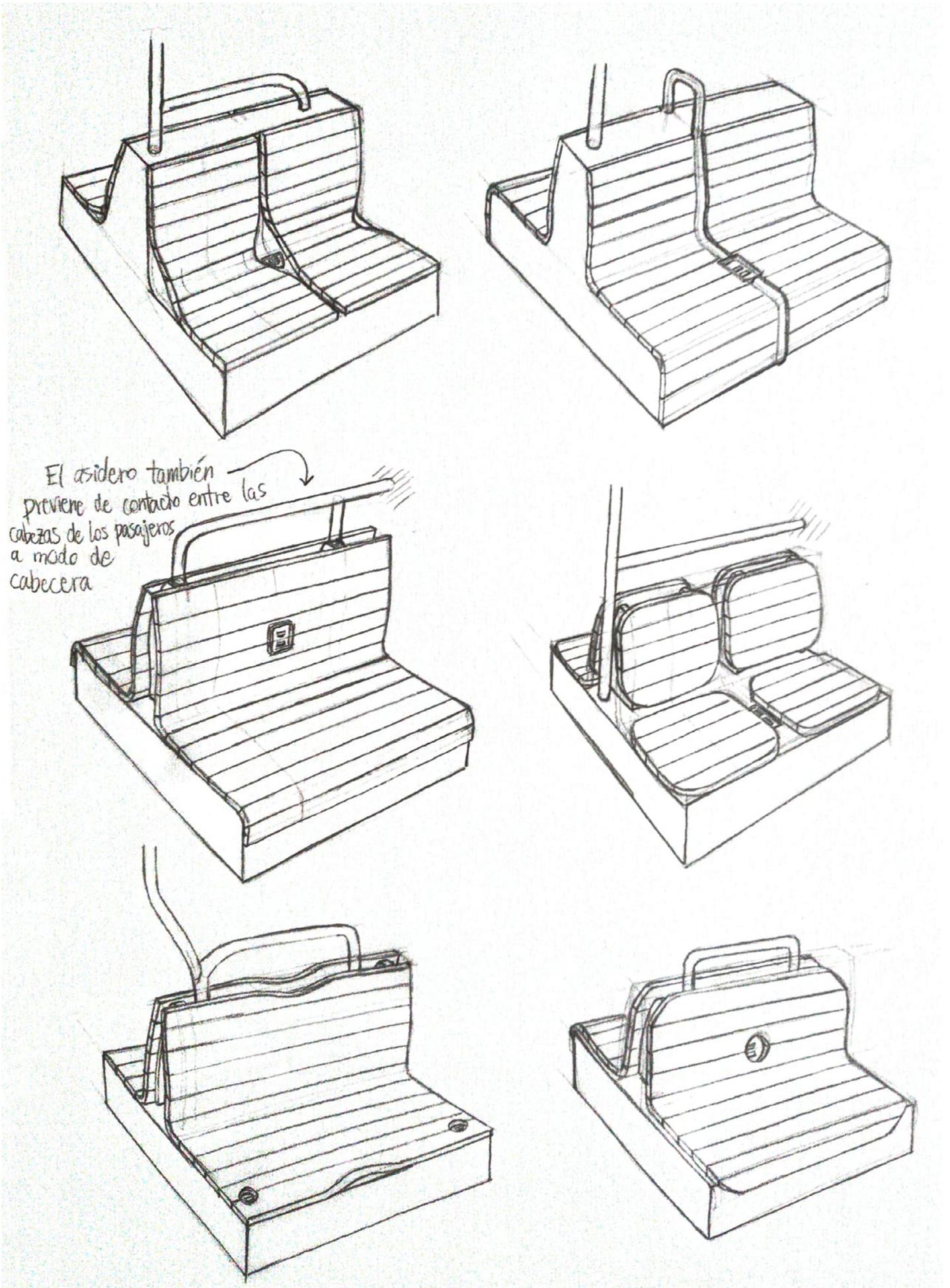


Figura 61 | Bocetos 7 | Elaboración propia

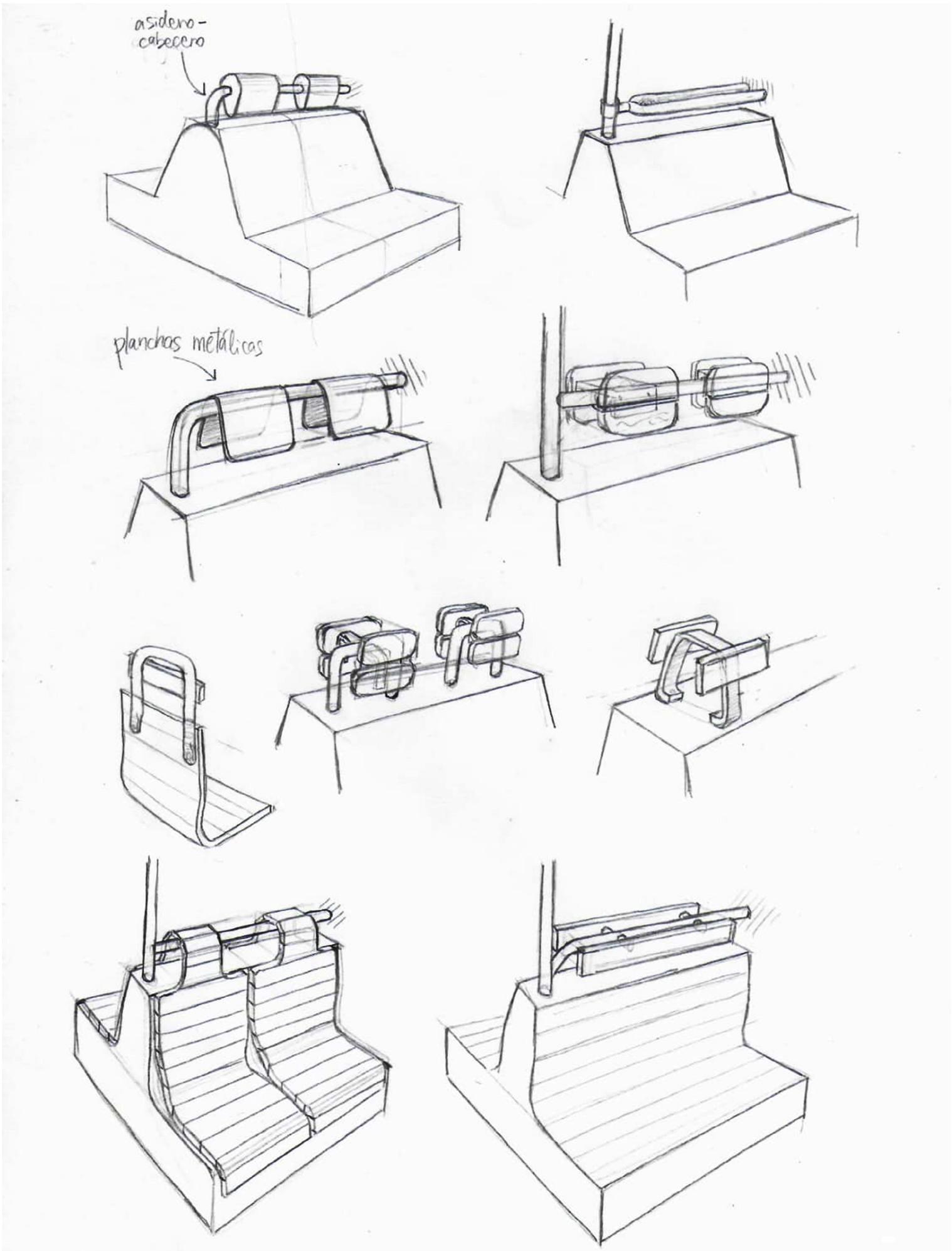


Figura 62 | Bocetos 8 | Elaboración propia

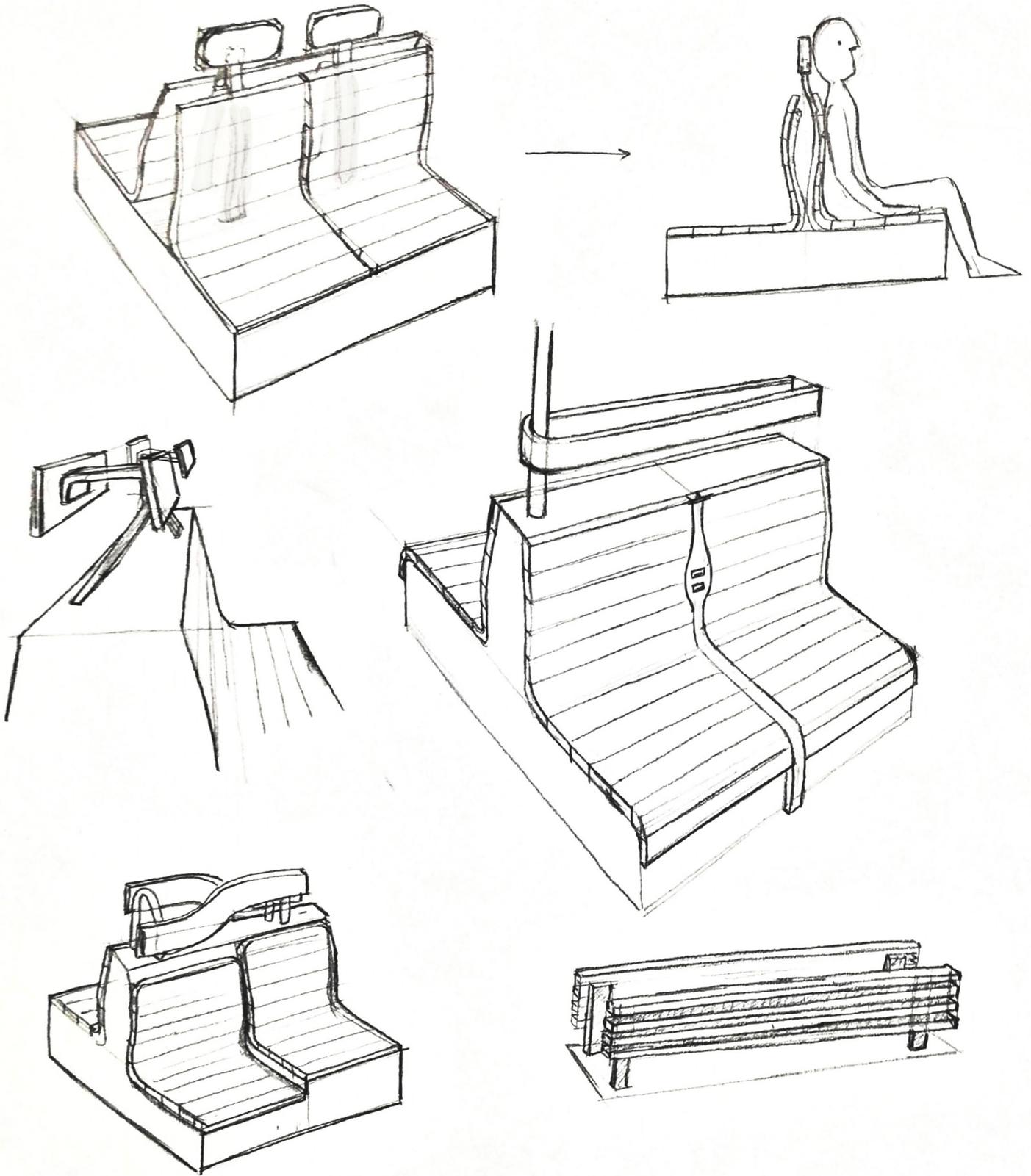


Figura 63 | Bocetos 9 | Elaboración propia

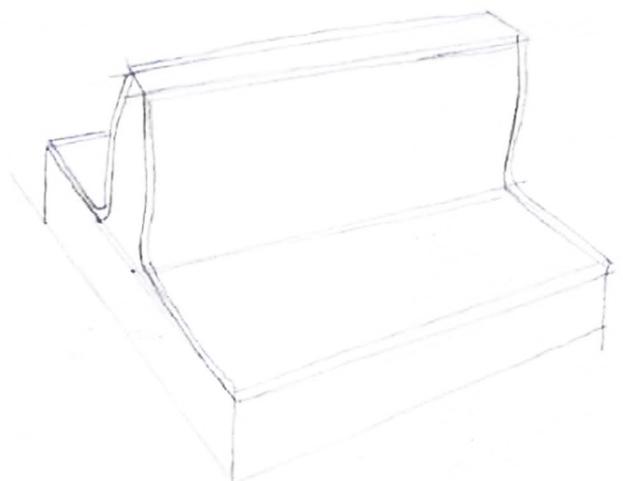
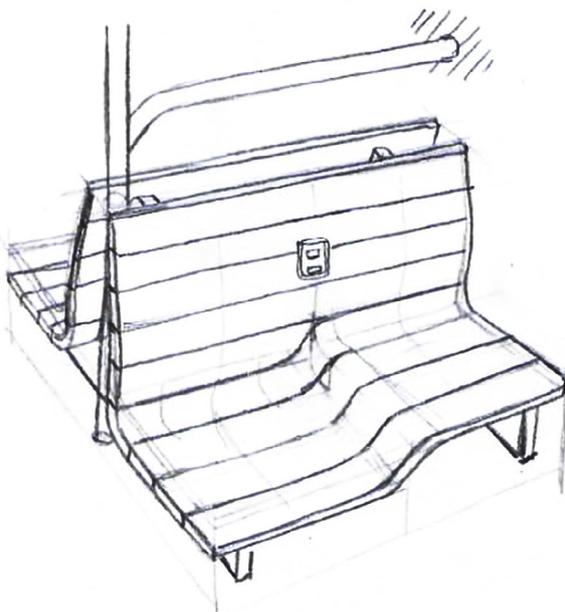
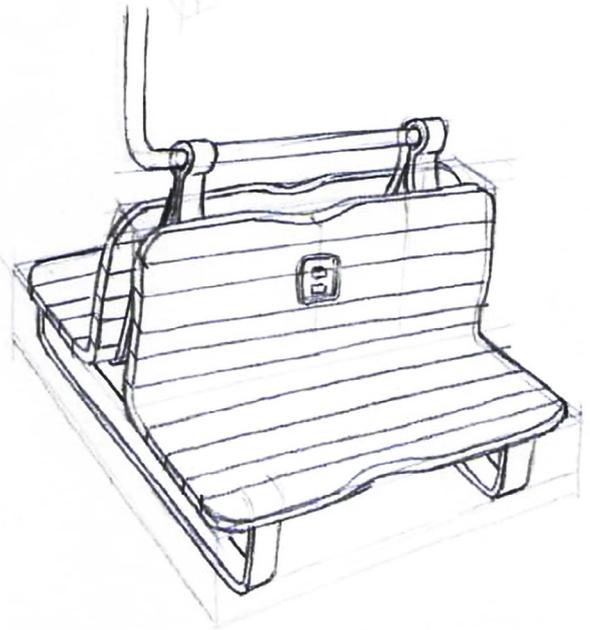
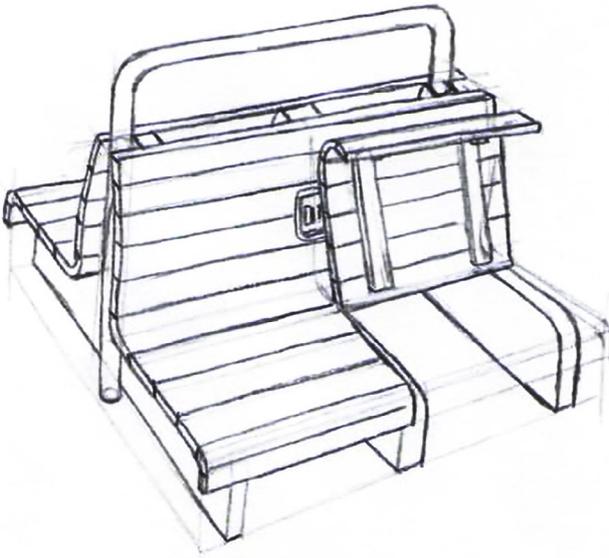
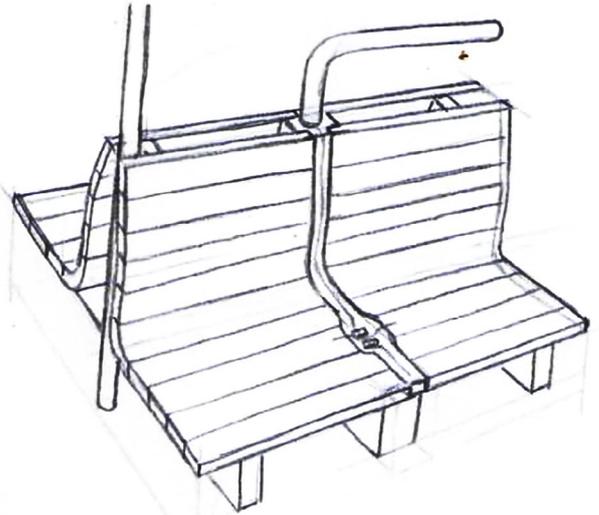
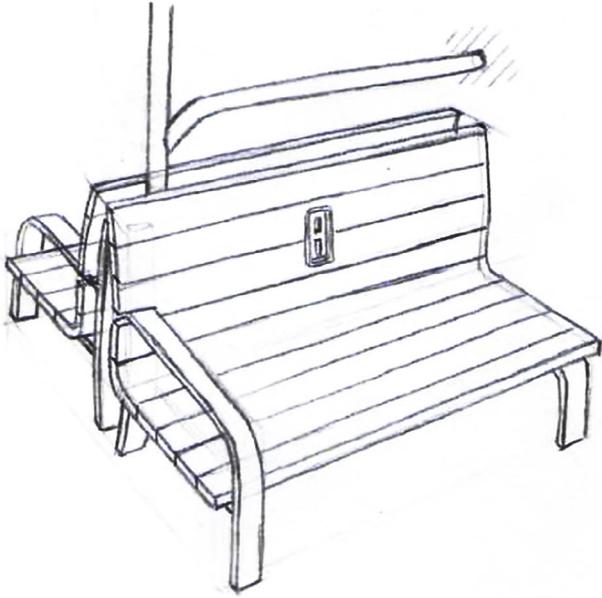


Figura 64 | Bocetos 10 | Elaboración propia

Después de hacer muchas variaciones, finalmente, se ha escogido la siguiente propuesta.

Se barajan opciones tanto de asientos individuales como grupales (con capacidad para dos pasajeros) estilo banco. Se ha optado por unos individuales tanto por estética como por conveniencia. Estéticamente funcionan mejor, dando una mayor sensación de ligereza y dando, visualmente, más aire al vagón.

Además, el conjunto puede recordar demasiado a los asientos tradicionales y puede resultar en un diseño tosco y anticuado.

En cuanto a conveniencia, los asientos individuales designan sin lugar a duda **el espacio que le corresponde a cada pasajero**, evitando problemas entre estos. No sólo eso, sino que resulta **más fácil de transportar, montar e instalar que uno grupal**. Y para la versión de zona sin caja y plegable, es bastante posible que un grupal diera problemas. Por ejemplo, si se quiere instalar de espaldas a la pared del vagón una fila de asientos de número impar, no se podría hacer con grupales.

De entre las propuestas individuales, se ha escogido esta por sus curvas, las cuáles recuerdan a un cuerpo humano, le da al producto **un aspecto más orgánico, suavidad y potencia su ligereza visual**.

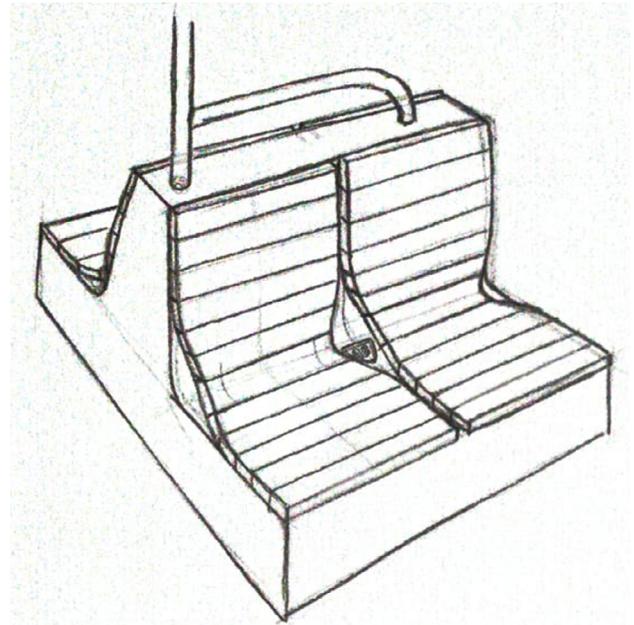


Figura 65 | Bocetos 11 | Elaboración propia

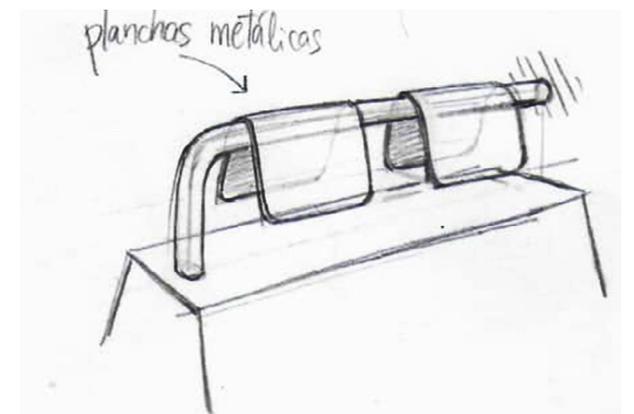


Figura 66 | Bocetos 12 | Elaboración propia

Además, se ha decidido incorporar un reposacabezas. Se han bocetado también bastantes propuestas de reposacabezas y finalmente se ha escogido esta. Este se adapta al asidero usándolo al mismo tiempo como su estructura. Se baraja la opción de estar formado, en lugar de por planchas metálicas, por listones de madera para conjuntar mejor con el asiento.

Por último, se va realizar alguna mejora al estado de la idea, mejorando su ergonomía con curvas en la zona del poplíteo y al final del respaldo para evitar que acabe en canto, haciéndolo más cómodo y estéticamente más agradable; y se va a dibujar las tres versiones restantes.

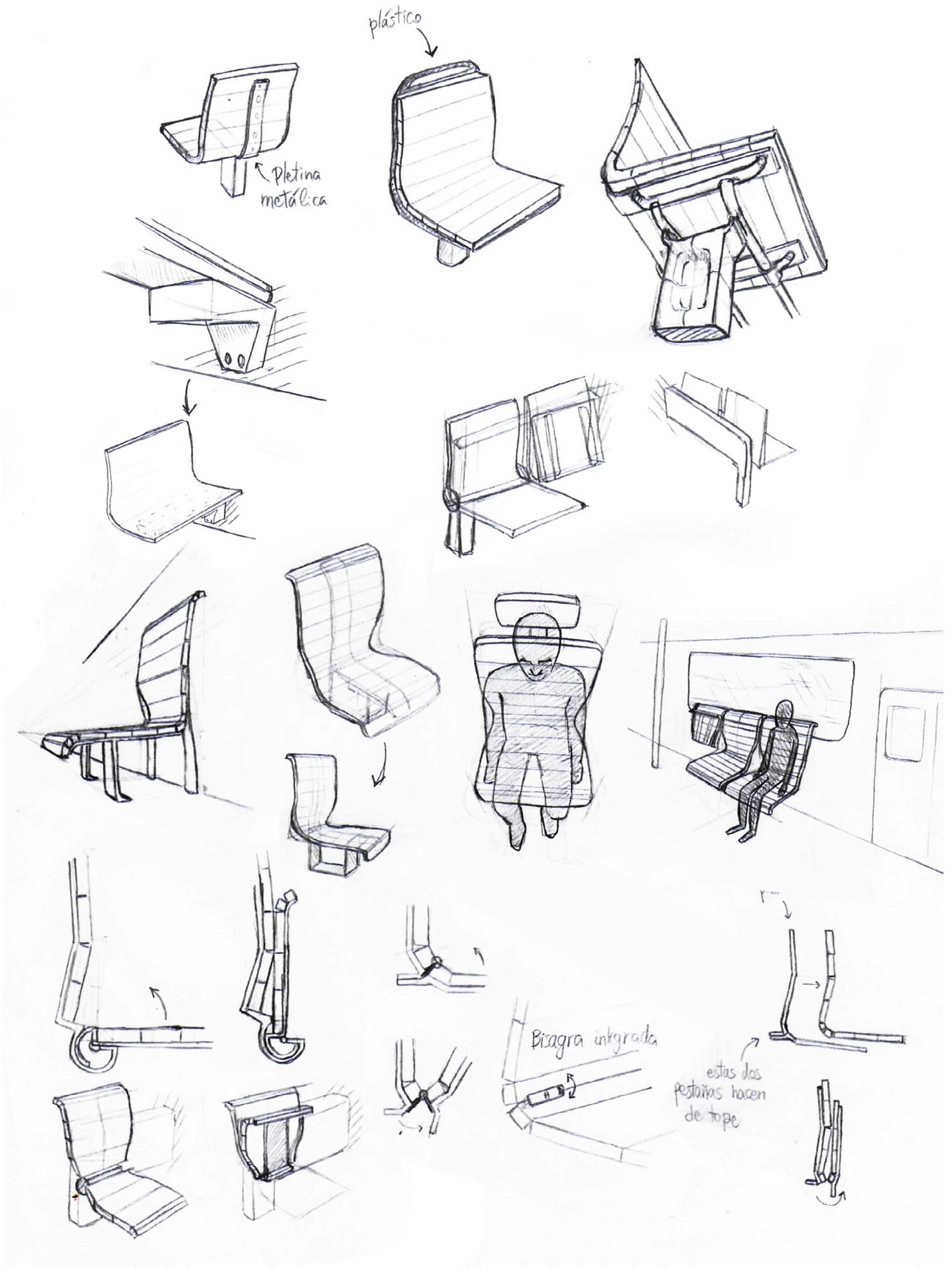


Figura 67 | Bocetos 13 | Elaboración propia

# Propuesta final

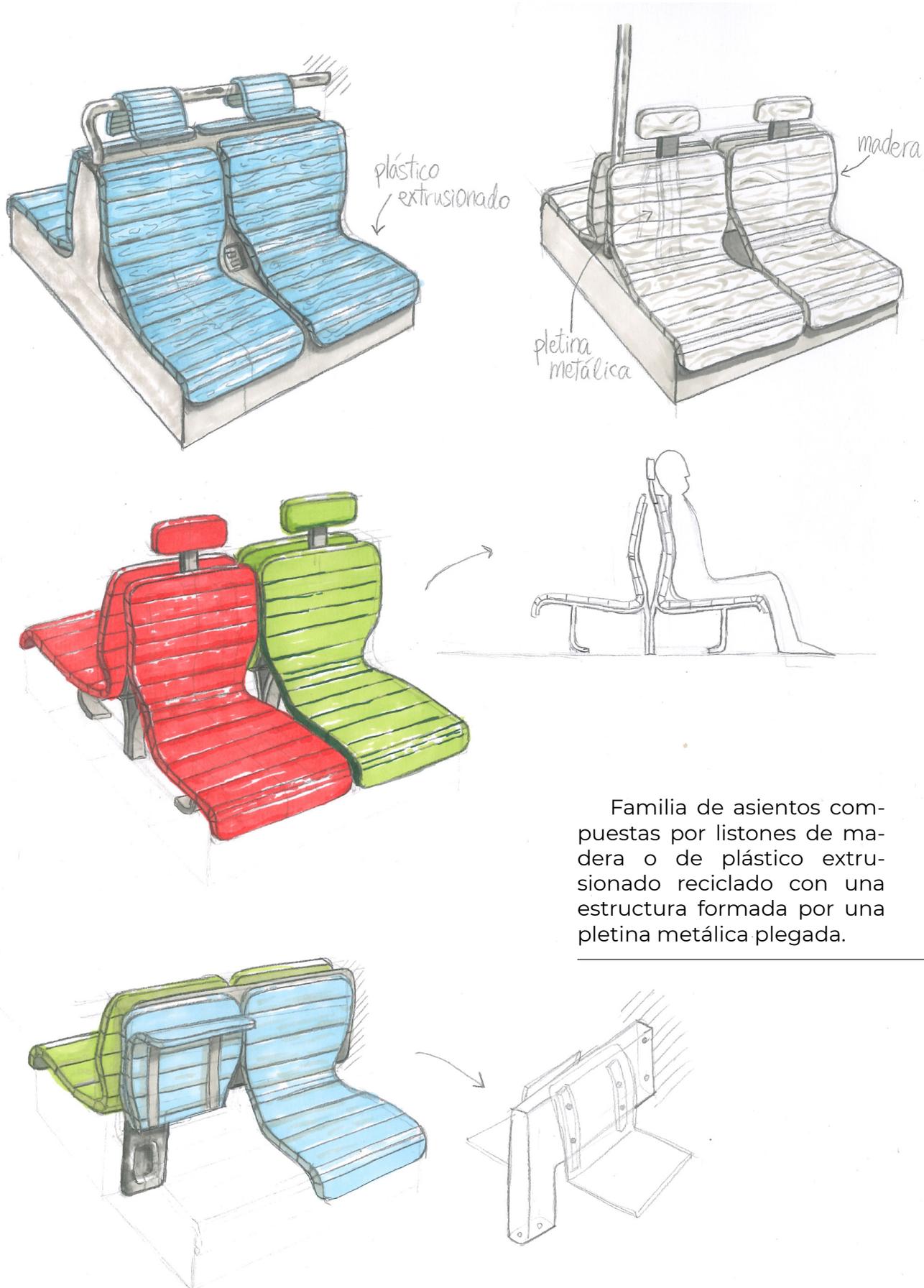


Figura 68 | Propuesta final | Elaboración propia

# Maqueta

La maquetación es una fase que, aunque no es estrictamente necesaria, es útil para profundizar en las características y algunos detalles del diseño de un producto.

Las maquetas ofrecen, frente a las imágenes en dos dimensiones, una visión tridimensional del producto, pudiendo observarlo desde todas sus ángulos. Esto facilita su análisis para poder corregirlo si fuera necesario.

Para simular las tablas de madera se ha usado tiras de gomaespuma de colores y para la estructura plastilina reforzada con alambre de metal. Con fragmentos de alambre, a modo de clavos, se han clavado las tiras de gomaespuma a la estructura. Con las tiras clavadas se han marcado las curvas del asiento con un lápiz para poder luego cortarlas y pegarlas a la estructura con pegamento adhesivo.

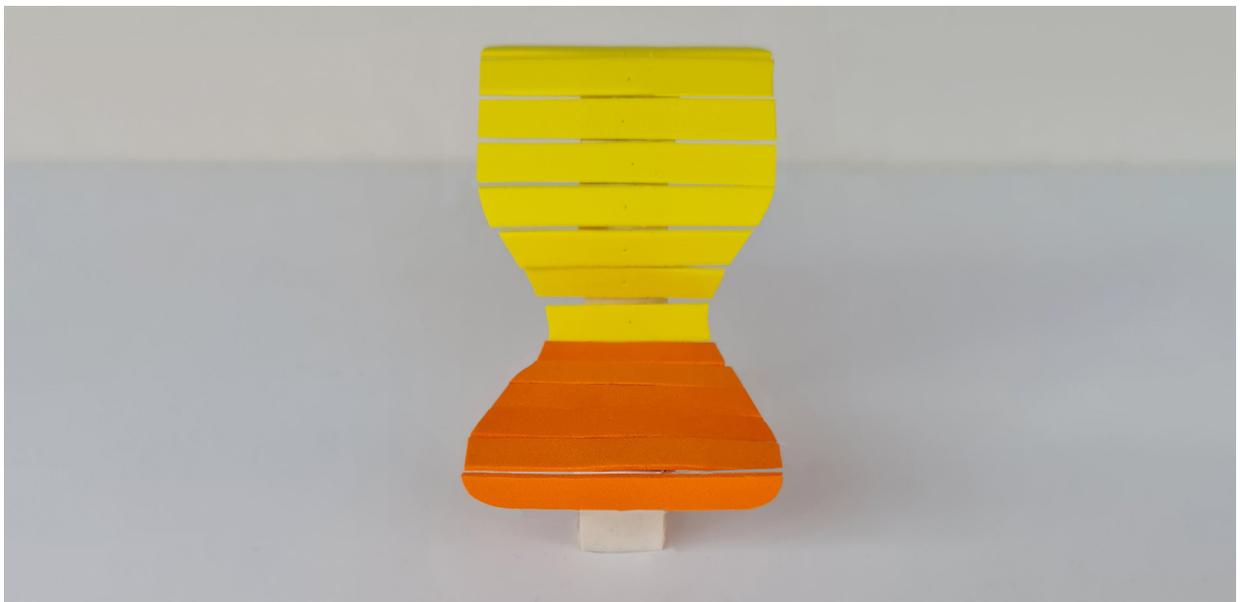


Figura 69 | Maqueta frontal | Elaboración propia

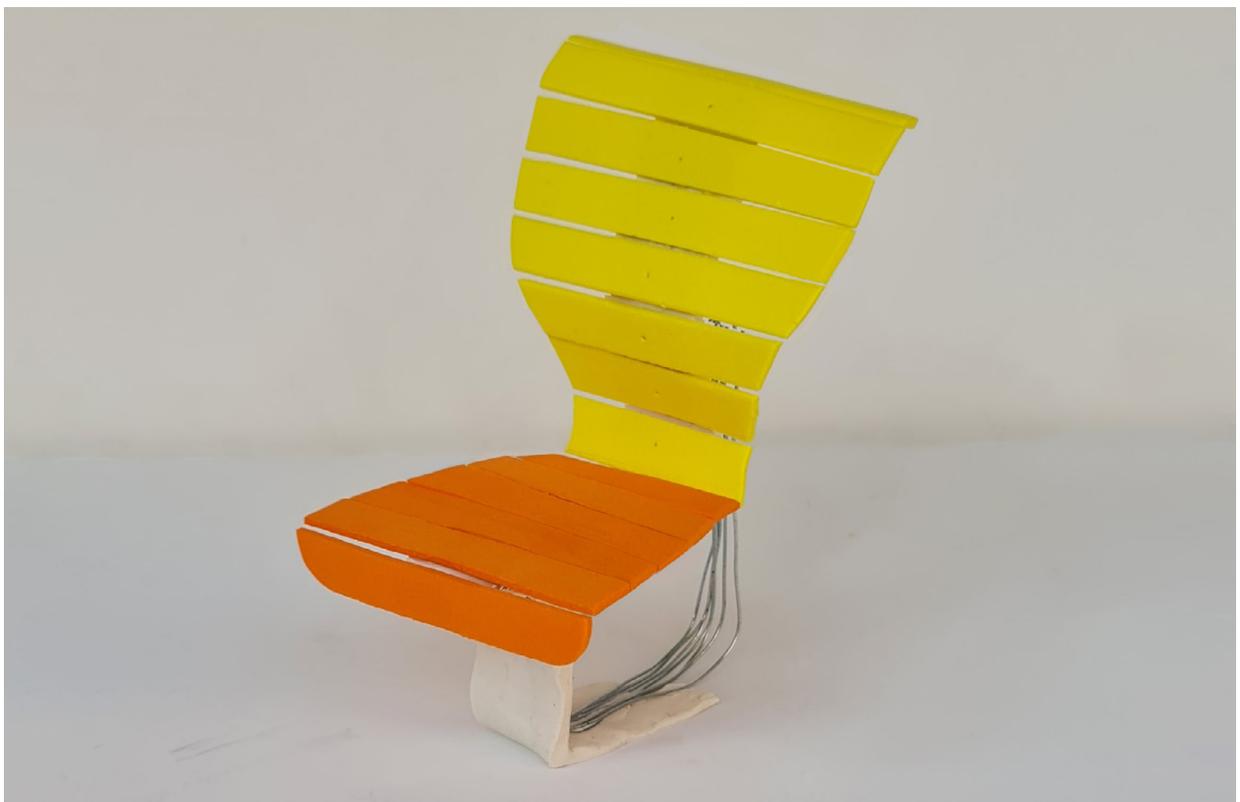


Figura 70 | Maqueta isometrica | Elaboración propia



Figura 71 | Maqueta perfil | Elaboración propia



# Naming

# BRISA

**Brisa:** 2. f. Viento suave y agradable

Se le ha dado el nombre de “Brisa” a este producto haciendo referencia a su ligereza y su estética. Se buscaba un nombre corto y conciso, de no más de dos sílabas, para concordar con el estilo sobrio y elegante del asiento. Este nombre busca transmitir, además, una sensación de calidez y tranquilidad.

# DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

Finalmente, el asiento se ha diseñado de forma que funcione igualmente en los dos tipos de cajón bogie. Además, su base (los listones y la pletina que le da forma) es la misma que para la variación individual. Sólo se diferencia la altura de la pletina que actúa como alzador que establece la altura del asiento.

Se ha decidido que sólomente la versión con el cajón completo disponga de asidero y reposacabezas por dos motivos:

estos elementos obligan a los asientos a estar más separados, lo que reduce demasiado el espacio en el vagón; y porque visualmente el vagón quedaría demasiado cargado de elementos.

El modelado 3D se ha realizado con el software CAD **Solidworks**, el renderizado con el software de renderizado e iluminación **Keyshot**, y finalmente se ha retocado, añadido fondos e incorporado usuarios mediante **Adobe Photoshop**.

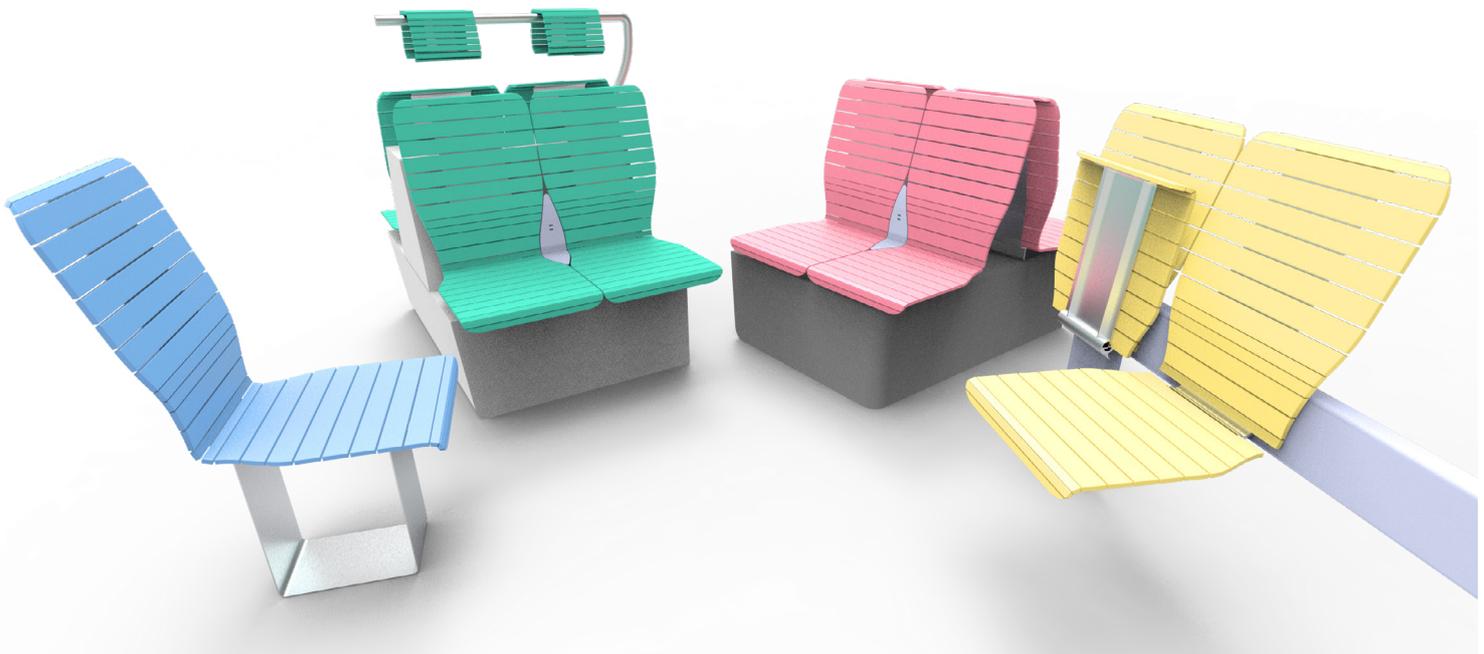


Figura 72 | Familia Brisa |  
Elaboración propia

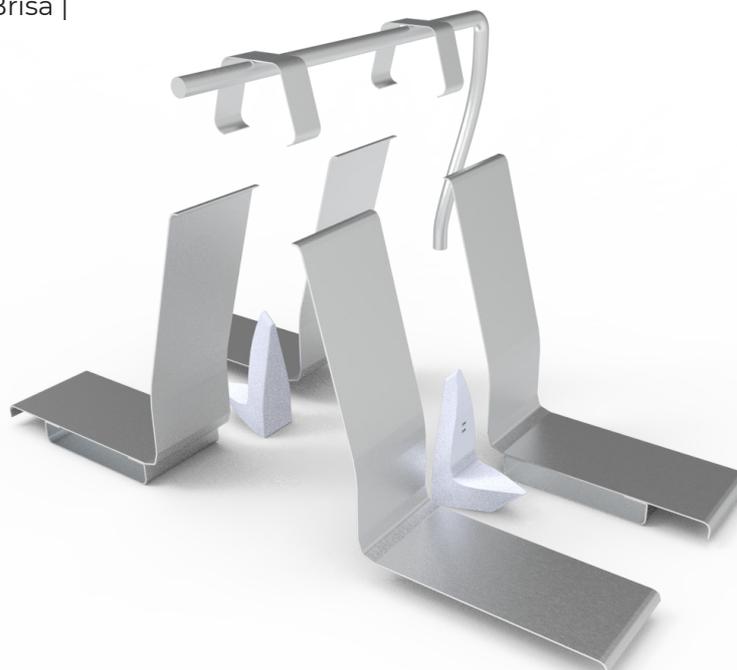


Figura 73 | Estructura | Elaboración propia

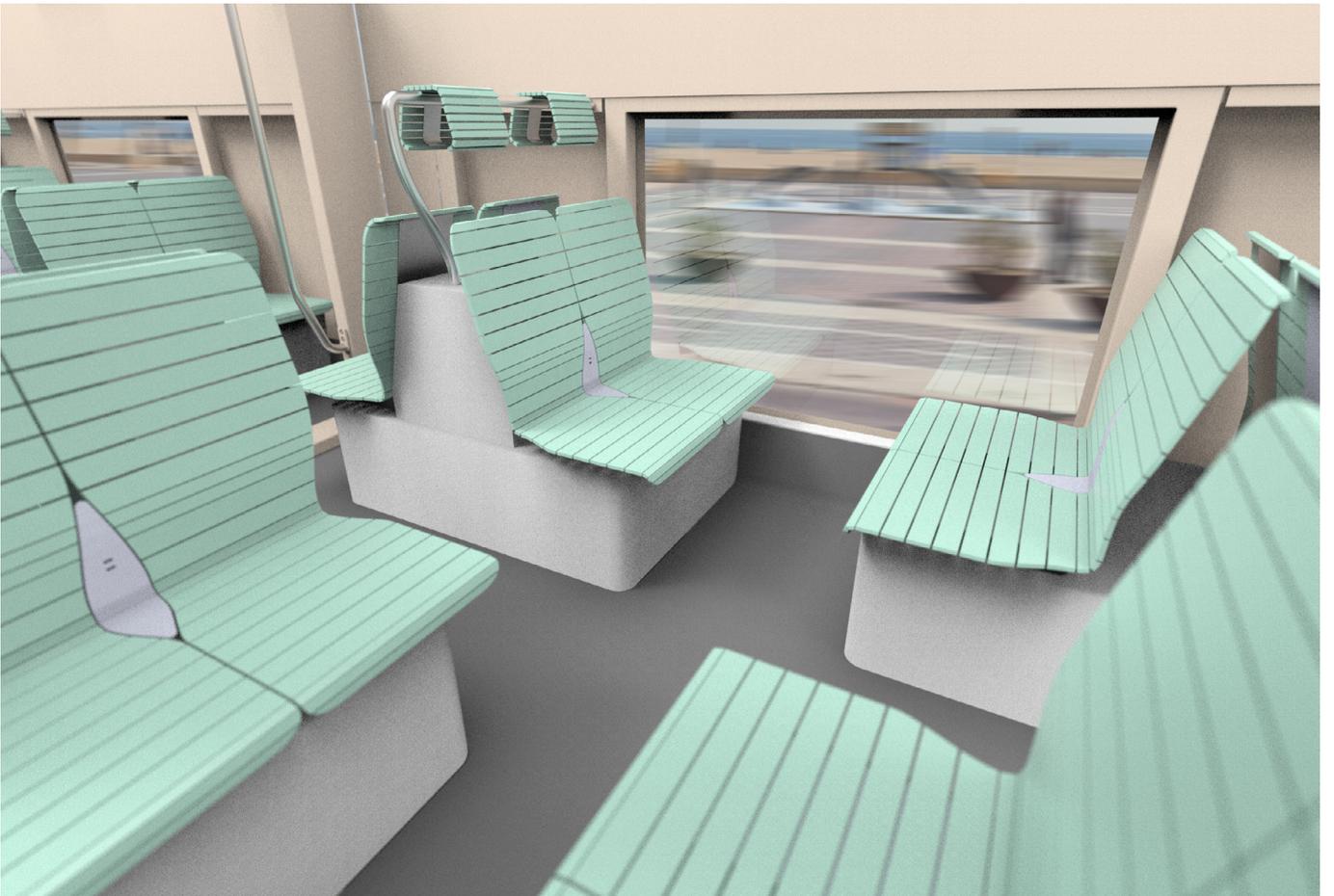


Figura 74 | Renderizado 1 | Elaboración propia

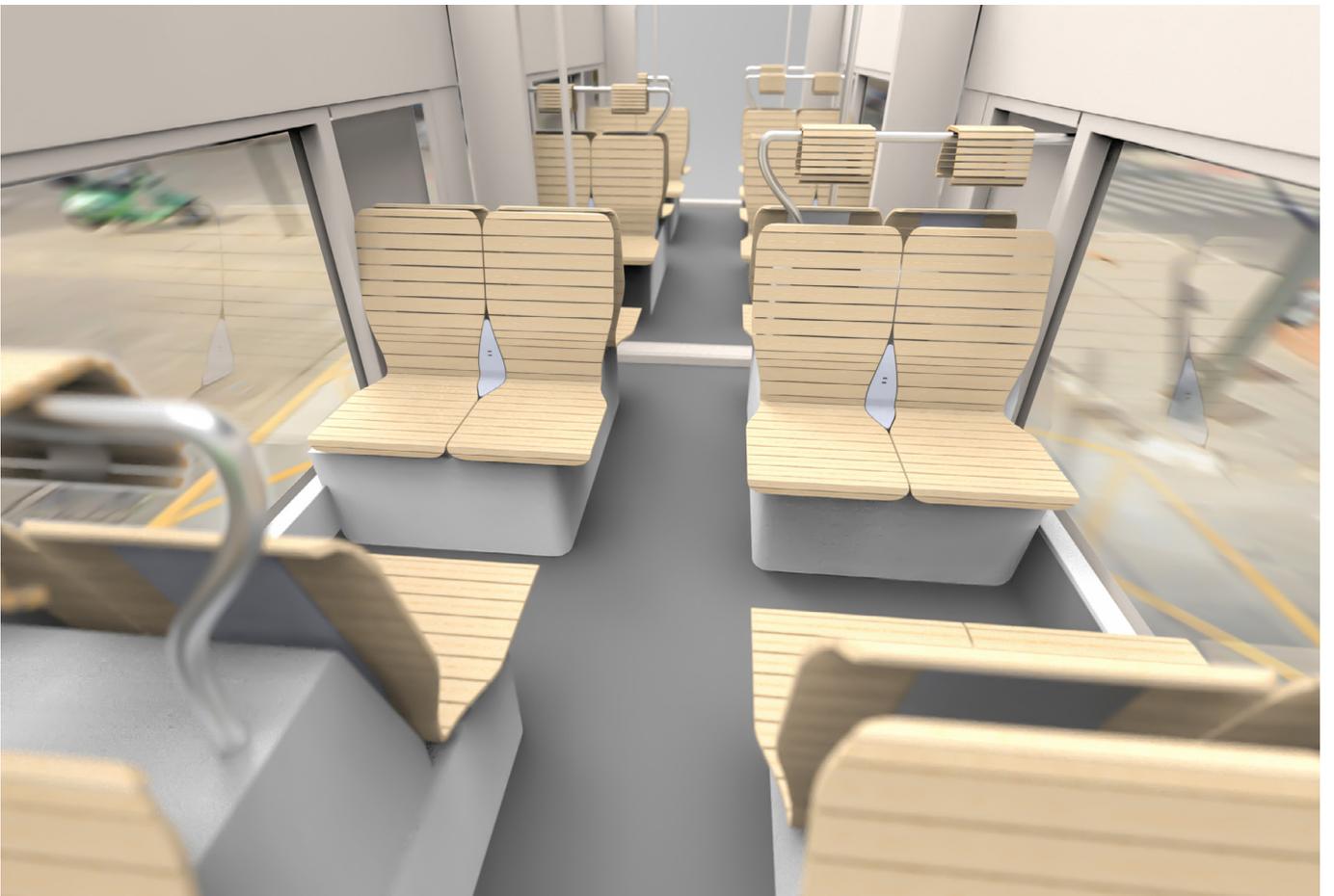


Figura 75 | Renderizado 2 | Elaboración propia

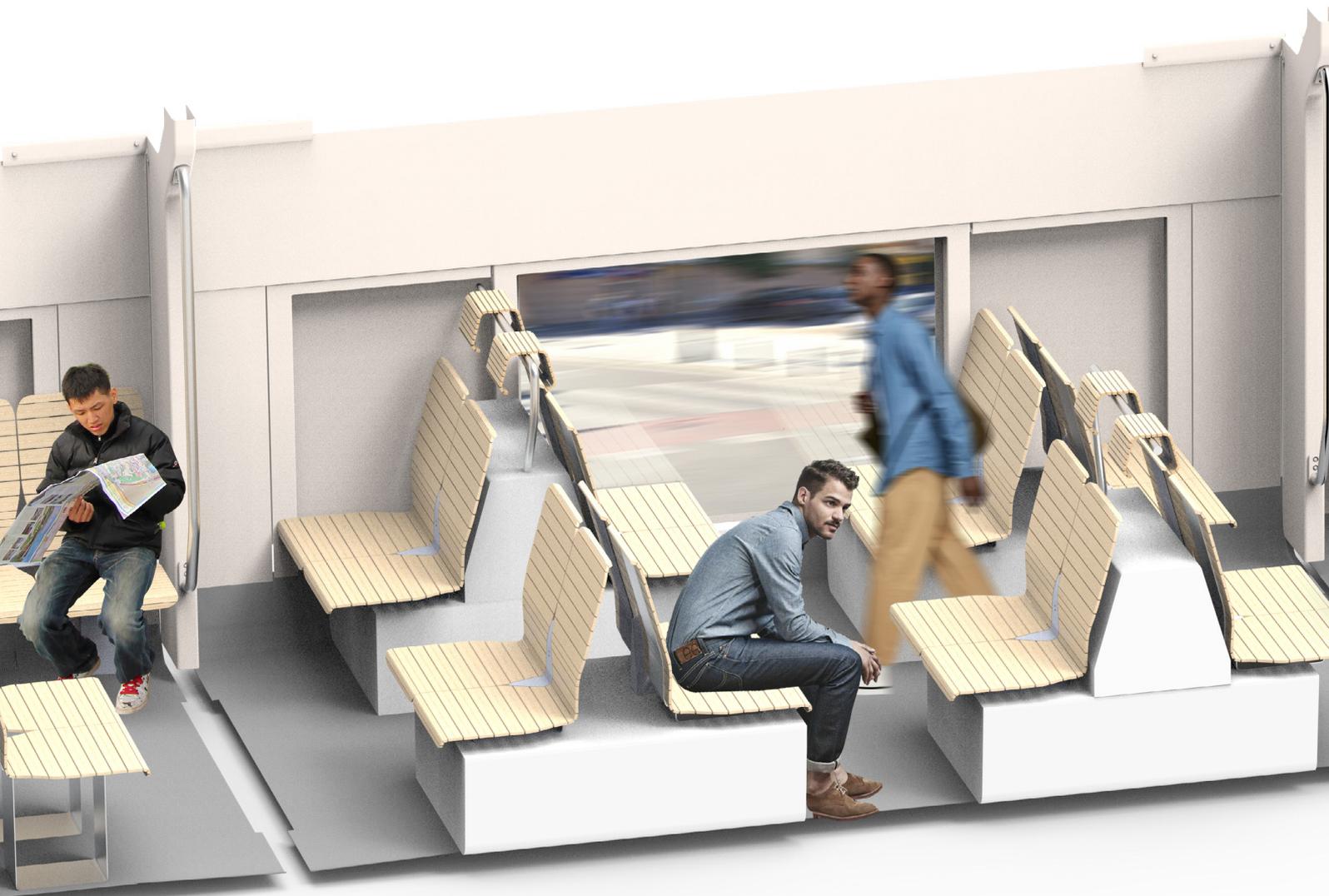


Figura 76 | Renderizado 3 |  
Elaboración propia



# DISEÑO DE DETALLE

---

Antes de entrar en el diseño de detalle cabe aclarar que sólo se profundizará técnicamente en el modelo que se adapta al cajón del bogie, pues al fin y al cabo es el objeto principal de este proyecto.

Esto se refiere a las fases como pueden ser el presupuesto de fabricación y planos técnicos. Por otro lado, sí que se realizarán modelados, renderizados y presentaciones en formato cartel de toda la familia.

## Ergonomía

Según la Asociación Española de Ergonomía, la **ergonomía** es “el conjunto de conocimientos de carácter multidisciplinar aplicados para la adecuación de los productos, sistemas y entornos artificiales a las necesidades, limitaciones y características de sus usuarios, optimizando la eficacia, seguridad y bienestar”.

En otras palabras, la ergonomía estudia la **relación entre las personas y los objetos** con el objetivo de mejorar la correcta usabilidad de estos.

La ausencia de una fase de estudio ergonómico en el diseño de un producto puede llevar como resultado a un artículo que sea muy difícil de usar por parte del usuario.

Esto ocurre frecuentemente porque en las fases de conceptualización del producto y su desarrollo se es propenso a centrarse más en el producto en sí que en la persona que finalmente lo va a utilizar.

Dicho esto, un **producto ergonómico** es aquel que procura su buen uso por parte del usuario. Esto hace que el producto sea más eficiente, cómodo, seguro y facilita comprender cómo se éste se utiliza.

Para obtener estos datos se ha usado un informe de datos antropométricos de la población laboral española que responde al proyecto nacional INSHT/PN 543, llevado a cabo por el Instituto Nacional de Seguridad e Hi-

gienes en el Trabajo (INSHT). Este proyecto no tiene sólo el objetivo de recabar una base de datos sino también de desarrollar una metodología para la toma de medidas antropométricas de la población española, siguiendo las recomendaciones establecidas en la norma internacional UNE EN ISO 7250:1998.

Estas medidas se tomaron entre junio de 1991 y diciembre de 1996 con la ayuda de diferentes organismos de varias comunidades autónomas, especialmente la de los Gabinetes y Centros de Seguridad e Higiene en el Trabajo de Castellón, Madrid, Murcia, León, Oviedo, Santa Cruz de Tenerife y Zaragoza. Esta base de datos fue verificada y analizados durante 1997 y 1998, y finalmente en 1999 se publicaron los resultados.

Para asegurar unas medidas del asiento que asegure un uso ergonómico para el mayor porcentaje de la población, se ha hecho un estudio de los datos antropométricos medios de las siguientes medidas: **altura del poplíteo, anchura de las caderas (sentado), altura de los hombros (sentado) y longitud poplíteo-trasero.**

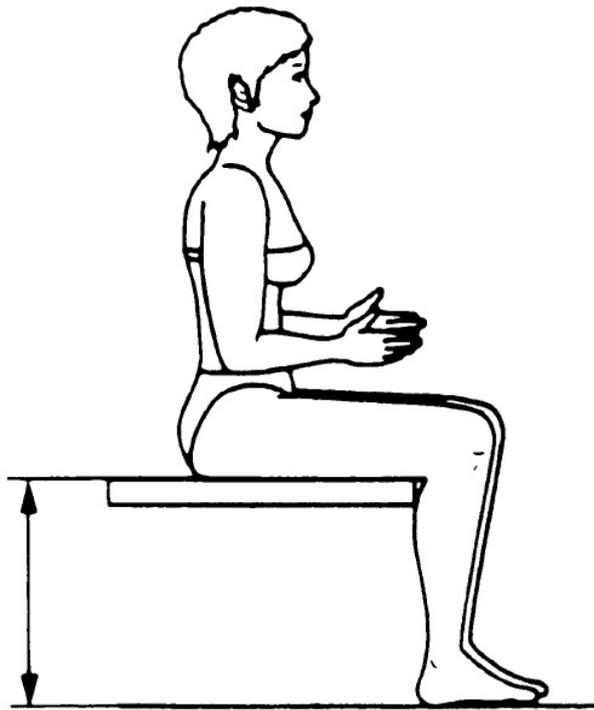


Figura 77 | Altura del poplíteo  
| Fuente: ISO 7250: 1996

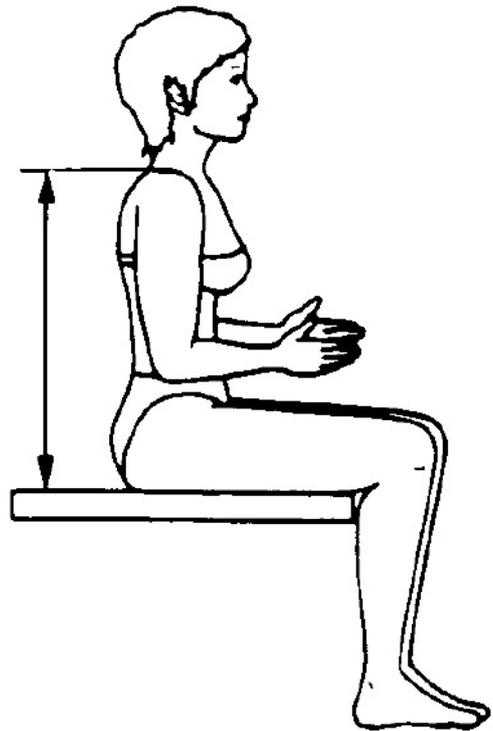


Figura 78 | Altura hombros sentado|  
Fuente: ISO 7250: 1996

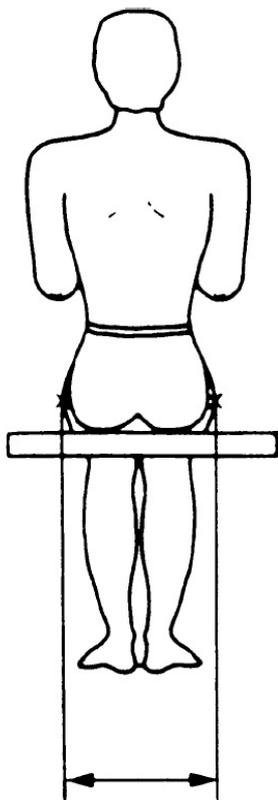


Figura 79 | Anchura caderas sentado|  
Fuente: ISO 7250: 1996

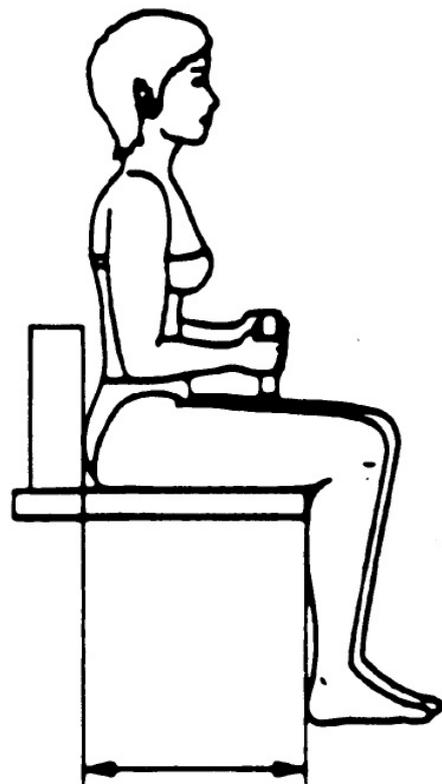


Figura 80 | Longitud poplíteo trasero |  
Fuente: ISO 7250: 1996

Tabla 5

Nº (Refer. ISO 7250:1996)	Designación	Tamaño muestr.	Media	Desv. típica	Error típico	Percentiles				
						P 1	P 5	P 50	P 95	P 99
15 (4.2.4)	Altura de los hombros, sentado	1719	578,66	33,70	0,81 3	500	524	579	635	660
20 (4.2.11)	Anchura de caderas, sentado	1718	365,14	30,44	0,73 4	294	316	364	417	445
21 (4.2.12)	Longitud de la pierna (altura del poplíteo)	1721	418,17	29,17	0,70 3	350	368	419	464	487
43 (4.4.6)	Profundidad de asiento	1721	493,52	28,05	0,67 6	426	450	492	540	568

Tabla medidas | Fuente: Antonio Carmona Benjumea

Un **percentil** es una medida estadística que divide todos los datos en cien partes iguales. Éste informa sobre la posición en la que se sitúa una variable, indicando qué porcentaje de los datos tomados se encuentran por debajo de este.

Por ejemplo, si en una base de datos sobre la edad de una ciudadanía, la cifra de 32 años corresponde al percentil 40 (o P40), significa que el 40% de los ciudadanos tienen menos de 32 años.

Para la toma de datos antropométricos a la hora del diseño de producto, dependiendo de la situación, se deberá tomar un percentil u otro. Para casos en los que es importante que la mayoría de los usuarios sean capaces de alcanzar algo (por ejemplo, el freno de una bicicleta), se tomarán los datos más pequeños. La forma más habitual de proceder es tomar el percentil 5 cuando se requieren datos pequeños y el percentil 95 para los grandes.

Explicado esto, para el ancho del asiento se ha escogido el **percentil 95** de la anchura de las caderas sentado, pues es importante que el ancho de cadera del mayor porcentaje posible de la población sea igual o menor que el del asiento. No se ha escogido el percentil 99 para no reducir demasiado la zona de tránsito del vagón.

Para la longitud del respaldo al final del asiento se ha escogido el **percentil 5** de la longitud poplíteo- trasera, ya que es importante que el mayor porcentaje de la población alcance el respaldo cómodamente.

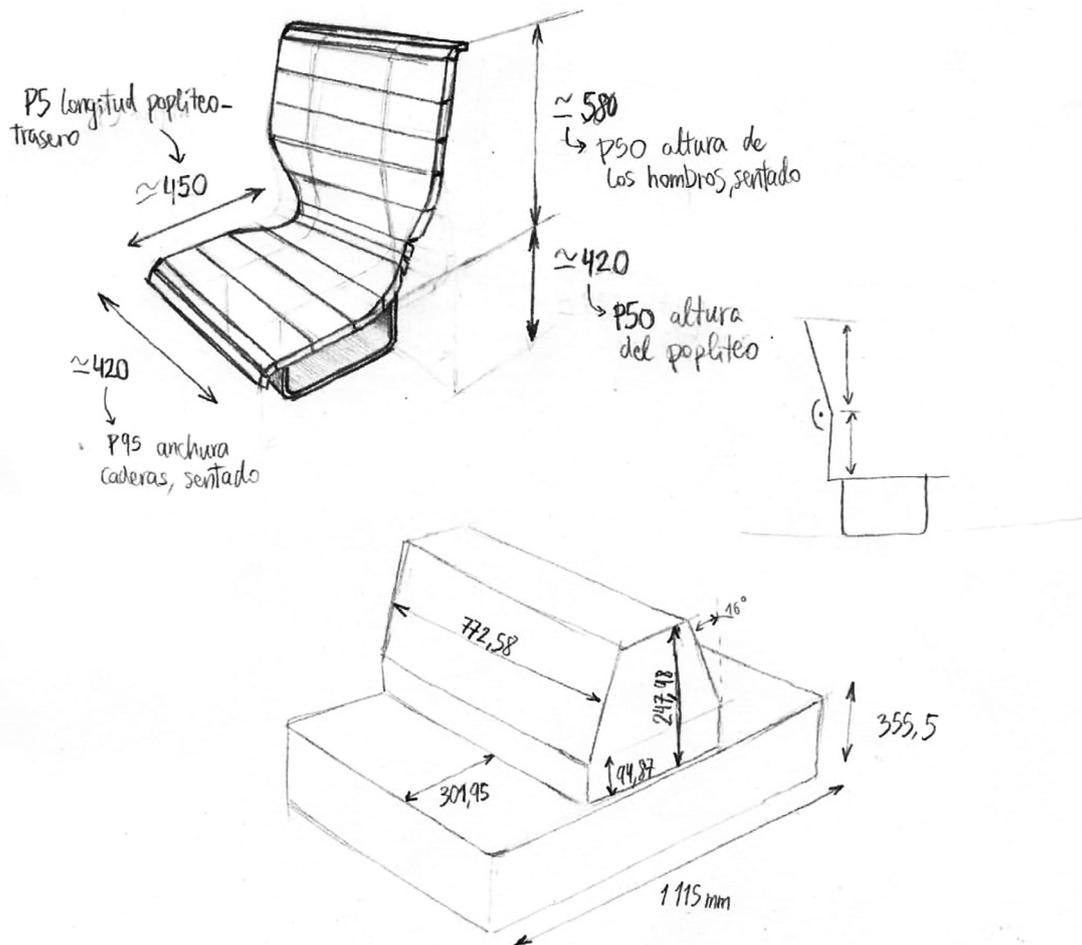


Figura 81 | Justificación Medidas | Elaboración propia

Los datos del cajón del bogie has sido obtenidos de un modelo tridimensional facilitado por Stadler.

La altura del cajón es de 355,5 milímetros, y la altura del asiento escogida es de 420. Para suplir esta diferencia de altura se añadirá una pletina metálica plegada que estará unida tanto al cajón como a la estructura del asiento.

Para adaptarse a la curva lumbar el respaldo se ha curvado y rotado 15°. Además se le han dado curvas en la zona del poplíteo y al final del respaldo para evitar que acabe en canto, haciéndolo más cómodo. Para lograr unas curvas redondeadas se emplearán tablonés más estrechos.

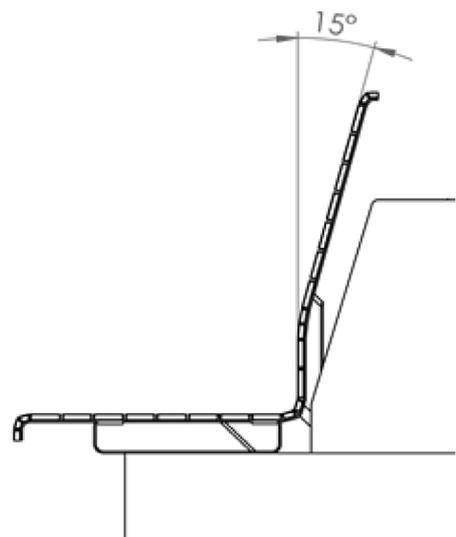


Figura 82 | Perfil Asiento | Elaboración propia

# Materiales

Brisa está compuesto por listones de 10 mm de espesor atornillados a una pletina metálica de 3 mm de espesor que compone la estructura y le confiere al asiento y al reposacabezas su forma; un asidero y un puerto USB. En el caso del reposacabezas, la pletina es de 2 mm de espesor, pues no requiere de una resistencia estructural tan alta.

La carcass que aloje el puerto USB se hará de plástico debido a la complejidad de su forma. En concreto, de **polietileno de alta densidad (HDPE)**. Para la pletina y el asidero se ha escogido como material el **aluminio**. Para los listones, se han escogido dos opciones: **madera** y **plástico ecológico**, siendo los dos de origen sostenible. El plástico ofrece al cliente un alto nivel de personalización del vagón, ya que este material confiere una total libertad cromática. Bajo opinión personal, la madera resulta una opción más interesante y acorde a la visión final del proyecto, por lo que será este material con el que se desarrollará a profundidad (fabricación, compra de materiales, presupuesto final...) el resto del proyecto.

Estos materiales se han escogido por los siguientes motivos:

## Madera

### **Resistencia:**

La madera maciza se caracteriza por su excelente resistencia a los golpes y durabilidad.

### **Calidez:**

Aporta un toque de naturalidad al ambiente, haciéndolo más acogedor. Además, en este caso, los ambientes de los transportes públicos actuales casi no implementan materiales naturales, por lo que resulta un importante factor de distinción frente al resto de productos del mercado.

### **Ecológico:**

La madera es un material natural que no está tratado químicamente, se puede obtener de manera sostenible y se puede reciclar. Todo esto hace que la huella de carbono de un producto fabricado en madera sea menor.

### **Humedad:**

Los poros de la madera que no están cubiertos por sustancias lo hacen un gran regulador de la humedad, absorbiendo parte de la humedad cuando el ambiente se encuentra húmedo y soltando cuando se encuentra seco.

### **Limpieza:**

Limpiarlo y mantenerlo no supone un trabajo muy complicado.

### **Temperatura:**

La madera es un muy mal conductor térmico, afectándole muy poco los cambios de temperatura.

### **Atemporalidad:**

La madera es un material elegante usado a lo largo de toda la historia que nunca pasa de moda y que suele combinar de forma perfecta con cualquier tipo de entorno.

## Aluminio

### **Ligero:**

Con un peso de 2,7 g/cm<sup>3</sup>, el aluminio es tres veces más ligero que el acero. Ésto reduce el peso de los vagones y optimiza su transporte, favoreciendo a una huella de carbono más reducida.

### **Resistente:**

El aluminio tiene una excelente resistencia frente a los golpes y durabilidad. No se oxida y tiene una muy buena resistencia frente a la corrosión.

### **Matenimiento:**

Muy fácil de limpiar. No requiere ningún tipo de producto especial para su limpieza,

### **Impermeable e inodoro**

### **100% Reciclable:**

Se puede reciclar en su totalidad sin ningún tipo de efecto negativo en sus cualidades. Su reciclado sólo requiere un 5% de la energía que se usó para generarla.

### **Estética:**

El aluminio es un material de aspecto intemporal. Además, la combinación de materiales naturales e industriales al mezclarse con la madera, le da a Brisa un aspecto más interesante.

## HDPE

### **Rigidez y resistencia física:**

Estas son su principales ventajas, teniendo una alta resistencia frente a impactos y a la tracción.

### **Reciclable:**

Sobre todo a través de reciclado mecánico y térmico.

### **Resistencia química:**

Tanto a los ácidos como a la corrosión

### **Fácil de trabajar:**

Fácilmente procesable con métodos como la extrusión o la inyección.

### **Alta resistencia térmica**

### **Incoloro y casi opaco**

# Normativa

A continuación se incluye la normativa necesaria a tomar en cuenta para que el asiento pueda salir al mercado.

DENOMINACIÓN	DEFINICIÓN
UNE-EN 12369-3:2009	Tableros derivados de la madera. Valores característicos para el cálculo estructural. Parte 3: Tableros de madera maciza.
UNE 11019-6:1990	Métodos de ensayo en los acabados de muebles de madera. Resistencia superficial al daño mecánico.
UNE-EN 15737:2010	Estructuras de madera. Métodos de ensayo. Fuerza de torsión y resistencia al atornillado.
UNE-EN 485-2:2017+A1:2019	Aluminio y aleaciones de aluminio. Chapas, bandas y planchas. Parte 2: Características mecánicas.
UNE-EN ISO 7438:2021	Materiales metálicos. Ensayo de doblado. (ISO 7438:2020).
UNE-EN 12299:2010	Aplicaciones ferroviarias. Comodidad de viaje para los pasajeros. Medición y evaluación.
UNE-EN 16989:2019	Aplicaciones ferroviarias. Protección contra incendios de los vehículos ferroviarios. Ensayo de comportamiento frente al fuego para asientos completos.
UNE-EN 13816:2003	Transporte. Logística y servicios. Transporte público de pasajeros. Definición de la calidad del servicio, objetivos y mediciones.
UNE-EN 1728:2013	Mobiliario. Asientos. Métodos de ensayo para la determinación de la resistencia y de la durabilidad.
UNE-EN 1022:2019	Mobiliario. Asientos. Determinación de la estabilidad.

# Condiciones técnicas

Brisa está formado por tres piezas comerciales y 22 de diseño propio.

Piezas comerciales	Tornillos Rosca DIN 96
	Tornillos DIN 933
	Tuercas DIN 934
Piezas diseñadas	18 Tablas distintas para el asiento
	Tabla del reposacabezas
	Pletina base asiento
	Pletina alzador asiento
	Pletina base reposacabezas
	Pletina encaje reposacabezas
	Asidero
	USB

A continuación se describirán las características de las piezas comerciales y su forma de suministro y la materia prima obtenida para fabricar las piezas diseñadas.

También se tratará los métodos de fabricación de las piezas diseñadas y el montaje del producto.

# Piezas comerciales

## Tornillos Roscados

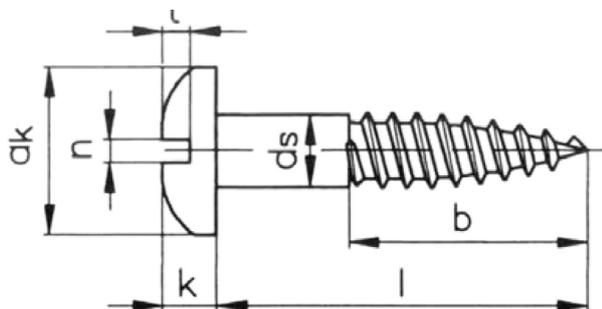


Figura 83 | Tornillo DIN96 | Fuente: DISLA

Para los tornillos que van a la madera se han escogido unos tornillos de rosca para madera de cabeza redonda, correspondientes a la normativa **DIN 96**. Se van a requerir de **60 tornillos** para unir los listones con la pletina base, (52 para el asiento y 52 para introduciendo estos por el lado de la pletina, ocultando así los tornillos.

Las medidas del tornillo son de:

$$ds = 3 \text{ mm}$$

$$l = 10 \text{ mm}$$

$$dk = 5 \text{ mm}$$



Figura 84 | Tornillo para madera | Fuente: Leroy Merlin

El proveedor escogido es Leroy Merlin. El pedido se vende en cantidades de 50 tornillos a un precio de 1,29 €. Como se necesitan 60, se tendrán que hacer dos pedidos con un **coste total de 2,58 €**.

Los tornillos son de la marca STANDERS. Son de acero con un cincado (baño de zinc para aumentar su protección frente a la oxidación y la corrosión) como acabado superficial. La huella del cabezal es de tipo Pozidriv.

## Tornillos Hexagonales

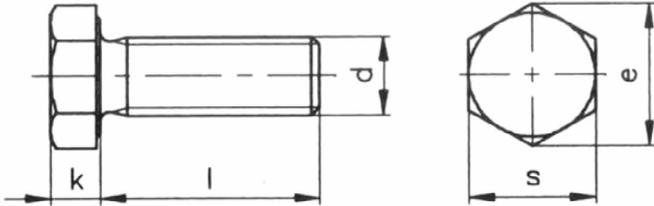


Figura 85 | Tornillo hexagonal DIN933 | Fuente: DISLA

Para fijar el asiento al cajón del bogie se van a usar **4 tornillos** de cabeza hexagonal (junto a 4 tuercas) correspondientes a la normativa **DIN 933** que unirán la Pletina Alzador y el cajón bogie. Las medidas del tornillo son de:

$d_s = 6 \text{ mm}$

$l = 25 \text{ mm}$

$e = 11,05 \text{ mm}$



### Tornillo DIN-933 8.8 cincado (Uds)

CINCADO

Tornillo hexagonal DIN-933 en diferentes métricas y longitudes.

En acero cincado. [Rosca completa](#). Calidad 8.8

Venta por unidades

Referencia: 9338C06025

Disponibilidad: 48h

★★★★★ 44 opiniones

**0,07 €** I.V.A Inc.

Métrica tornillo

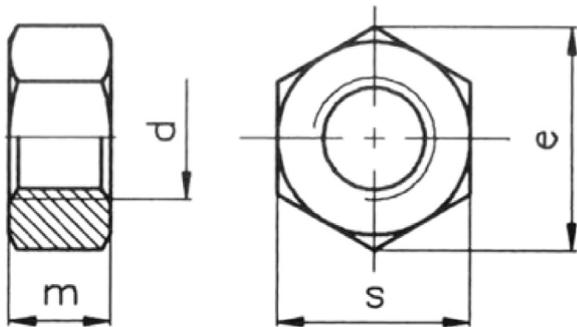
Longitud tornillo (mm)

Cantidad

Figura 86 | Tornillo hexagonal | Fuente: Enteban

El proveedor escogido es Enteban. El pedido se puede hacer de forma unitaria con un coste de 0,07 € por unidad. Como se necesitan 4, el **precio total es de 0,28 €**. Estos tornillos son también de acero cincado.

## Tuercas Hexagonales



Para fijar el asiento al cajón del bogie se van a usar **4 tuercas** hexagonales (junto a 4 tornillos) correspondientes a la normativa **DIN 934** que unirán la Pletina Alzador y el cajón bogie. Las medidas de la tuerca son de:

$ds = 6 \text{ mm}$

$e = 11,05 \text{ mm}$

Figura 87 | Tuerca hexagonal DIN934 | Fuente: DISLA



30 tuerca hexagonal de acero cincado

1,89 €

**1,30 €** Te ahorras 0,59 € (-31,22%)

Ref: 15658566



Figura 88 | Tuerca hexagonal | Fuente: Leroy Merlin

El proveedor escogido es Leroy Merlin. El pedido se vende en cantidades de 30 con un precio de 1,30 €. Como se necesitan sólo 4, el **coste total es de 1,30 €.**

Las tuercas son de la marca STANDERS. Al igual que los tornillos, estas son de acero cincado

# Piezas diseñadas: materia prima

## Madera

Para la madera se ha decidido usar **haya**. En España, la madera de haya es una de las que más abundan, sobre todo en el norte. Esto hace que España disponga de una gran obtención sostenible de este material.

Su resistencia y durabilidad son muy buenas. Gracias a su densidad y dureza lo hacen un material muy fácil de trabajar, sobre todo su aserrado, cepillado, encolado, atornillado y acabado.

También se ha escogido debido a su color claro, que en muchas ocasiones llega incluso a ser blanquecino.

La madera de haya se suele emplear en estructuras y en todo tipo de carpintería exterior e interior.

Se ha escogido como proveedor a **Brico-Markt**, un almacén de Valencia que suministra maderas y elementos de éste material como vigas, tarimas o parquets flotantes. Los listones finales de Brisa son de 10 mm de espesor, así que se ha decidido adquirir madera de 12 mm, dejando así 1 mm de sobremedida a cada lado para poder realizar el lijado y acabado. El precio de madera de haya de 12 mm de espesor es de **35,9 €/m<sup>2</sup>**.

## Pletina de aluminio

Se requiere de dos pletinas de 3 mm de espesor para el asiento y dos pletinas de 2 mm de espesor para el reposacabezas.

El proveedor escogido es BricoMetal, una empresa que suministra metales a medida para profesionales y bricolaje. En su página web se puede escoger el tipo de metal en su amplio catálogo, su espesor, su ancho y longitud, y automáticamente ofrece un presupuesto aproximado. Cuantas más piezas se pidan, más barato sale el pedido de forma unitaria.

Las características de este producto son:

-Se pueden pedir desde anchos de 100 hasta 1000 mm, y largos de 100 hasta 1250.

-Aluminio natural crudo, aleación EN AW 3105 - H24.

-Tolerancia en ancho: +/- 1 mm

-Tolerancia en largo: +/- 1 mm

-Tolerancia en espesor: +/- 5 %

-Peso: 8,10 kg/m<sup>2</sup>

-Cantos rectos, sin biselar o redondear.

## Tubo de aluminio

Para el asidero se va a utilizar un tubo de aluminio de 30 mm de diámetro. El proveedor escogido es Amazon. Los pedidos se hacen de forma unitario a un coste de **17,97 €**. La marca del tubo es MetalExpres.



 **Tubo redondo de aluminio, 30 mm x 1 mm x 2000 mm, 10000**  
Marca: [metalexpres](#)  
★★★★☆ 77 valoraciones | 11 preguntas respondidas

**17<sup>97</sup> €** (8,99€ / meter)  
Precio final del producto  
**6€ de regalo** al recargar tu cuenta con 60€ por primera vez. [Más información.](#)

Tamaño:  
30 mm x 1 mm x 2000 mm

**Detalles del producto**

Marca	Metalexpres
Material	De Aluminio

Figura 89 | Tubos de aluminio | Fuente: Amazon

## Plástico HDPE

Para la carcasa que aloja al puerto USB se va a utilizar polietileno de alta densidad. El proveedor escogido es Alibaba, que oferta bolsas de 1 kg por 1 €. La carcasa será de 2 mm de espesor y pesará aproximadamente 200 gramos, por lo que el coste total es de **1€**.



Sinope-película de polietileno de alta densidad, película de polietileno HDPE, grado virgen, precio por kg

FOB Referencia Precio: [Consiga El Último Precio](#)

>= 1 Kilogramos  
**1,00 US\$**

Beneficios: Reembolsos rápidos en pedidos de menos de 1000 USD [Reclamar ahora](#)

Calidad:  Kilogramos

Muestras: **1,00 US\$/Kilogramo** Pedido mínimo : 1 Kilogramo [Comprar muestras](#)

Figura 90 | HDPE | Fuente: Alibaba

# Fabricación

## Fresado

El fresado es un proceso que consiste en el corte de un material con una herramienta rotativa denominada fresa, debido a la forma de sus cuchillas. Depende de la máquina, este corte se realizará mediante el desplazamiento de la herramienta, de la pieza a trabajar (moviendo la mesa) o combinando el movimiento de ambos.

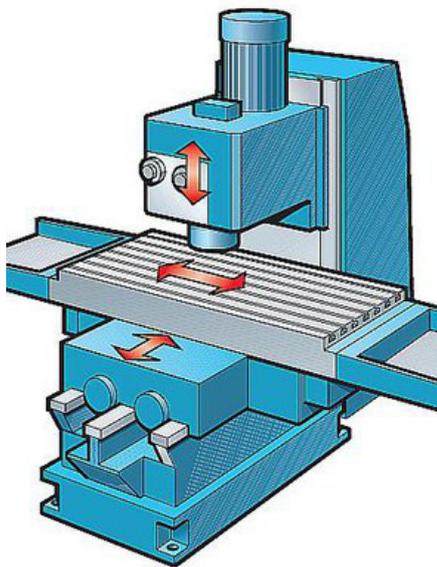


Figura 91 | Fresadora | Fuente: IMH

Este proceso ofrece distintas operaciones como: ranurado, fresado oblicuo (se corta la pieza generando el ángulo deseado), aplanamiento (mecanizando una superficie plana para mejorar su acabado), taladrado, mandrinado, avellanado, roscado y escariado.

Se empleará el proceso de fresado tanto para los listones como para las pletinas. Para las pletinas se su usará para taladrar los orificios por donde pasarán los tornillos. Para los listones, se usará para cortar los tablones a las dimensiones y curvas deseadas y para lijar la superficie, dándole un mejor acabado superficial. En algunas listones también será necesario un fresado oblicuo para darle un cierto ángulo, ya que su sección no es rectangular, sino trapezoidal.

## Plegado de chapa

El plegado de chapa es un procedimiento de conformado en el que una pieza se deforma plásticamente sobre un eje gracias a la fuerza roducida por una máquina para conseguir la forma deseada.

Si el radio de curvatura es pequeño, se denomina plegado, y si es grande curvado.

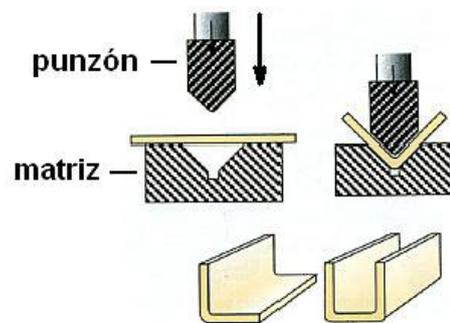


Figura 92 | Plegado | Fuente: IMH

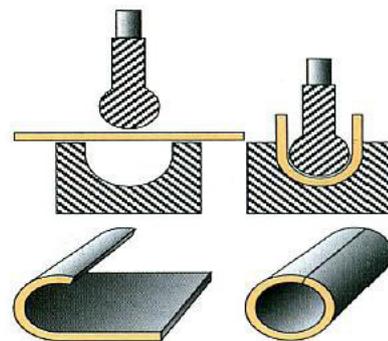


Figura 93 | Curvado | Fuente: IMH

Se usará este proceso para doblar las pletinas para deformarlas y lograr los ángulos y curvaturas deseadas.

## Soldadura

La soldadura es un proceso que se usa para unir dos o más piezas, generalmente de metal o termoplásticos. Se basa en aplicar una corriente eléctrica para sobrecalentar y fundir el metal. Al enfriarse, la unión queda fija.

Se puede utilizar un material de aporte, ya sea de metal o plástico, que forme un charco entre las piezas al fundirlo.

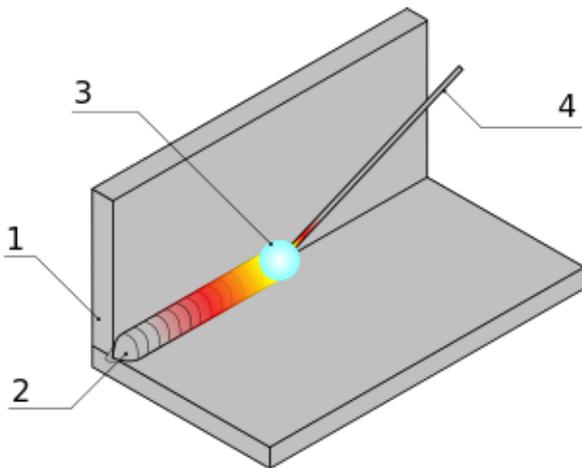


Figura 94 | Soldadura | Fuente: Wikipedia

Se empleará una soldadura para unir la Pletina Encaje del reposacabezas con la Pletina Base del reposacabezas.

## Curvado de tubos

El curvado de tubos es un proceso de conformado usado para deformar plásticamente un tubo para darle la forma deseada. Esto se puede llevar a cabo mediante pistones, rodillos, por compresión o por curvado rotatorio.

Se suele emplear para tubos de sección circular, pero también se pueden curvar otros perfiles como cuadrados o rectangulares.

Se usará este proceso para curvar el tubo de aluminio que forma el asidero.

## Inyección

El proceso de inyección consiste en crear una pieza de plástico mediante un molde. Los plásticos se inyectan a alta presión dentro del molde y se continúa ejerciendo presión hasta que la pieza se enfría.

Cuando el plástico se enfría, el molde se abre y se obtiene la pieza final.

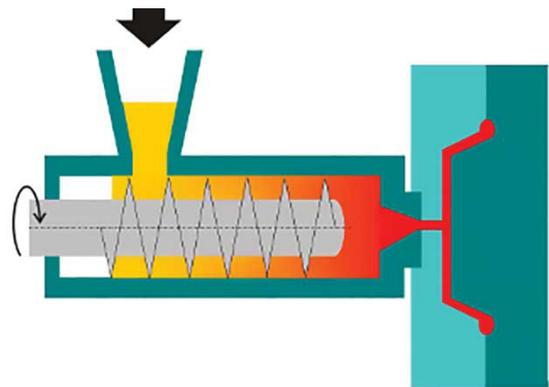


Figura 95 | Inyección plásticos | Fuente: InterEmpresas

Se empleará este proceso para fabricar la carcasa que alojará el puerto USB.

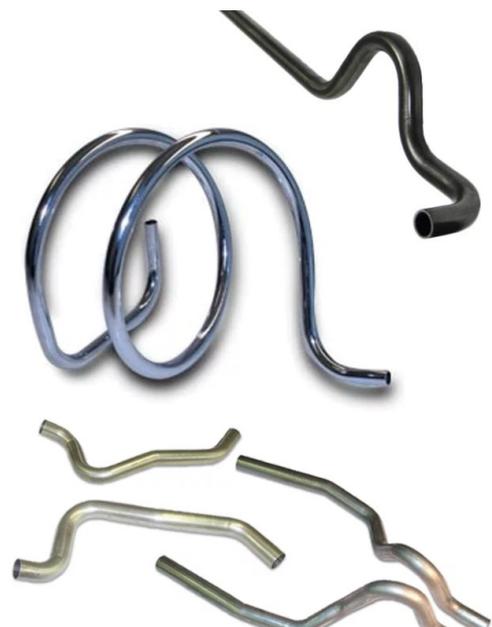


Figura 96 | Curvado de tubos | Fuente: Gestión de Compras

# Montaje

Los pasos a seguir para montar el asiento son los siguientes:

## En fábrica:

- Atornillar los listones a la pieza 6.
- Atornillar la pieza 5 a los dos listones restantes a través de la pieza 6, fijando así todo el asiento.
- Soldar las piezas 3 y 7.
- Atornillar 8 listones del reposacabezas a lo largo de la pieza 3.
- Mediante una grapadora eléctrica grapar los listones restantes del reposacabezas.

## En el vagón:

- Instalar el Puerto USB.
- Atornillar el asiento al cajón bogie.
- Instalar el asidero.
- Encajar por presión el reposacabezas al asidero.

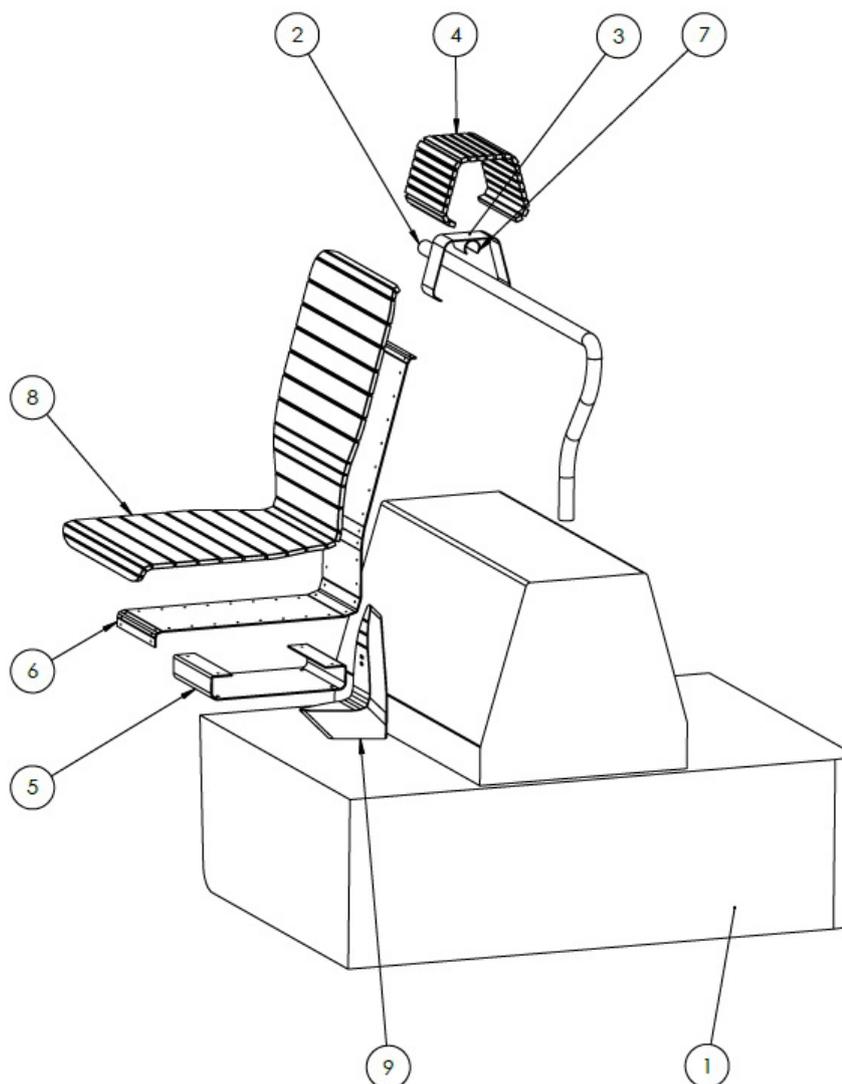


Figura 97 | Explosionado | Elaboración propia

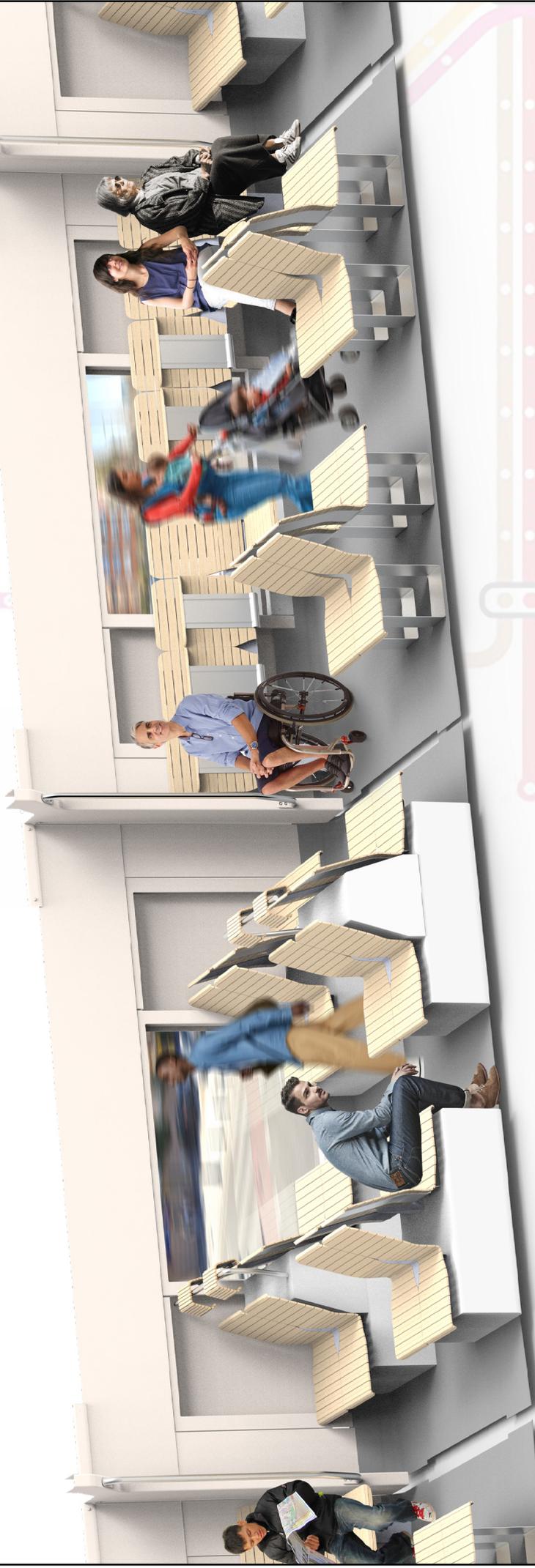


# Paneles expositivos

presentados al concurso

# Brisa

“Una forma sencilla y amable  
para sentarse y viajar”



La serie **BRISA** es una familia de asientos que toma como referencia la estética de los antiguos trenes de madera del siglo pasado.

El uso de los listones de madera formando superficies, permite obtener formas curvas suaves y **adaptables a la espalda**. Además

Su ligereza facilita su manejo y transporte a la vez que disminuye el peso de los vagones respecto a otros asientos, lo que finalmente también contribuye en la disminución del consumo energético.

BRISA está complementado con un **asidero**, un **cabecero** y un

este tipo de configuración permite la reposición de piezas en caso de deterioro e incluso, la mezcla de materiales, aportando una opción sostenible de su mantenimiento.

BRISA está formado por láminas estrechas de **madera sostenible** o de **plástico reciclado extrusionado**, colocadas sobre una fina pletina metálica en la zona central. La limitada cantidad de material empleado en la superficie del asiento, junto a la naturaleza sostenible de estos, hace de BRISA un sistema de elementos de asiento **respetuoso con el medio ambiente**.

**puerto USB** para cargar dispositivos móviles. El cabezera y el asidero forman una sola pieza y el puerto USB está incorporado a una pieza que se puede encajar entre los asientos.

Todo ello proporciona una mayor sensación de unidad al conjunto, ofreciendo versatilidad en las distintas áreas del vagón, con una estética sencilla, natural y moderna.

Reposacabezas

Asidero

Ligero

Moderno

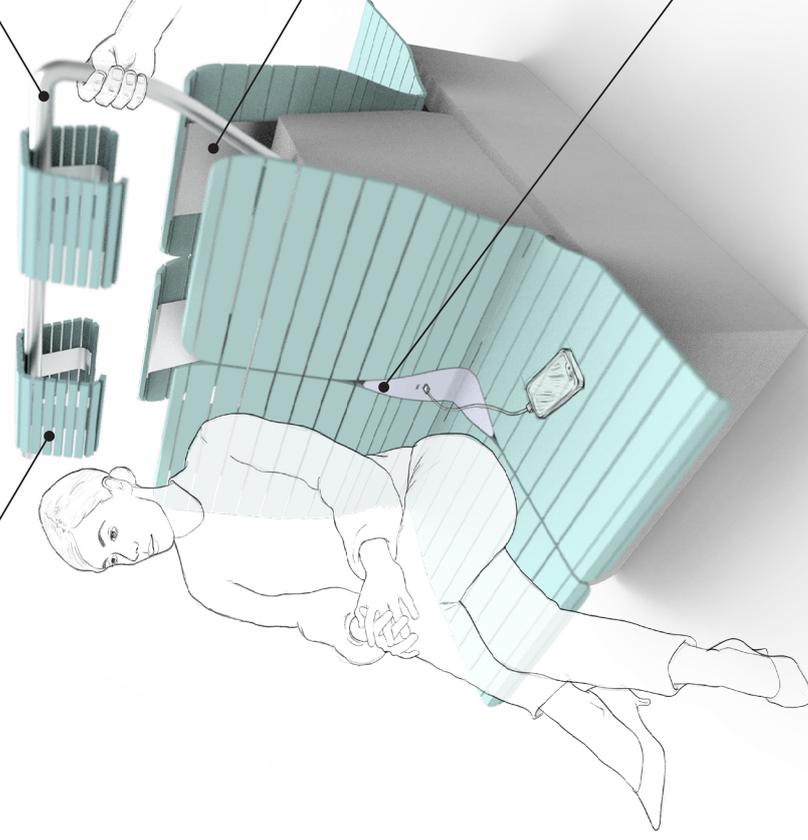
Sostenible

Ergonómico

Funcional

Base de pletina metálica

Puerto USB incorporado



Cátedra

**STADLER**



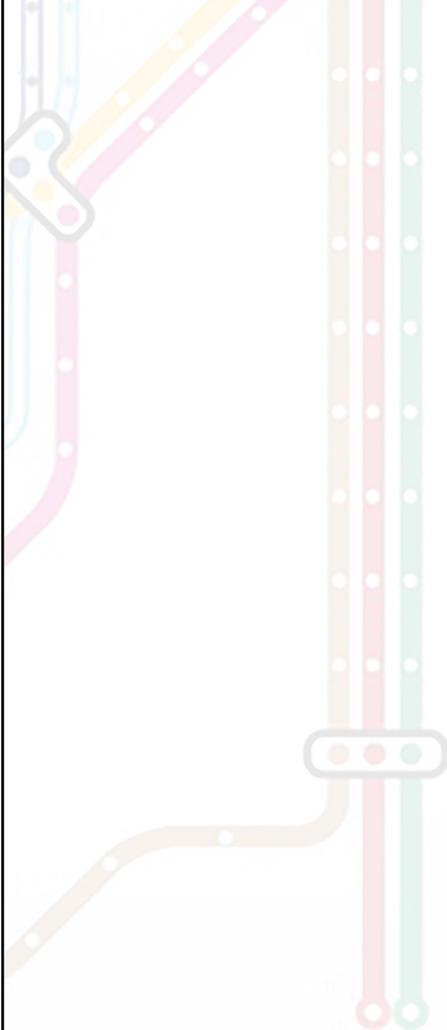
Escola Tècnica Superior d'Enginyeria del Disseny



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

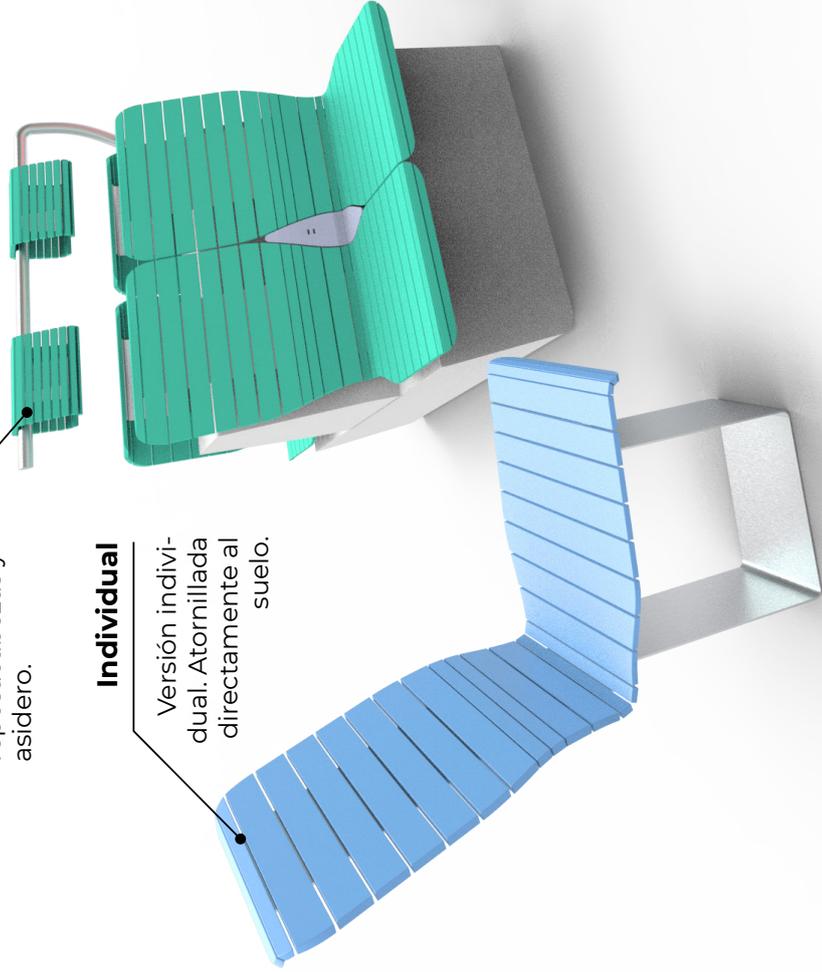
Álvaro Bas García

# Brisa



## Incorporado en bloque completo

Con puerto USB, reposacabezas y asidero.



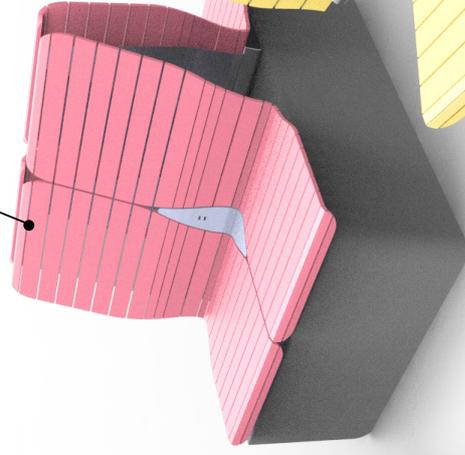
## Individual

Versión individual. Atornillada directamente al suelo.

## FAMILIA

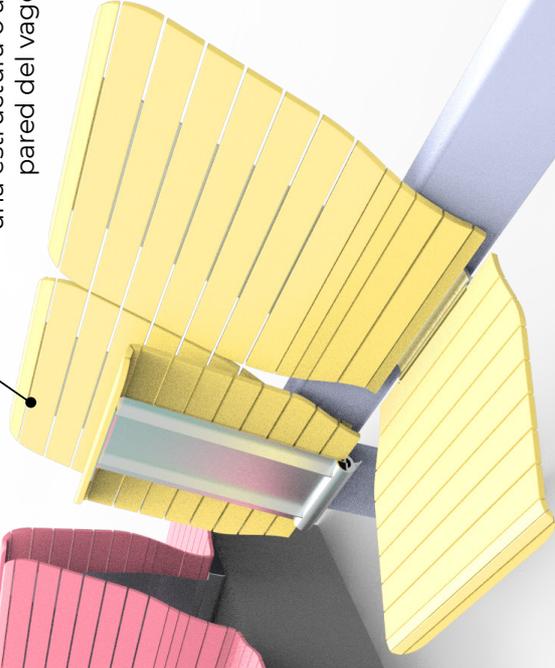
### Incorporado en bloque inferior

Con puerto USB



### Plegable

Concede más espacio al vagón y ofrece una zona cómoda para personas con sillas de ruedas. Atornillado a una estructura o a la pared del vagón





### Ergonómico

El asiento se adapta a la curva lumbar y al hueco poplíteo para ofrecer la experiencia más cómoda posible.



### Sostenible

Uso reducido de materiales (los cuáles son además respetuosos con el medioambiente).



### Personalizable

El cliente puede crear el asiento a su gusto, pudiendo elegir entre madera o plástico, pudiendo incluso combinar ambos. Este último le otorga infinidad de posibilidades cromáticas.



### Carga tu móvil

Puerto USB incorporado.



### Ligero

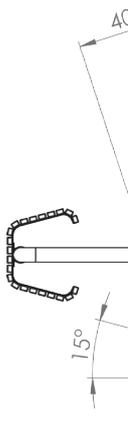
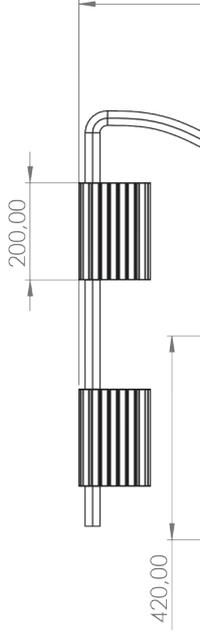
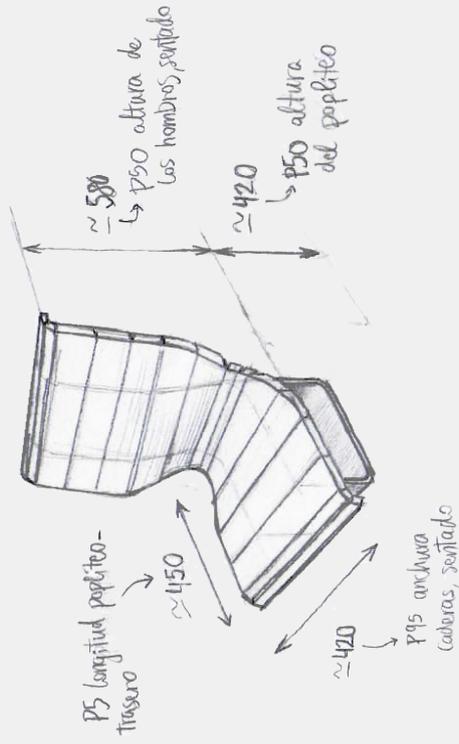
Facilita su manejo y transporte y reduce el peso de los vagones.



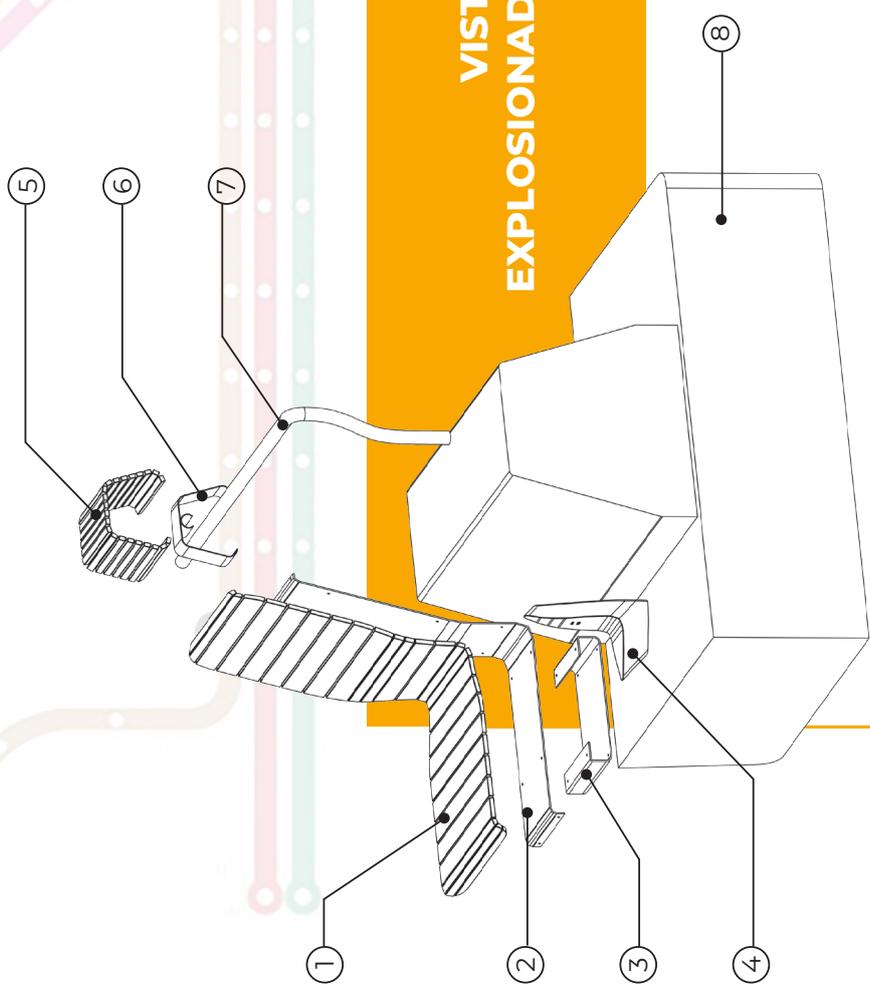
### Fácil montaje y desmontaje

# Brisa

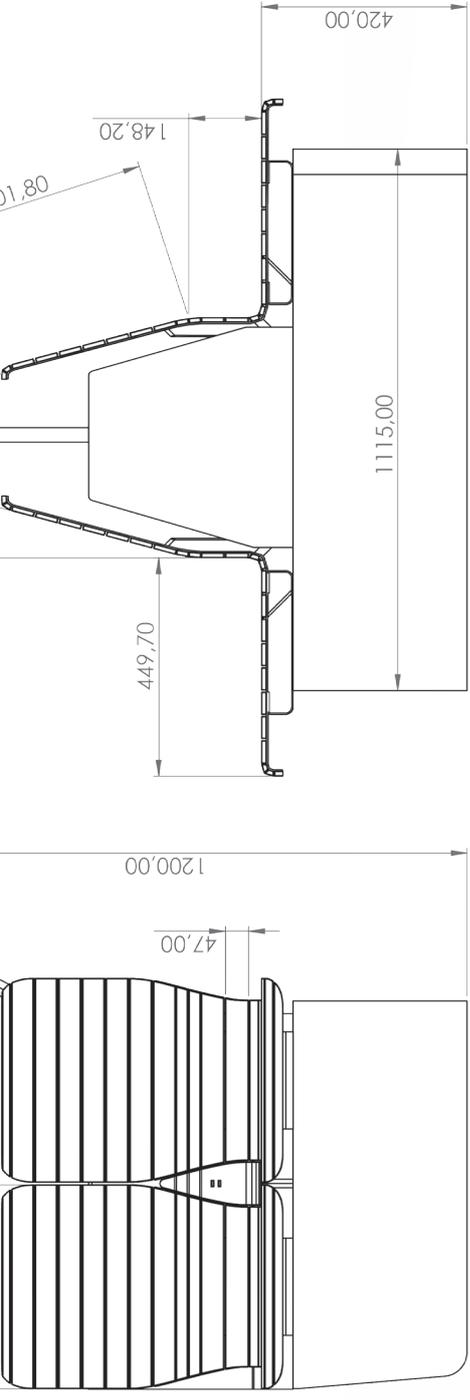
Justificación antropométrica de las medidas



## VISTA EXPLOSIONADA

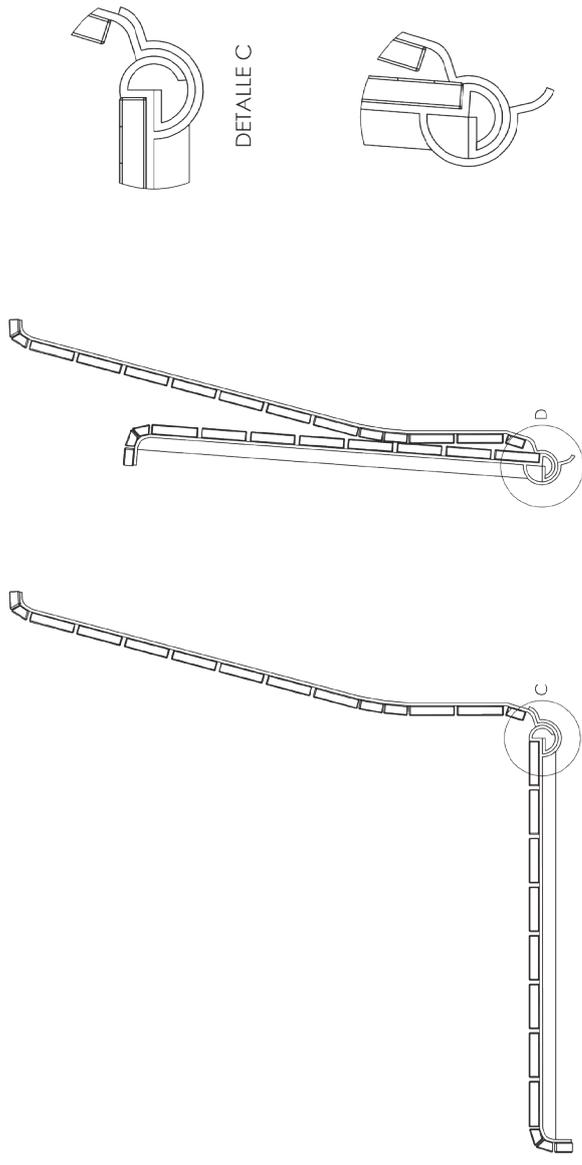
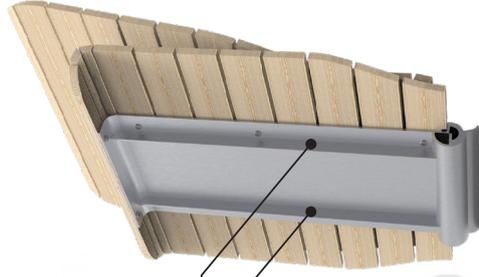


- 1 - **superficie del asiento:** 26 listones de 1 cm de espesor atornillados a la pieza 2.
- 2 - pletina de aluminio de 3 mm de espesor.
- 3 - pletina de aluminio de 3 mm de espesor.
- 4 - volumen de plástico que aloja al puerto USB
- 5 - **reposacabezas:** 22 listones de 1 cm de espesor
- 6 - pletina de 2 mm de espesor. Encajado por presión a la pieza 7
- 7 - asidero



## ASIENTO ABATIBLE

Perfiles rectangulares para aumentar la resistencia frente a la flexión



DETALLE C

DETALLE D

# PRESUPUESTO

---

En este apartado se hará una aproximación presupuestaria del coste total que supondría la fabricación y montaje del producto diseñado de forma unitaria.

Se va a deducir el coste de un asiento, un puerto USB, un asidero y un reposacabezas.

## Elementos comerciales

Elemento	Cantidad	Coste unitario (€)	Coste total (€)
Tornillo DIN 96	60	1,29 / 50 piezas	2,58
Tornillo DIN 933	4	0,07 / pieza	0,28
Tuerca DIN 934	4	1,30 / 30 piezas	1,30

**Total 4,16**

# Material

Pieza	Material	Cantidad	Coste unitario (€)	Coste total (€)
Listones	Madera de haya (10 mm espesor)	0,504 m2	35,9 / m2	18,1
Pletinas Asiento	Aluminio (3 mm espesor)	0,3 m2	197,85 / m2	59,36
Pletinas Reposacabezas	Aluminio (2 mm espesor)	0,03 m2	136,58 / m2	4,1
Asidero	Tubo de aluminio	1340 mm	17,97 / 2 m	17,97
Carcasa USB	Plástico HDPE	200,8 g	1 € / 1 kg	1

**Total 100,53**

## Mano de obra

Operación	Duración (min)	Oficial de 1ª	Oficial de 2ª	Ingeniero de procesos
Fabricación				
Preparación material	10		x	
Corte fresadora	30	x		
Fresado oblicuo	12	x		
Lijado	45		x	
Redondear cantos	30		x	
Taladro Pletina	20	x		
Plegado	35		x	
Soldadura	8		x	
Curvado Tubo	15	x		
Inyección	10	x		
Limpieza piezas	10		x	
Control de calidad	15			x

Operación	Duración (min)	Oficial de 1ª	Oficial de 2ª	Ingeniero de procesos
Montaje				
Atornillado	35		x	
Grapado	12		x	
Instalar USB	20	x		
Instalar asidero	10	x		
Encaje Reposacabezas	1	x		
Control de calidad	15	x		x

Trabajador	Tiempo total (h)	Salario (€ / h)	Coste (€)
Oficial de 1ª	1,97	12	23,64
Oficial de 2ª	3,09	8	24,7
Ingeniero de procesos	0,5	24	12

**Total      60,34**

# Presupuesto total

Descripción	Coste (€)	Total (€)
Elementos comerciales	4,16	4,16
Material	100,53	104,69
Mano de obra	60,34	165,03

El coste de fabricación final del producto diseñado es de **165,03 €**.

Cabe destacar que el presupuesto realizado hace referencia a la fabricación de forma unitaria. Se entiende que si se fabricara en grandes cantidades, los elementos y materias obtenidas se podrían adquirir con precios más económicos y los procesos para fabricarlo se optimizarían, lo que reduciría también los costes.





# CONCLUSIÓN

---

Con este proyecto, se ha permitido poner en práctica y exponer todos los conocimientos adquiridos durante los cuatro cursos del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de productos, llevado a cabo en la ETSID (Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño), en la Universidad Politécnica de Valencia.

El resultado más relevante de este TFG ha sido el de poder realizar un diseño atractivo teniendo en cuenta las limitaciones creativas que supone el requerimiento principal del proyecto: que se adaptara al volumen del cajón bogie.

Sin lugar a dudas, cumplir este requerimiento y al mismo tiempo lograr un diseño interesante ha sido el reto de diseño más complejo de satisfacer.

Además de la estética atractiva del producto, se ha conseguido que éste tenga una gran viabilidad técnica, sea ecológico y tenga un precio relativamente bajo.

Plasmar todos los conocimientos adquirida en la carrera en un mismo trabajo ha sido una experiencia muy enriquecedora a nivel profesional, al tener que abarcar todas las etapas del diseño de un producto.

# REFERENCIAS

---

Qué es el transporte colectivo | Creditea. (2018). Creditea. <https://www.creditea.es/blog/diferencias-transporte-publico-colectivo>

FACUA-Consumidores en Acción (2018). El transporte público. <https://www.facua.org/es/guia.php?Id=77>

Hosteltur (2019). Las 10 ciudades españolas con la mejor red de transporte público urbano. [https://www.hosteltur.com/132371\\_las-10-ciudades-espanolas-con-la-mejor-red-de-transporte-publico-urbano.html](https://www.hosteltur.com/132371_las-10-ciudades-espanolas-con-la-mejor-red-de-transporte-publico-urbano.html)

Wyman, O. (2021). Putting Sustainability in the Driver's Seat. <https://www.oliverwymanforum.com/mobility/urban-mobility-readiness-index.html#>

Agencia SINC (2021). Los españoles usan el transporte público más que la media europea. <https://www.agenciasinc.es/Noticias/Los-espanoles-usan-el-transporte-publico-mas-que-la-media-europea>

Instituto Nacional de Estadística (2016). INE. <https://www.ine.es/consul/serie.do?s=TV1004&c=2&nult=0>

Definicion.de (2020). Definición de tranvía. <https://definicion.de/tranvia/>

RAE (2021). Tranvía. <https://dle.rae.es/tranv%C3%ADa>

CurioSfera Historia (2021). Sin duda alguna, la historia del tranvía ha sido muy intensa. <https://curiosfera-historia.com/historia-del-tranvia-inventor-origen/>

Wikipedia (2022). John Stephenson (coachbuilder). [https://en.wikipedia.org/wiki/John\\_Stephenson\\_\(coachbuilder\)#First\\_streetcar](https://en.wikipedia.org/wiki/John_Stephenson_(coachbuilder)#First_streetcar)

Wikipedia (2005). Werner von Siemens. [https://es.wikipedia.org/wiki/Werner\\_von\\_Siemens](https://es.wikipedia.org/wiki/Werner_von_Siemens)

Comunidad de Madrid (2021). 150 aniversario del primer tranvía de Madrid. [https://www.vialibre-ffe.com/pdf/150\\_aniversario\\_1er\\_tranvia\\_madrid.pdf](https://www.vialibre-ffe.com/pdf/150_aniversario_1er_tranvia_madrid.pdf)

Wikipedia (2008). Tranvías en España. [https://es.wikipedia.org/wiki/Tranv%C3%ADas\\_en\\_Espa%C3%B1a](https://es.wikipedia.org/wiki/Tranv%C3%ADas_en_Espa%C3%B1a)

Tranvía. (2022). Historia de los tranvías en España. <https://tranvia.net/#:~:text=Historia%20de%20los%20tranv%C3%ADas%20en,operar%20los%20actuales%20tranv%C3%ADas%20el%C3%A9ctricos>

Wikipedia (2019). Stadler Rail. [https://es.wikipedia.org/wiki/Stadler\\_Rail](https://es.wikipedia.org/wiki/Stadler_Rail)

Stadler (2022). Stadler Rail Valencia. <https://www.stadlerrail.com/es/sobre-nosotros/centros/stadler-valencia-su/179/>

Expansión (2015). Stadler compra la fábrica de trenes de Vossloh en España por 172 millones de euros. <https://www.expansion.com/empresas/transporte/2015/11/04/5639b97122601d9b-658b45ee.html>

Valero, D. (2015). De "Vossloh España" a "Stadler Valencia": el nuevo dueño pone a la industria el nombre de la ciudad. <https://valenciaplaza.com/de-vossloh-espana-a-stadler-valencia-el-nuevo-dueno-pone-a-la-industria-el-nombre-de-la-ciudad>

Stadler (2022). Productos Stadler Rail. <https://www.stadlerrail.com/es/productos/>

Wikipedia (2007). Ferrocarriles Federales Suizos. [https://es.wikipedia.org/wiki/Ferrocarriles\\_Federales\\_Suizos](https://es.wikipedia.org/wiki/Ferrocarriles_Federales_Suizos)

Vázquez, C. (2020). Stadler fabricará en Valencia tranvías por 92 millones de euros para Alemania. EL PAÍS. <https://elpais.com/economia/2020-08-26/stadler-fabricara-en-valencia-tranvias-por-92-millones-de-euros-para-alemania.html>

Stadler (s.f.). TRAMLINK VEHÍCULO LIGERO DE PISO BAJO. <https://www.stadlerrail.com/media/pdf/tlsh0616s.pdf>

Wikipedia (2022). Stadler Citylink. [https://en.wikipedia.org/wiki/Stadler\\_Citylink](https://en.wikipedia.org/wiki/Stadler_Citylink)

Oxford Languages (2022). Brisa. <https://www.google.com/search?q=brisa+definicion>

Asociación Española de Ergonomía. (2022). ¿Qué es la ergonomía?. <http://www.ergonomos.es/ergonomia.php>

3DALIA. (2021). La ergonomía en el diseño de producto. 3DALIA. <https://3dalia.com/disenio-ergonomico/>

Enrique Rus Arias. (2022). Percentil. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/percentil.html>

Banium(2020). 6 motivos por los que comprar muebles de madera. <https://www.banium.com/6-motivos-por-los-que-comprar-muebles-de-madera/>

Asociación Española del Aluminio y Tratamientos de Superficie (2013). Propiedades del Aluminio. <https://www.asoc-aluminio.es/el-aluminio/propiedades-del-aluminio>

Envaselia (2018). Qué es el polietileno de alta densidad HDPE ó PEAD. <https://www.envaselia.com/blog/que-es-el-polietileno-de-alta-densidad-hdpe-o-pead-id18.htm>

LEROY MERLIN. (2021). 50 tornillo para madera con cabeza redonda de acero y 12 mm. <https://www.leroymerlin.es/fp/82231893/50-tornillo-para-madera-con-cabeza-redonda-de-acero-y-10-mm>

Entaban (2020). Tornillo DIN-933 8.8 cincado (Uds). [https://entaban.es/hexagonales/136-tornillo-din-933-88-cincado-uds.html?gclid=Cj0KCQjw39uYBhCLARIsAD\\_SzMSoda1AWcb9k8EawHfQ7G6uuKCaHW7VH5scTSV-CeSvY5squeuERleaMaAtBLEALw\\_wcB#/523-metrica\\_tornillo-3/518-longitud\\_tornillo\\_mm-5](https://entaban.es/hexagonales/136-tornillo-din-933-88-cincado-uds.html?gclid=Cj0KCQjw39uYBhCLARIsAD_SzMSoda1AWcb9k8EawHfQ7G6uuKCaHW7VH5scTSV-CeSvY5squeuERleaMaAtBLEALw_wcB#/523-metrica_tornillo-3/518-longitud_tornillo_mm-5)

Leroy Merlin (2022). 30 tuerca hexagonal de acero cincado. <https://www.leroymerlin.es/fp/15658566/30-tuerca-hexagonal-de-acero-cincado#fichaTecnica>

Carpintek (2022). Madera de haya: propiedades y uso en construcción. <https://www.carpintek.es/madera-haya-propiedades/#:~:text=Propiedades%20de%20la%20madera%20de%20haya&text=Estas%20son%20sus%20propiedades%20m%C3%A1s,sea%20perfecta%20para%20su%20moldeamiento>

Wikipedia (2007). Cincado. <https://es.wikipedia.org/wiki/Cincado>

Bricomarkt (2022). Tableros alistonados de madera. <https://www.bricomarkt.com/madera/tableros-alistonados/precio-tableros-alistonados.html>

BricoMetal (2022). Chapa Aluminio Natural 3 mm espesor, a medida. <https://bricometal.com/es/chapas-aluminio-natural/39-chapa-aluminio-natural-3-mm-espesor-a-medida.html>

BricoMetal (2022). Chapa Aluminio Natural 2 mm espesor, a medida. <https://bricometal.com/es/chapas-aluminio-natural/38-chapa-aluminio-natural-2-mm-espesor-a-medida.html>

Amazon (2022). Tubo redondo de aluminio, 30 mm x 3 mm x 2000 mm, 10000 Amazon. es. [https://www.amazon.es/Tubo-redondo-aluminio-2000-10000/dp/B077K17MPT/ref=sr\\_1\\_1?\\_\\_mk\\_es\\_ES=%C3%85M%C3%85-C5%BD%C3%95%C3%91&crd=U2WLPNNW3PL-T&keywords=tubo%2Bredondo%2Bde%2Baluminio%2C%2B32mm%2Bx%2B1mm%2Bx%2B2000%2Bmm%2C&qid=1662507677&s=industrial&prefix=tubo%2Bredondo%2Bde%2Baluminio%2B32%2Bmm%2Bx%2B1%2Bmm%2Bx%2B2000%2Bmm%2B%2Cindustrial%2C312&s-r=1-1&th=1](https://www.amazon.es/Tubo-redondo-aluminio-2000-10000/dp/B077K17MPT/ref=sr_1_1?__mk_es_ES=%C3%85M%C3%85-C5%BD%C3%95%C3%91&crd=U2WLPNNW3PL-T&keywords=tubo%2Bredondo%2Bde%2Baluminio%2C%2B32mm%2Bx%2B1mm%2Bx%2B2000%2Bmm%2C&qid=1662507677&s=industrial&prefix=tubo%2Bredondo%2Bde%2Baluminio%2B32%2Bmm%2Bx%2B1%2Bmm%2Bx%2B2000%2Bmm%2B%2Cindustrial%2C312&s-r=1-1&th=1)

Gestión De Compras. (2021). Fresado. <https://www.gestiondecompras.com/es/productos/me-canizado/fresado/>

SOME. (2020). Plegado de chapa industrial: proceso y tipos de plegado. <https://www.some.es/es/plegado-de-chapa-industrial-proceso-y-tipos-de-plegado#:~:text=El%20plegado%20de%20chapa%20es,lograr%20la%20forma%20geom%C3%A9trica%20deseada>

IMH (2022). Deformación en frío. <https://www.imh.eus/es/imh/comunicacion/docu-libre/procesos-fabricacion/conformado-por-deformacion-y-o-corte/deformacion-en-frio>

HIERROS\_MOLINA (2018). ¿QUÉ ES LA SOLDADURA? DEFINICIÓN, TIPOS DE ELECTRODOS Y CONSEJOS. <https://www.hierrosmolina.com/blog/que-es-la-soldadura-definicion-tipos-de-electrodos-y-consejos/>

Interempresas. (2022). Proceso de inyección en el plástico. <https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/326284-Proceso-de-inyeccion-en-el-plastico.html>

Gestión De Compras (2021). Curvado de tubos. <https://www.gestiondecompras.com/es/productos/conformado-de-tubos-y-perfiles/curvado-de-tubos/#:~:text=El%20curvado%20de%20tubos%20es,a%20las%20especificaciones%20del%20trabajo>

# ÍNDICE DE IMÁGENES

Figura 1. Flota Buses EMT. Fuente: Valencia Plaza. <https://valenciaplaza.com/la-emt-de-valencia-incorpora-21-nuevos-autobuses-hibridos-a-la-flota>

Tabla 1. Uso Transporte Público. Fuente: INE. <https://www.ine.es/consul/serie.do?s=TV1004&c=2&nult=0>

Figura 2. Metro Madrid. Fuente: Janire Manzananas. <https://okdiario.com/madrid/cuantos-kilometros-tiene-metro-madrid-cuantas-para-das-8865787>

Tabla 2. Madrid Calificación. Fuente: Oliver Wyman Forum. <https://www.oliverwymanforum.com/mobility/urban-mobility-readiness-index/rankings.html#Madrid>

Tabla 3. Barcelona Calificación. Fuente: Oliver Wyman Forum. <https://www.oliverwymanforum.com/mobility/urban-mobility-readiness-index/rankings.html#Barcelona>

Tabla 4. Ciudades con mejor transporte. Fuente: Hosteltur. [https://www.hosteltur.com/132371\\_las-10-ciudades-espanolas-con-la-mejor-red-de-transporte-publico-urbano.html](https://www.hosteltur.com/132371_las-10-ciudades-espanolas-con-la-mejor-red-de-transporte-publico-urbano.html)

Figura 3. Primer tranvía de tracción animal. Fuente: 20minutos. <https://blogs.20minutos.es/yaestaellistoquetodolosabe/cual-es-el-origen-de-los-tranvias/>

Figura 4. Primer tranvía urbano. Fuente: Wikipedia. [https://en.wikipedia.org/wiki/John\\_Stephenson\\_\(coachbuilder\)#First\\_streetcar](https://en.wikipedia.org/wiki/John_Stephenson_(coachbuilder)#First_streetcar)

Figura 5. Tranvía Estambul. Fuente: Dreamstime. <https://es.dreamstime.com/tram-moderno-con-mezquita-tradicional-en-el-grupo-trasero-tranv%C3%A1Da-de-estambul-turqu%C3%ADa-facilita-los-viajes-dentro-la-ciudad-que-image164868102>

Figura 6. Stadler Valencia. Fuente: Valencia Plaza. <https://valenciaplaza.com/de-vossloh-espana-a-stadler-valencia-el-nuevo-dueno-pone-a-la-industria-el-nombre-de-la-ciudad>

Figura 7. Flota stadler. Fuente: Stadler Rail.

Figura 8. FLIRT160. Fuente: Stadler Rail. <https://www.stadlerrail.com/es/productos/detail-all/wink/205/>

Figura 9. KISS 160. Fuente: Stadler Rail. <https://www.stadlerrail.com/es/productos/detail-all/wink/205/>

Figura 10. TRAMLINK. Fuente: Stadler. <https://www.stadlerrail.com/es/productos/detail-all/wink/205/>

[www.stadlerrail.com/es/productos/detail-all/wink/205/](https://www.stadlerrail.com/es/productos/detail-all/wink/205/)

Figura 11. CITYLINK. Fuente: Stadler Rail. <https://www.stadlerrail.com/es/productos/detail-all/wink/205/>

Figura 12. Asientos 1. Fuente: Código San Luis. [codigosanluis.com/espacios-exclusivos-transporte-publico/](http://codigosanluis.com/espacios-exclusivos-transporte-publico/)

Figura 13. Asientos 2. Fuente: Dreamstime. <https://es.dreamstime.com/asientos-especiales-en-el-transporte-p%C3%BAblico-para-determinadas-categor%C3%AAs-de-pasajeros-tela-azul-autob%C3%BAs-personas-mayores-con-image200995539>

Figura 14. Asientos 3. Fuente: Alamy. <https://www.alamy.es/foto-asientos-de-prioridad-en-un-autobus-para-los-ancianos-y-discapacitados-24482939.html>

Figura 15. Asientos 4. Fuente: LA GENTE. <https://lagentedemanabi.jimdofree.com/2015/10/15/se%C3%B1ales-para-priorizar-reserva-de-asientos/>

Figura 16. Asientos 5. Fuente: Poblannerias. <https://www.poblannerias.com/2020/07/asientos-preferentes-en-transporte-de-puebla/>

Figura 17. Asientos 6. Fuente: Dreamstime. <https://es.dreamstime.com/autob%C3%BAs-de-la-ciudad-con-los-asientos-para-mi-nusv%C3%A1lidos-y-las-personas-mayores-image130151737>

Figura 18. Asientos 7. Fuente: mejorinformado. <https://www.mejorinformado.com/regionales/2015/11/24/asientos-ilimitados-para-discapacitados-transporte-publico-19081.html>

Figura 19. Asientos 8. Fuente: Zaragoza Noticias. <https://www.zaragoza.es/sede/servicio/noticia/309973>

Figura 20. Asientos 9. Fuente: CAF. <https://www.caf.net/es/soluciones/proyectos/proyecto-detalle.php?p=275>

Figura 21. Asientos 10. Fuente: CAF. <https://www.caf.net/es/soluciones/proyectos/proyecto-detalle.php?p=282>

Figura 22. Asientos 11. Fuente: CAF. <https://www.caf.net/es/soluciones/proyectos/proyecto-detalle.php?p=282>

Figura 23. Asientos 12. Fuente: CAF. <https://www.caf.net/es/soluciones/proyectos/proyecto-detalle.php?p=259>

Figura 24. Asientos 13. Fuente: CAF. <https://www.caf.net/es/soluciones/proyectos/proyecto-detalle.php?p=259>

Figura 25. Asientos 14. Fuente: CAF. <https://www.caf.net/es/soluciones/proyectos/proyecto-detalle.php?p=278>

Figura 26. Asientos 15. Fuente: LZ. <https://www.l-iz.de/wirtschaft/mobilitaet/2020/12/Oeko-loewe-wirbt-weiter-fuer-eine-Komplett-Einfuehrung-des-365-Euro-Tickets-365135>

Figura 27. Asientos 16. Fuente: Pixabay. <https://pixabay.com/es/photos/tranv%C3%ADa-asientos-vac%C3%ADo-transporte-4101101/>

Figura 28. Asientos 17. Fuente: Drive2. <https://www.drive2.ru/b/528945083504920631/>

Figura 29. Asientos 18. Fuente: iStock. <https://www.istockphoto.com/es/foto/asientos-en-el-tranv%C3%ADa-de-metro-de-underground-gm967720792-263941349>

Figura 30. Asientos 19. Fuente: plenainclusionmadrid. <https://plenainclusionmadrid.org/convocatorias/conocer-mejor-el-transporte-en-autobus-con-la-emt-madrid/>

Figura 31. Asientos 20. Fuente: Dreamstime. <https://es.dreamstime.com/tres-asientos-con-molduras-de-pl%C3%A1stico-en-un-tranv%C3%ADa-hong-kong-antiguos-moldeado-antiguo-image144392095>

Figura 32. Espacio Accesibilidad. Fuente: Junta de Andalucía). <http://www.juntadeandalucia.es/presidencia/portavoz/infraestructuras/132084/junta/decreto/adaptar/toda/flota/autobuses/personas/movilidad/reducida>

Figura 33. Espacio Accesibilidad 1. Fuente: EMT Valencia. [https://www.emtvalencia.es/ciudadano/index.php?option=com\\_content&view=article&id=310&Itemid=111&lang=en](https://www.emtvalencia.es/ciudadano/index.php?option=com_content&view=article&id=310&Itemid=111&lang=en)

Figura 34. Espacio Accesibilidad 2. Fuente: Freepik. [https://www.freepik.es/fotos-premium/san-petersburgo-rusia-12-junio-2021-vagon-tren-subterraneo-asientos-personas-discapacidad-transporte-publico-urbano\\_15937676.htm](https://www.freepik.es/fotos-premium/san-petersburgo-rusia-12-junio-2021-vagon-tren-subterraneo-asientos-personas-discapacidad-transporte-publico-urbano_15937676.htm)

Figura 35. Espacio Accesibilidad 3. Fuente: CAF. <https://www.caf.net/es/soluciones/proyectos/proyecto-detalle.php?p=283>

Figura 36. Bogie. Fuente: Wikipedia. <https://es.wikipedia.org/wiki/Bogie>

Figura 37. Bogie Tren. Fuente: Wikipedia. Wikipedia. <https://es.wikipedia.org/wiki/Bogie>

Figura 38. Bogie Representación. Fuente: Cátedra Stadler. Documento personalmente facilitado por Cátedra Stadler.

Figura 39. Bogie Representación 2. Fuente: Cátedra Stadler. Documento personalmente faci-

litado por Cátedra Stadler.

Figura 40. Bogie Representación 3. Fuente: Cátedra Stadler. Documento personalmente facilitado por Cátedra Stadler.

Figura 41. Límites interiores. Fuente: Cátedra Stadler. Documento personalmente facilitado por Cátedra Stadler.

Figura 42. Ejemplo Solución Stadler. Fuente: Cátedra Stadler. Documento personalmente facilitado por Cátedra Stadler.

Figura 43. Objetivos. Elaboración propia.

Figura 44. Bocetos 1. Elaboración propia.

Figura 45. Bocetos 2. Elaboración propia.

Figura 46. Bocetos 3. Elaboración propia.

Figura 47. Bocetos 4. Elaboración propia.

Figura 48. Bocetos 5. Elaboración propia.

Figura 49. Idea escogida. Elaboración propia.

Figura 50. Asientos clásicos. Fuente: iStock. <https://www.istockphoto.com/es/foto/antiguo-tranv%C3%ADa-interior-gm530800481-54826802>

Figura 51. Asientos clásicos 2. Fuente: iStock. <https://www.istockphoto.com/es/foto/antiguo-tranv%C3%ADa-interior-gm530800483-54826818>

Figura 52. Asientos clásicos 3. Fuente: iStock. <https://www.istockphoto.com/es/foto/antiguo-tranv%C3%ADa-interior-gm530800475-54826552>

Figura 53. Asientos clásicos 4. <https://www.istockphoto.com/es/foto/antiguo-tranv%C3%ADa-interior-gm530800475-54826552>

Figura 53. Asientos clásicos 5. Fuente: CrushPixel. <https://www.crushpixel.com/es/stock-photo/wooden-chair-table-old-tram-1748217.html>

Figura 54. Banco Pearson. Fuente: Colomer Nouparc. <https://colomernouparc.com/productos-mobiliario-urbano-es/bancos/>

Figura 55. Banco Acrobántico. Fuente: Colomer Nouparc. <https://colomernouparc.com/productos-mobiliario-urbano-es/bancos/>

Figura 56. Banco Toscano. Fuente: Colomer Nouparc. <https://colomernouparc.com/productos-mobiliario-urbano-es/bancos/>

Figura 57. Banco Plaza Real. Fuente: Colomer Nouparc. <https://colomernouparc.com/productos-mobiliario-urbano-es/bancos/>

Figura 58. Banco Romántico Madrid. Fuente: Urbadep. <https://www.urbadep.com/obras/mobiliario-urbano-bancos-romantico-madrid/>

Figura 59. Bancos Madera| Fuente: Edigal. <https://www.edisongalicia.es/10-bancos-de-madera-sostenibles-para-municipios/>

Figura 60. Bocetos 6. Elaboración propia.

- Figura 61. Bocetos 7. Elaboración propia.
- Figura 62. Bocetos 8. Elaboración propia.
- Figura 63. Bocetos 9. Elaboración propia.
- Figura 64. Bocetos 10. Elaboración propia.
- Figura 65. Bocetos 11. Elaboración propia.
- Figura 66. Bocetos 12. Elaboración propia.
- Figura 67. Bocetos 13. Elaboración propia.
- Figura 68. Propuesta final. Elaboración propia.
- Figura 69. Maqueta frontal. Elaboración propia.
- Figura 70. Maqueta isométrica. Elaboración propia.
- Figura 71. Maqueta perfil. Elaboración propia.
- Figura 72. Familia Brisa. Elaboración propia.
- Figura 73. Estructura. Elaboración propia.
- Figura 74. Renderizado 1. Elaboración propia.
- Figura 75. Renderizado 2. Elaboración propia.
- Figura 76. Renderizado 3. Elaboración propia.
- Figura 77. Altura del poplíteo| Fuente: ISO 7250: 1996. Documento facilitado a la UPV por AENOR.
- Figura 78. Altura hombros sentado| Fuente: ISO 7250: 1996. Documento facilitado a la UPV por AENOR.
- Figura 79. Anchura caderas sentado| Fuente: ISO 7250: 1996. Documento facilitado a la UPV por AENOR.
- Figura 80. Longitud poplíteo trasero. Fuente: ISO 7250: 1996. Documento facilitado a la UPV por AENOR.
- Tabla 5 Tabla medidas. Fuente: Antonia Carmona Benjumea. [https://documentacion.fundacionmapfre.org/documentacion/publico/es/catalogo\\_imagenes/grupo.do?path=1055028](https://documentacion.fundacionmapfre.org/documentacion/publico/es/catalogo_imagenes/grupo.do?path=1055028)
- Figura 81. Justificación Medidas. Elaboración propia.
- Figura 82. Perfil Asiento. Elaboración propia.
- Figura 83. Tornillo DIN96. Fuente: DISLA. <https://fr.slideshare.net/Marcial8/catalogo-tornilleria-dislas>
- Figura 84. Tornillo para madera. Fuente: Leroy Merlin. <https://www.leroymerlin.es/fp/82231893/50-tornillo-para-madera-con-cabeza-redonda-de-acero-y-10-mm>
- Figura 85. Tornillo hexagonal DIN933. Fuente: DISLA. <https://fr.slideshare.net/Marcial8/catalogo-tornilleria-dislas>
- Figura 86. Tornillo hexagonal. Fuente: Entaban. [https://entaban.es/hexagonales/136-tornillo-din-933-88-cincado-uds.html?gclid=Cj0KCQjw39uYBhCLARIsAD\\_SzMSodaIAWcb9k8EawHfQ7G6uuKCaHW7VH5scTSV-CeSvY5squeuERleaMaAtBLEALw\\_wcB#/528-longitud\\_tornillo\\_mm-25/542-metrica\\_tornillo-6](https://entaban.es/hexagonales/136-tornillo-din-933-88-cincado-uds.html?gclid=Cj0KCQjw39uYBhCLARIsAD_SzMSodaIAWcb9k8EawHfQ7G6uuKCaHW7VH5scTSV-CeSvY5squeuERleaMaAtBLEALw_wcB#/528-longitud_tornillo_mm-25/542-metrica_tornillo-6)
- Figura 87. Tuerca hexagonal DIN934. Fuente: DISLA. <https://fr.slideshare.net/Marcial8/catalogo-tornilleria-dislas>
- Figura 88. Tuerca hexagonal. Fuente: Leroy Merlin. <https://www.leroymerlin.es/fp/15658566/30-tuerca-hexagonal-de-acero-cincado#fichaTecnica>
- Figura 89. Tubos de aluminio. Fuente: Amazon. [https://www.amazon.es/Tubo-redondo-aluminio-2000-10000/dp/B077K17MPT/ref=sr\\_1\\_1?\\_\\_mk\\_es\\_ES=%C3%85M%C3%85-C5%BD%C3%95%C3%91&crid=U2WLPNNW3PL-T&keywords=tubo%2Bredondo%2Bde%2Baluminio%2C%2B32mm%2Bx%2B1mm%2Bx%2B2000%2Bmm%2C&qid=1662507677&s=industrial&prefix=tubo%2Bredondo%2Bde%2Baluminio%2B32%2Bmm%2Bx%2B1%2Bmm%2Bx%2B2000%2Bmm%2B%2Cindustrial%2C312&sr=1-1&th=1](https://www.amazon.es/Tubo-redondo-aluminio-2000-10000/dp/B077K17MPT/ref=sr_1_1?__mk_es_ES=%C3%85M%C3%85-C5%BD%C3%95%C3%91&crid=U2WLPNNW3PL-T&keywords=tubo%2Bredondo%2Bde%2Baluminio%2C%2B32mm%2Bx%2B1mm%2Bx%2B2000%2Bmm%2C&qid=1662507677&s=industrial&prefix=tubo%2Bredondo%2Bde%2Baluminio%2B32%2Bmm%2Bx%2B1%2Bmm%2Bx%2B2000%2Bmm%2B%2Cindustrial%2C312&sr=1-1&th=1)
- Figura 90. HDPE. Fuente: Alibaba. [https://spanish.alibaba.com/p-detail/High-1600565171775.html?spm=a2700.galleryofferlist\\_catalog.normal\\_offer.d\\_image.70bb17b8G7BULD](https://spanish.alibaba.com/p-detail/High-1600565171775.html?spm=a2700.galleryofferlist_catalog.normal_offer.d_image.70bb17b8G7BULD)
- Figura 91. Fresadora. Fuente: IMH. <https://www.imh.eus/es/imh/comunicacion/docu-libre/procesos-fabricacion/mecanizado/arranque-de-viruta/fresado#:~:text=Es%20un%20procedimiento%20consistente%20en,de%20la%20pieza%20a%20trabajar.>
- Figura 92. Plegado. Fuente: IMH. <https://www.imh.eus/es/imh/comunicacion/docu-libre/procesos-fabricacion/conformado-por-deformacion-y-o-corte/deformacion-en-frio>
- Figura 93. Curvado. Fuente: IMH. <https://www.imh.eus/es/imh/comunicacion/docu-libre/procesos-fabricacion/conformado-por-deformacion-y-o-corte/deformacion-en-frio>
- Figura 94. Soldadura. Fuente: Wikipedia. <https://es.wikipedia.org/wiki/Soldadura>
- Figura 95. Inyección plásticos. Fuente: InterEmpresas. <https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/326284-Proceso-de-inyeccion-en-el-plastico.html>
- Figura 96. Curvado de tubos. Fuente: Gestión de Compras. <https://www.gestiondecompras.com/es/productos/conformado-de-tubos-y-perfiles/curvado-de-tubos/#:~:text=El%20curvado%20de%20tubos%20es,a%20las%20especificaciones%20del%20trabajo.>
- Figura 97. Explosionado. Elaboración propia.

