

TRABAJO FIN DE GRADO  
GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y  
DESARROLLO DE PRODUCTOS



DISEÑO PARA EL CONFORT DEL PASAJERO.  
DISEÑO CONCEPTUAL DE PRODUCTOS Y ACCESORIOS PARA  
ESPACIOS DE TRANSPORTES DE USO COLECTIVO.

ALUMNO: JOSE VICENTE BOLEA PEDRÓS

TUTORA: MARINA PUYUELO CAZORLA

JUNIO 2016



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño



*"Gràcies al suport día darrere día de la  
meua família i de la meua tutora  
Marina, m'han demostrat què amb  
esforç, TOT és possible"*

# ÍNDICE DE APARTADOS

1. OBJETO DEL PROYECTO .....	6
2. JUSTIFICACIÓN .....	8
3. INTRODUCCIÓN .....	10
4. ANTECEDENTES .....	13
4.1 Historia de la bicicleta, creación y evolución .....	14
4.2 Tipos de de bicicletas existentes en la Actualidad .....	17
4.3 Historia del portabicicletas, creación y evolución .....	20
4.4 Implantación del portabicicletas en compañías Europeas .....	27
4.5 Implantación del portabicicletas en compañías Americanas .....	32
4.6 Implantación del portabicicletas en compañías Españolas.....	40
4.7 Búsqueda de Portabicicletas en Trenes Internacionales .....	44
4.8 Diferencia entre enganches de trayectos largos a trayectos cortos.....	49
4.9 Conclusiones de la Implantación del Portabicicletas de los Trenes Analizados .	51
4.10 Definiciones y conceptos generales .....	53
5. ESTUDIO DE MERCADO .....	54
5.1 Portabicicletas existentes para vehículos .....	55
5.2 Portabicicletas para paredes.....	58
5.3 Portabicicletas de estantes .....	60
5.4 Portabicicletas de suelo y caballetes de apoyo .....	61
5.5 Mosquetones de sujeción y Anclajes de amarre .....	64
6. FACTORES A CONSIDERAR .....	66
6.1 Distribución de Portabicicletas respecto al vagón .....	67
6.2 Consideraciones y Limitaciones del Uso del Portabicicletas.....	70
6.3 Patentes .....	72
6.4 Normativas, Reglamentos y Documentos Oficiales. ....	86
6.5 Ergonomía, medidas relacionadas con el usuario y la bicicleta.....	88
6.6 Opiniones generales y encuesta .....	93
7. PROYECTO DE DISEÑO.....	97
7.1 Mapa Conceptual.....	98
7.2 Briefing: Requisitos de diseño .....	99
7.3 Definición de Alternativas .....	100

7.4 Generación y Evolución de Ideas Propuestas .....	100
7.5 Criterios de selección .....	107
7.6 Justificación de la Solución Adoptada .....	112
8. DISEÑO DE DETALLE.....	113
8.1 Descripción y Características técnicas del producto.....	114
8.2 Dimensiones Generales.....	117
8.3 Elementos que lo componen: Explosionado .....	118
9. PLIEGO DE CONDICIONES.....	119
9.1 Objeto del Pliego de Condiciones .....	120
9.2 Normativa a seguir.....	121
9.3 ORGANIGRAMA DE LOS COMPONENTES QUE CONFORMAN EL PORTABICICLETAS "BIKE&RAIL" .....	122
9.4 Tabla Conjunto de componentes .....	123
9.5 Especificaciones Técnicas de los materiales .....	126
9.6 Proceso de Fabricación .....	133
9.7 Listado de Proveedores para conformar el portabicicletas "BIKE & RAIL" .....	135
9.8 Montaje del producto .....	136
9.9 Estudio de fiabilidad: fuerzas y tensiones.....	141
10. PRESUPUESTO .....	143
11. PLANOS.....	149
12. CONCLUSIONES .....	159
13. BIBLIOGRAFÍA .....	161
14. ENLACES DE APOYO.....	163

# 1. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto de este proyecto es proponer una **solución a la problemática** de introducir la bicicleta en un **medio de transporte de uso colectivo**, como son los trenes o tranvías.

Concretamente se basa en diseñar un portabicicletas para vagones de tren, que sea fácil de usar, rápido y que la sujeción sea efectiva y segura para todo tipo de bicicletas. Un portabicicletas pensado para el tranvía urbano o el metro, en el cual la rapidez tanto de colocación de la bicicleta como su enganche sea óptima.

Una **solución integral** para la **movilidad** en bicicleta con el fin de promover el uso de este transporte limpio. El uso de ambos transportes contribuye en hacer más funcional y ecológica la movilidad en los ámbitos urbanos.

## **2. JUSTIFICACIÓN**

Moverse...esa es la palabra que nos define. Nos movemos de un sitio a otro, caminando, en bicicleta, con vehículos y como no, en transporte público.

Por ello, la **movilidad sostenible** es una **tendencia** que está cada vez más en auge. Esto implica que la gente haga uso de medios de transporte para contribuir a **reducir la contaminación** de gases en la atmósfera. Así que se recomienda constantemente en hacer uso de servicios que faciliten no depender de vehículos contaminantes.

La idea de diseñar un portabicicletas para metros y tranvías viene de la **necesidad** de que muchos usuarios que viven en ciudades vecinas, zonas residenciales, pueblos cercanos o extrarradios de la ciudad, puedan **desplazarse** desde su casa a la estación de metro, subir al metro con la bicicleta y después proseguir su marcha pedaleando por la ciudad para después llegar a su destino, haciendo ejercicio y también contribuyendo a ser más ecológicos.

La tendencia de movilidad sostenible se va haciendo cada vez más conocida. Ser **eco-friendly**, o sea 'amigo de la ecología' y ser más respetuoso con el medio ambiente es uno de los factores que animan a muchos usuarios a combinar tales medios de transporte con el fin de preservar y cuidar el medio en el que vivimos.

Además, la utilización de la bicicleta se ha convertido no sólo un estándar de transporte sino sinónimo de ejercitarse para el cuidado de uno mismo y la combinación de ambos medios de transporte generaría más aceptación respecto al uso de los mismos.

Así que el proyecto se puede definir como el diseño de un **producto funcional** cuyo factor principal es la sujeción eficaz y segura de una bicicleta en un **medio de transporte inteligente**.

# 3. INTRODUCCIÓN

La ciudad de Valencia cuenta con una extensa red de conexiones de transporte público, ya sea autobuses, tranvía urbano y metro; hecho que permite moverse en cuestión de minutos de una parte de la capital a otra.

Por otra parte, Valencia es una de las capitales europeas que cuenta con más de 300 días de sol al año y su orografía acompaña a moverse por esta ciudad en bicicleta ya que al ser un territorio llano, cerca del mar y su desnivel es de +- 1,5m. Pero, ¿por qué en otros países tienen más cultura por montar en bicicleta y no en España?

Un buen ejemplo es la capital holandesa Ámsterdam, cuna del ciclismo. Aun que allí la climatología no acompaña, los días suelen ser nublados y lluviosos, se puede ver gente de toda clase social en bicicleta. Desde el joven que va la universidad, como la mujer que va comprar ó el gerente de una multinacional, todos ellos van y se desplazan con sus respectivas bicicletas por la ciudad, haga frío o calor.

Además, una de las ventajas que favorecen el uso de la bicicleta, es que el transporte público en esos países apuesta hacer sitio para que las bicicletas se pueden subir a estos medios de transporte.

Fácilmente se pueden ver tranvías y trenes que llevan instalados portabicicletas y zonas exclusivas reservadas para este uso, así la gente que va de un sitio a otro, aunque sean trayectos cortos, pueden pedalear por la ciudad, después subirse al tren y llegar a su destino, haciendo ejercicio y también contribuyendo a ser más ecológicos. Pero, ¿Por qué esto no ocurre en Valencia?

La mayoría de las veces subir una bicicleta a un tren supone un gran problema. Ya sea por falta de espacio, o simplemente porque molesta a otros usuarios, es un hándicap al que todo ciclista se enfrenta a la hora de poder subir su bicicleta a un tren.

También, si ha podido experimentar la experiencia de subir con una bicicleta al metro habrá notado que a veces es bastante incómodo sujetarla con sus manos, o tal vez se deja mal apoyada, dificultando el paso de los usuarios a las entradas/salidas de acceso de los vagones.

Pero muchas veces, la colocación de la bicicleta resulta dificultosa o hasta requiere mucho tiempo para colocarla. Usualmente, en el caso de algunos trenes tienen enganches a los cuales se amarran bastante bien, pero claro, estos trenes disponen de estos portabicicletas pensados para efectuar trayectos largos.

Pero si se viajan distancias cortas, cortos espacios de tiempo ya sean minutos, el usuario no puede permitirse perder demasiado tiempo atando o amarrando la

bicicleta. Se requiere de algún sistema de anclaje, rápido, sencillo, efectivo y seguro que se pueda utilizar.

Sobre todo, sencillo para todo tipo de usuarios ya sea mayores, jóvenes y también un sistema de anclaje universal que se puede adaptar a todo tipo de bicicletas, desde una bici de paseo, hasta una fixie, pasando por una de montaña.

La idea que se quiere transmitir es que los transportes públicos sean más accesibles para que se puedan subir bicicletas sin problemas de espacio, ni discrepancias de que sólo se puede una cierta cantidad de bicicletas por vagón. Que no sea una limitación el que no se pueda introducir las bicicletas en el metro.

Por esta razón se quiere diseñar un portabicicletas, para que el usuario pueda subir su bici al tren, sin que moleste a los demás usuarios, y que ningún revisor le llame la atención de que solo se puede una bicicleta por vagón, o que los días laborables no se pueden subir bicicletas al tren.

Por lo tanto, el que se haga hueco en los vagones para las bicicletas y la introducción de portabicicletas en estos, haría más funcional y ecológica la movilidad en estos ámbitos urbanos.

Si todas estas soluciones planteadas se pudieran llevar a cabo en un futuro cercano, Valencia se podría convertir en una Green y Smartcity, acercándose al ideal de ser una capital limpia y ecológica y pudiendo llegar a ser un referente mundial.

## **4. ANTECEDENTES**

#### 4.1 Historia de la bicicleta, creación y evolución

La bicicleta, como la conocemos hoy en día ha sufrido muchas transformaciones a lo largo de los años de su existencia. Por encontrar un punto de partida es obligatorio citar al francés Sivrac, cuando en 1790 inventó el "celerífero": una máquina para correr consistente en dos ruedas alineadas, conectadas por una barra sobre la cual se montaba el deportista a horcajadas, impulsándose con los pies. Hasta entonces los distintos artilugios que se habían ideado tenían cuatro ruedas. En 1817, el barón alemán Karl von Drais añadió una dirección a la rueda delantera, lo cual permitía mantener el equilibrio sobre esta máquina. El uso de este "caballito de madera" (hobby-horse) se convirtió en una fiebre entre las clases altas de Francia, Alemania, Inglaterra y América.

Siguieron las innovaciones, un herrero escocés, en 1839, Kirkpatrick Macmillan, construyó la primera bicicleta a pedales. La usó para realizar un viaje de ida y vuelta hasta Glasgow de 226 km, cubriendo un tramo de 65 km a una velocidad media de 13 km/h. Pero fue Francia quien más impulsó la fabricación de bicicletas. Un constructor de carrozas, Pierre Michaux, acopló bielas y pedales a la rueda delantera de un "hobby-horse" y llamó a su máquina, velocípedo. En 1866-67 presentó un modelo con una rueda delantera de mayor diámetro que la trasera, entre otras innovaciones. En 1869 se produjeron varios inventos cruciales, como el buje de rodamientos, las ruedas con radios metálicos, los neumáticos de goma sólidos, la rueda libre, el guardabarros y un cambio de cuatro marchas.



*Imagen 1. Primera bicicleta a pedales de Macmillan, 1839.*



*Imagen 2. Velocípedo de Michaux, 1866.*

Dado que los pedales y las bielas del velocípedo estaban acoplados a la rueda delantera, cuanto más grande fuera ésta, más rápido podía ir. A principios de los años 70 del siglo XIX, el velocípedo se había convertido en un alto biciclo, con una rueda delantera casi tan alta como un hombre, el mayor inconveniente estaba en la falta de estabilidad cuando la rueda tropezaba con un pequeño obstáculo.



*Imagen 3. Biciclo a principios de los años 1870.*

En 1885, John Kemp Starley crea “la bicicleta de seguridad”, donde la rueda delantera es más pequeña y gracias al uso de los rodamientos, es propulsada por una cadena, se le acopló frenos, para una mayor seguridad. Añadiéndose poco después, 1888, los neumáticos desarrollados por John Boyd Dunlop, donde en su tubo interior se rellenan de aire, amortiguando parte del golpeo contra los caminos.

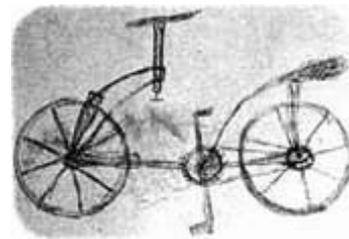
La bicicleta de seguridad se extendió rápidamente por todo el mundo industrializado. En 1896, una bicicleta podía costar el salario de 3 meses de un trabajador medio, pero ya en 1909 se había reducido a menos de un mes de trabajo. Esta bicicleta tiene una gran semejanza con la bicicleta que todos conocemos hoy en día.



*Imagen 4. Bicicleta de seguridad 1885.*

Los avances en la tecnología de los tubos, el desarrollo de las piezas de aleación y el uso de cambio de marchas a base de desviadores (patentadas en 1895) dieron lugar a bicicletas ligeras y de alta calidad.

Como curiosidad, en 1966, unos monjes italianos que restauraban manuscritos de Leonardo da Vinci, descubrieron un boceto de hacia 1490 donde se representaba una máquina notablemente similar a la moderna bicicleta, equipada incluso con pedales y transmisión por cadena. Sin embargo, como sucediera con el aparato volador y otros aparatos visionarios de da Vinci nunca llegó a salir del tablero del dibujo.



*Imagen 5. Boceto de Leonardo da Vinci hacia 1490.*

A partir de principios del siglo XX, las bicicletas adoptan la morfología característica que mantiene en la actualidad y desde entonces se sigue el mismo patrón de diseño compuesto de: un cuadro triangular en el que la parte superior apoyan manillar y sillín; y en la inferior van situadas las dos ruedas junto con el mecanismo de avance, compuesto por pedales, bielas, plato y cadena.

A mediados del siglo XX, poco después de las dos Guerras Mundiales, la bicicleta experimenta un cambio trascendental. Pasa de ser un transporte individual a profesionalizarse como deporte. El auge de carreras famosas como el Tour de Francia anima a mucha gente a practicar este deporte. Además, surgen muchas modalidades de práctica del ciclismo, como: Ruta-Carretera, Montaña, Btt, Trail, Descenso, BMX, Cross, etc.

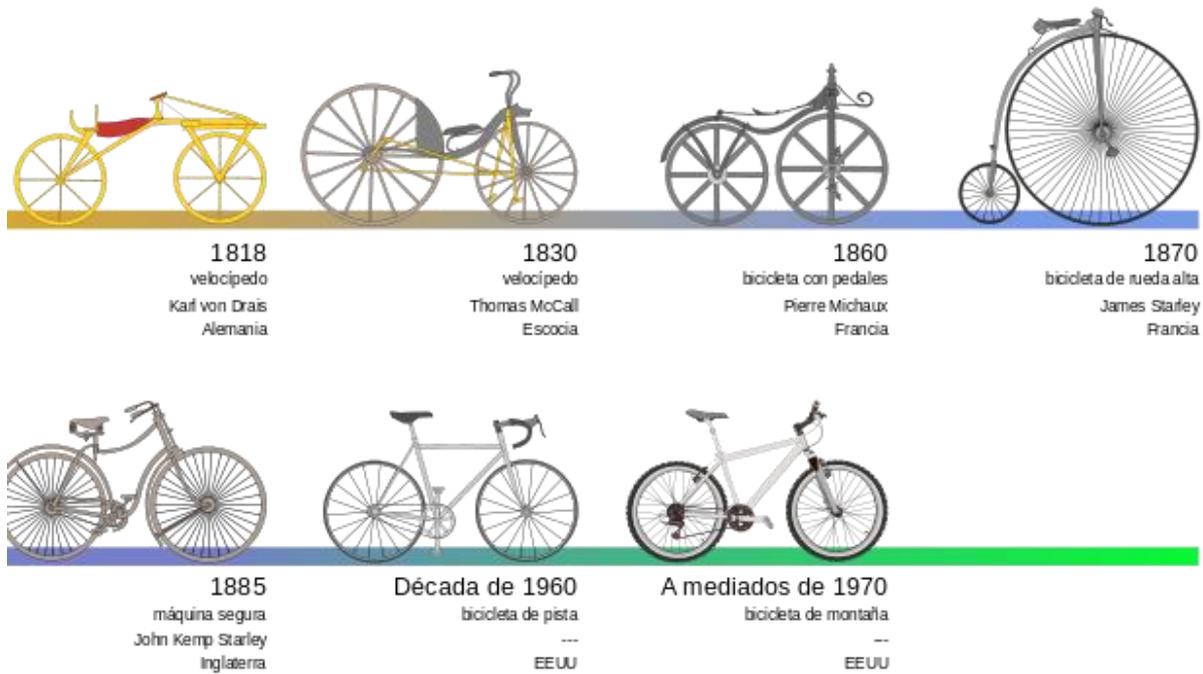


Imagen 6. Esquema de la evolución e historia de la Bicicleta, 2015



Imagen 7. Bicicleta año 1870



Imagen 8. Bicicleta año 1885



Imagen 9. Bicicleta año 1910



Imagen 10. Bicicleta año 1940



Imagen 11. Bicicleta año 1970



Imagen 12. Actualidad, 2016

## 4.2 Tipos de de bicicletas existentes en la Actualidad

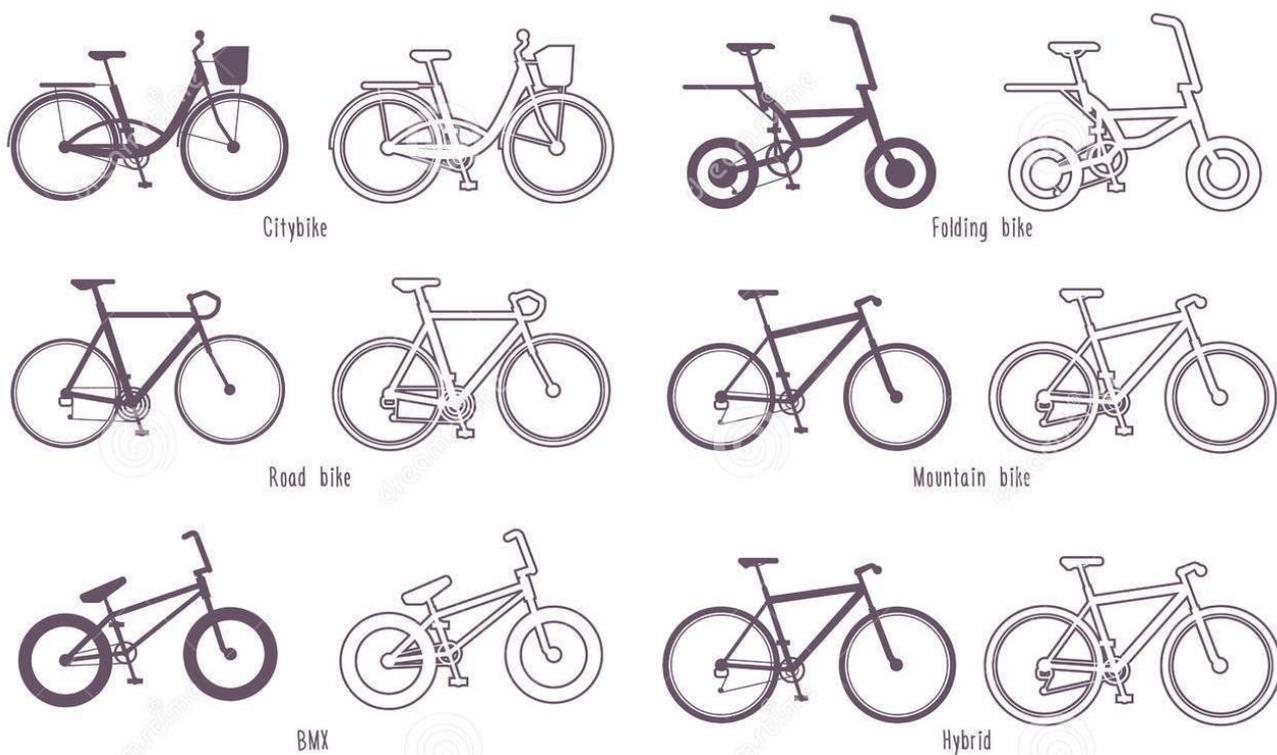


Imagen 13. Esquema de diferentes tipologías de bicicletas que podemos encontrar en el mercado, 2015



**Tipo de bicicleta:** Mountain Cross  
**Marca:** Bmc  
**Precio:** 1.200€  
**Diámetro Rueda:** 72cm  
**Longitud:** 170cm  
**Altura:** 100cm  
**Anchura:** 52cm



**Tipo de bicicleta:** Free ride  
**Marca:** Coluer  
**Precio:** 1.100€  
**Diámetro Rueda:** 72cm  
**Longitud:** 170cm  
**Altura:** 102cm  
**Anchura:** 54cm



**Tipo de bicicleta:** Downhill-Enduro  
**Marca:** Orbea  
**Precio:** 1.250€  
**Diámetro Rueda:** 73cm  
**Longitud:** 170cm  
**Altura:** 100cm  
**Anchura:** 54cm



**Tipo de bicicleta:** Híbrida  
**Marca:** Btwin  
**Precio:** 350€  
**Diámetro Rueda:** 70cm  
**Longitud:** 170cm  
**Altura:** 98cm  
**Anchura:** 55cm



**Tipo de bicicleta:** BMX  
**Marca:** Frpr  
**Precio:** 160€  
**Diámetro Rueda:** 50cm  
**Longitud:** 110cm  
**Altura:** 83cm  
**Anchura:** 57cm



**Tipo de bicicleta:** Para niños  
**Marca:** Trek  
**Precio:** 120€  
**Diámetro Rueda:** 42cm  
**Longitud:** 82cm  
**Altura:** 56cm  
**Anchura:** 52cm



**Tipo de bicicleta:** Countryside  
**Marca:** Vatabus  
**Precio:** 400€  
**Diámetro Rueda:** 73cm  
**Longitud:** 172cm  
**Altura:** 105cm  
**Anchura:** 53cm



**Tipo de bicicleta:** Touring  
**Marca:** Giant  
**Precio:** 500€  
**Diámetro Rueda:** 70cm  
**Longitud:** 172cm  
**Altura:** 103cm  
**Anchura:** 53cm



**Tipo de bicicleta:** Plegable  
**Marca:** Btwin  
**Precio:** 210€  
**Diámetro Rueda:** 48cm  
**Longitud:** 115cm  
**Altura:** 98cm  
**Anchura:** 47cm



**Tipo de bicicleta:** De paseo  
**Marca:** BH  
**Precio:** 350€  
**Diámetro Rueda:** 73cm  
**Longitud:** 173cm  
**Altura:** 106cm  
**Anchura:** 52cm



**Tipo de bicicleta:** De paseo  
**Marca:** Orbea  
**Precio:** 385€  
**Diámetro Rueda:** 73cm  
**Longitud:** 172cm  
**Altura:** 108  
**Anchura:** 52cm



**Tipo de bicicleta:** Dutch Bike  
**Marca:** Vatabus  
**Precio:** 550€  
**Diámetro Rueda:** 75cm  
**Longitud:** 176cm  
**Altura:** 107cm  
**Anchura:** 51cm



**Tipo de bicicleta:** Cruiserbike  
**Marca:** Specialized  
**Precio:** 700€  
**Diámetro Rueda:** 72cm  
**Longitud:** 165cm  
**Altura:** 89cm  
**Anchura:** 48cm



**Tipo de bicicleta:** Fixie Urbana  
**Marca:** Brooklyn  
**Precio:** 450€  
**Diámetro Rueda:** 70cm  
**Longitud:** 1,68cm  
**Altura:** 85cm  
**Anchura:** 40cm



**Tipo de bicicleta:** Carretera-  
Competición  
**Marca:** Specialized  
**Precio:** 3.500€  
**Diámetro Rueda:** 70cm  
**Longitud:** 1,68cm  
**Altura:** 102cm  
**Anchura:** 46cm

### 4.3 Historia del portabicicletas, creación y evolución

Los portabicicletas se crearon para cubrir una necesidad básica: sujetar o apoyar las bicicletas. Aunque su origen es desconocido, ya que según las necesidades de los usuarios las soluciones varían y evolucionan, se han podido obtener una serie de imágenes que desvelan que su origen se centra a principios de los años '20 del siglo pasado.



*Imagen 14 Estación de Ferrocarril de Copenhague (Dinamarca), 1921.*

Al fondo de esta imagen aparecen unos enganches en los cuales se 'aparcen' las bicicletas, tanto de trabajadores, como de los propios pasajeros, que depositan sus bicis para luego viajar con el tren a su destino. Así que esta imagen confirma que en los años '20 ya se disponían de portabicicletas para hacer más cómoda y fácil la vida a los usuarios ciclistas.

La bicicletas en los años '30 se sujetaban con un portabicicletas o caballete, compuesto de cuatro patas de apoyo al cual tenía soldados unos hierros verticales, salientes, que permitían la introducción de la rueda trasera, dejándola en completa fijación y apoyo creando un equilibrio perfecto.



*Imagen 15. Bicicleta de André Leducq en el museo cultural de Lyon, 1930.*

Según iban pasando los años, la técnica se iba perfeccionando como se muestra esta otra imagen tomada en el año 1943 en el edificio Neoyorquino del 'Natural Resources Defense Council Headquarters' en Manhattan. Los trabajadores podían ir con bicicleta y 'aparcarla', dentro del edificio sin necesidad de dejarla en la calle mal estacionada.

En este portabicicletas se muestra que el tipo de anclaje es de 'gancho' o tipo 'hook', en el que se cuelga la rueda delantera y se suspende al vacío.

Los portabicicletas horizontales también estaban creados alrededor del año 1953. En la imagen aparece un portabicicletas en el que se apoyan las bicicletas mediante la introducción de la rueda delantera entre los bastidores de sujeción. La estructura metálica hacía resistente el portabicicletas tanto al desgaste de utilización como de las influencias meteorológicas, ya que al estar expuesto a la intemperie su resistencia de ve mermada. La foto tomada en Idaho Falls, Idaho (EEUU), demuestra que los diseñadores estadounidenses también desarrollaron e iban mejorando la idea de un portabicicletas, al cual dejar la bicicleta y poder ir a hacer los recados y gestiones, sin necesidad de dejar mal aparcada o en mal lugar tu bicicleta.



*Imagen16. Portabicicletas de Cuelgue en el NRDC de Manhattan, (Nueva York), 1943.*



*Imagen17. Portabicicletas en las calles de Idaho Falls (EEUU), 1953.*

En la década de los '60 la industria del automóvil sacó uno de los coches más revolucionarios jamás creado. Un coche utilitario, familiar y completo. Este coche incorporó la 'baca' para llevar los equipajes de la familia en las vacaciones de verano y como no, también, servía y era utilizado de portabicicletas para el transporte de las mismas.

Este fue el primer medio de transporte en incorporar un utensilio para llevar equipaje, permitiendo transportar y sujetar bicicletas.



*Imagen18. Fiat 500 con baca para sujeción de equipajes, 1960.*

Otros medios de transporte como los trenes han utilizado otros métodos.

A principios del siglo XX, siempre que se ha querido transportar las bicicletas en los trenes ha sido de un modo tradicional, amontonadas como parte del equipaje, entre maletas y otros enseres. Pero no ha sido hasta los años '80 en los que la utilización y uso del portabicicletas se ha normalizado; siguiendo unas reglas de accesibilidad y uso, para un mayor confort tanto del usuario de la bicicleta como los pasajeros que comparten el vagón.



*Imagen 19. Típica bicicleta holandesa Dutch bike, 1947*



*Imagen 20. Tren de la compañía Amtrak (EEUU), 1963*

En la actualidad se puede encontrar una gran diversidad de portabicicletas, a continuación se clasifican según sus tipologías.



Imagen 21. Clasificación de Tipologías de Portabicicletas, 2016

## Portabicicletas de Calle



*Imagen 22. Horquilla de Rueda delantera, 2014*



*Imagen 23. Bastidor vertical de Diseño,(Clips), 2013*



*Imagen 24. Bastidor vertical de tubo redondo, 2011*



*Imagen 25. Refugio con Aros Envolvertes, 2012*



*Imagen 26. Inserción de rueda delantera, Diseño, (Peine), 2012*



*Imagen 27. Inserción de rueda con Aros Envolvertes, 2014*



*Imagen 28. Bastidor vertical de tubo redondo, 2015*

## Portabicicletas para Almacenaje



Imagen 29. Estante de Diseño, 2014



Imagen 30. Almacenaje de Diseño, 2013

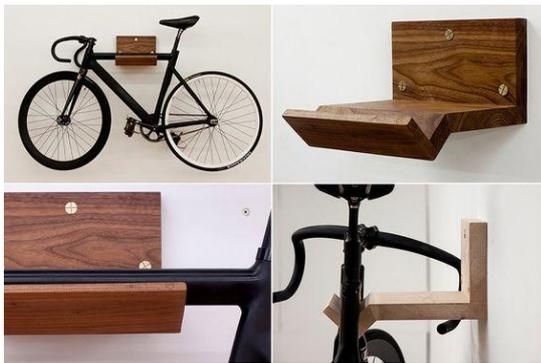


Imagen 31. Repisa de Diseño, 2013



Imagen 32. Mancuernas de Cuelgue, 2014



Imagen 33. Ganchos de cuelgue para pared, 2011



Imagen 34. Ganchos de cuelgue para pared, 2014

## Portabicicletas de Suelo y Caballetes de Apoyo



Imagen 35. Sujeción de rueda trasera, 2014



Imagen 36. Sujeción de rueda delantera, 2013



Imagen 37. Caballete de rueda trasera, 2015

## Portabicicletas para Vehículos



Imagen 38. Baca de enganche, 2015



Imagen 39. Portón de bicicletas, 2015



Imagen 40. Sujeción de techo, 2015



Imagen 41. Bastidor de apoyo de bola, 2015

## 4.4 Implantación del portabicicletas en compañías Europeas

País: DINAMARCA

Ciudad: COPENHAGUEN

Compañía Ferroviaria: COPENHAGUEN METRO

Tipo de tren: METRO

Tipología de portabicicletas que lleva: DOS AROS

Disposición: HORIZONTAL

**Observación:** Los metros de Copenhague disponen de un vagón especial dirigido especialmente a bicicletas en el cual se combina tanto el asiento del pasajero como en portabicicletas. Así el usuario puede sentarse mientras dura el trayecto. El portabicicletas se compone de dos aros en el que se introduce la rueda, ya sea delantera o trasera y la sujeción cabe decir que no es demasiado fiable ya que el usuario tendría que sujetarla. Este vagón está especialmente dirigido al pasajero que viaja con su bicicleta.

# Metro

Imagen 42. Logotipo de la compañía, 2011



Imagen 43. Metro de Copenhague,



Imagen 44. Pasillo habilitado, 2013



Imagen 45. Interior metro Copenhague, 2013



Imagen 46. Silla con guía de apoyo, 2013

**País:** FRANCIA

**Ciudad:** RED EN 20 CIUDADES

**Compañía Ferroviaria:** SNCF (Société Nationale des Chemins de Fer Français)



*Imagen 47. Logotipo SNCF, 2006*

**Tipo de tren:** TGV  
(TRAIN GRANDE VITESSE) / TREN DE ALTA VELOCIDAD



*Imagen 48. Tren TGV, 2008*

**Tipología de portabicicletas que lleva:** GANCHO CON INSERCIÓN DE RUEDA

**Disposición:** VERTICAL

**Observación:** El portabicicletas del TGV es uno de los más efectivos y simples de usar ya que dispone de un gancho en el que se introduce la rueda. Pero su sistema de 'recovecos' y oberturas en la pared facilitan la inserción de las dos ruedas y además sirve de sujeción a ambos lados de la rueda y haciendo efectiva la inmovilización del tambaleo de la bicicleta.

Un hándicap es que hay que levantar unos centímetros la bicicleta del suelo para colgarla, cosa que si estaría a ras de suelo facilitaría mucho la inserción de la bicicleta.



*Imagen 49. Portabicicletas TGV, 2008*



*Imagen 50. Disposición del Portabicicletas TGV, 2008*

**El enganche de las bicicletas se realiza por la parte izquierda a través de los radios de la llanta. Como el gancho es de plástico no causa daños en la rueda.**



*Imagen 51. Zona de Ubicación del Portabicicletas TGV, 2008*

**País:** FRANCIA

**Ciudad:** RED EN 35 CIUDADES

**Compañía Ferroviaria:** SNCF (Société Nationale des Chemins de Fer Français)

**Tipo de tren:** TER (TRANSPORT EXPRESS RÉGIONAL)

**Tipología de portabicicletas que lleva:**  
GANCHO

**Disposición:** VERTICAL

**Observación:** El portabicicletas de este tren regional lleva un sistema de gancho con el que se introduce la rueda mediante los radios. Gracias a las guías de plástico que encauzan la rueda trasera para que no tambalee permiten una buena sujeción de la bicicleta mientras que está colgada.

*Imagen 52. Logotipo TER, 2002*



*Imagen 53. Tren Media Distancia TER, 2002*



*Imagen 54. Zona de Ubicación en el TER, 2014*



*Imagen 55. Disposición Vertical en el TER, 2014*



*Imagen 56. Capacidad para 6 bicicletas en el TER, 2015*

**El enganche se realiza de derecha a izquierda, levantando la bicicleta unos 10cm aproximadamente y permanece sujeta sin oscilar gracias a las guías inferiores.**



*Imagen 57. Sistema de gancho para el cuelgue en el TER, 2015*

## 4.5 Implantación del portabicicletas en compañías Americanas

**Estado:** ARIZONA

**Ciudad:** PHOENIX

**Compañía Ferroviaria:** VALLEY METRO

**Tipo de tren:** METRO-TRANVÍA

**Tipología de portabicicletas que**

**lleva:** ENGANCHE MEDIANTE MANCUERNAS

**Disposición:** VERTICAL



*Imágenes 58 y 59. Logotipo y Metro Valley, 2012*

**Observación:** El portabicicletas se sitúa a un lado del vagón, ocupando el espacio aproximado de dos butacas, en el que la disposición es vertical. El portabicicletas lleva dos salientes tipo mancuernas, en las cuales a través de los radios de la bicicleta se introduce el gancho en el cual cuelga la bicicleta. En este portabicicletas sólo caben dos portabicicletas ya que como se observa en la imagen existen dos barras transversales sobre las cuales sale el gancho de cuelgue. En este metro sólo han introducido un portabicicletas por vagón, pero como es modulable, de fácil repetición se podrían disponer de más portabicicletas a lo largo del mismo.



*Imágenes 60 y 61. Sistema de colocación de cuelgue en el Portabicicletas de Valley Metro, 2015*

Estado: MINNESOTA

Ciudad: MINNEAPOLIS

Compañía Ferroviaria: METRO  
TRANSIT

Tipo de tren: TRANVÍA

Tipología de portabicicletas que  
lleva: SUJECCIÓN DE AROS Y  
MANCUERNAS

Disposición: VERTICAL

Observación: Está situado justo al lado de las puertas de acceso, con sólo capacidad de dos  
bicicletas.

Consta de dos aros arriba y abajo,  
hecho que reduce su movimiento  
oscilante a ambos lados permite la  
fijación vertical. En los aros de arriba se  
dispone de una mancuerna en la cual se  
introduce la rueda a través de los radios  
para su correcta colocación que impide  
la caída de la bicicleta.

Imágenes 64 y 65. Sistema de enganche  
Bike Rack, 2014



Imagen 62. Logotipo de la compañía, 2001



Imagen 63. Vista exterior del metro de Minneapolis, 2014



Imagen 66. Portabicicletas para su disposición en Vertical, 2014

**Estado:** OREGON

**Ciudad:** PORTLAND-MILWAUKIE

**Compañía Ferroviaria:** TRIMET MAX  
LIGHT RAIL

**Tipo de tren:** METRO-TRANVÍA

**Tipología de portabicicletas que lleva:**  
ENGANCHE ESCUADRA EN FORMA 'L'

**Disposición:** VERTICAL

**Observación:**

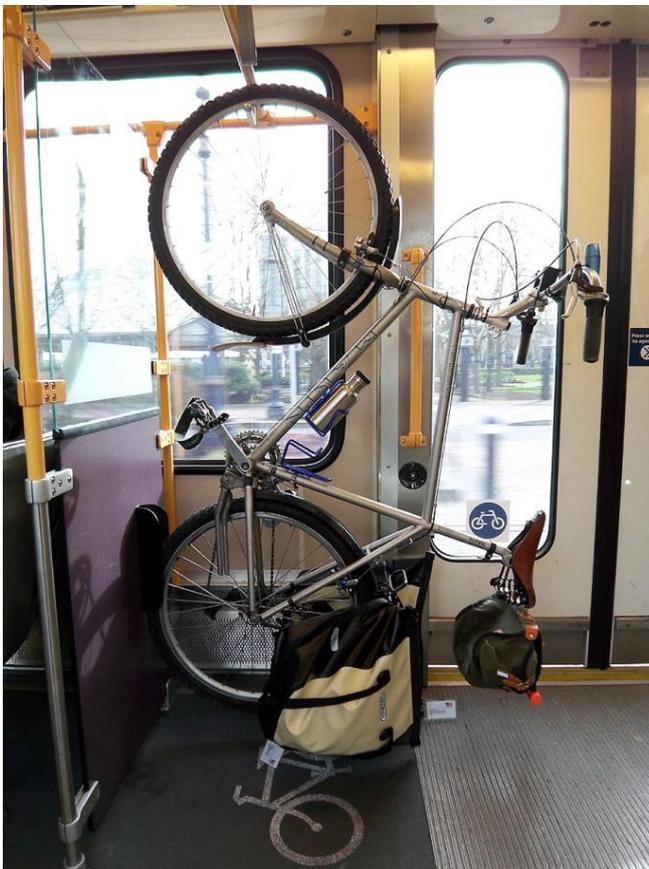


*Imagen 67. Logotipo de Trimet, 2004*



*Imagen 68. Vista exterior del Trimet Max Light Rail, 2013*

Portabicicletas con capacidad para dos bicicletas, en las cuales se ha reservado un espacio concreto en la parte de puertas de acceso para mayor comodidad. Su sistema de enganche se dispone de una escuadra anclada en la barra transversal superior, en la que gracias a su forma de 'L' se coloca la rueda a través de los radios de esta. También dispone de sujeción en la rueda inferior en la que tiene delimitado el movimiento oscilante, reduciendo así el peligro que puede suponer para los usuarios y también el daño que puede causar en la bicicleta en sí.



*Imágenes 69 y 70. Zona reservada para las bicicletas con capacidad para dos bicicletas por vagón, 2013*

**Estado:** UTAH

**Ciudad:** SALT LAKE CITY

**Compañía Ferroviaria:** UTA-TRAX

**Tipo de tren:** METRO-TRANVÍA

**Tipología de portabicicletas que lleva:**

1. SUJECIÓN RUEDA TRASERA

2. ENGANCHE PALANCA

**Disposición:** VERTICAL Y HORIZONTAL

**Observación:**

UTA-TRAX dispone de dos tipos de portabicicletas. Disposición en vertical, tiene la característica de que cuando introduces la rueda hace presión hacia adentro y efectúa una sujeción máxima de la rueda, un sistema de palanca bastante interesante. El segundo portabicicletas en disposición en horizontal es bastante más básico en el que cuenta con cuatro raíles con capacidad para cuatro bicicletas en el que se introduce la rueda trasera, como tienen unas paredes suficientemente altas la sujeción de las bicicletas está asegurada.

**U T A**  **T R A X**

*Imagen 71. Logotipo de UTA-TRAX, 2001*



*Imagen 72. Tranvía TRAX, 2003*



*Imagen 73. Portabicicletas vertical UTA-TRAX, 2008*



*Imagen 74. Portabicicletas horizontal UTA-TRAX, 2008*

**Estado:** MASSACHUSETTS

**Ciudad:** BOSTON

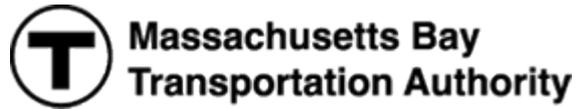
**Compañía Ferroviaria:** MASSACHUSETTS  
BAY TRANSPORTATION

**Tipo de tren:** METRO

**Tipología de portabicicletas que lleva:**  
BASTIDORES DE TUBO CIRCULAR

**Disposición:** HORIZONTAL

**Observación:** Sistema de colocación en el cual se introducen las dos ruedas de la bicicleta dentro de los bastidores de apoyo, que cuentan con bastante altura como para que no ladeen. Un sistema de sujeción bastante antiguo y ocupa demasiado espacio desde mi punto de vista ya que se reducen demasiados asientos para pasajeros y aunque se disponen en forma de batería aun así sigue ocupando demasiado espacio.



*Imagen 75. Logotipo de MBTA, 1998*



*Imagen 76. Vista exterior del metro MBTA, 2002*



*Imagen 77. Distribución interior del vagón, 2013*



*Imagen 78. Portabicicletas horizontal de tubo redondo de acero inoxidable, 2013*

**Estado:** 35 STATES ALL ACROSS

**Compañía Ferroviaria:** AMTRAK

**Tipo de tren:** LARGA DISTANCIA

**Tipología de portabicicletas que lleva:**  
CABALLETES LATERALES

**Disposición:** HORIZONTAL

**Observación:** Amtrak es una de las más famosas y reconocidas compañías ferroviarias de USA. Al ser trayectos de larga distancia, para la sujeción de bicicletas, que se requiere que sean fijos, se disponen de caballetes laterales en los que basta con atar la bicicleta con unos amarres que el propio caballete que se atan alrededor del cuadro de la bicicleta. La disposición de los mismos de en batería y como se observa en las imágenes tiene capacidad para 5 o más bicicletas por vagón.



*Imagen 79. Logotipo de Amtrak, 2002*



*Imagen 80. Locomotora Amtrak, 2007*



*Imagen 82. Bicicleta apoyada en el  
caballete lateral, 2011*



*Imagen 81. Caballete lateral, 2011*



*Imagen 83. Disposición de los  
portabicicletas en batería, 2011*

**Estado:** MARYLAND-VIRGINIA-WASHINGTON D.C.

**Ciudad:** BALTIMORE-WASHINGTON D.C.

**Compañía Ferroviaria:** MARC

**Tipo de tren:** LARGA DISTANCIA

**Tipología de portabicicletas que lleva:**  
RAMPA METÁLICA INCLINADA CON AROS DE SUJECIÓN

**Disposición:** HORIZONTAL-INCLINADO

**Observación:**

La rueda delantera se eleva y se acopla a la obertura que tiene la rampa para anclar la rueda. Además consta de un aro que envuelve y fija la rueda de modo que impide que se tambalee y tumbe, permitiendo así la máxima sujeción posible. La disposición se efectúa en batería de modo que caben un máximo de diez bicicletas por vagón, pero claro eliminando diez filas de asientos para pasajeros. Este sistema es muy parecido a los parkings callejeros de bicicletas que encontramos en las ciudades.



*Imagen 84. Logotipo de MARC, 2003*



*Imagen 85. Locomotora MARC, 2002*



*Imagen 87. Portabicicletas inclinado MARC, 2009*



*Imagen 86. Capacidad de 10 bicicletas por vagón, 2009*



*Imagen 88. Distribución Interior, 2009*

**Estado:** FLORIDA

**Ciudad:** MIAMI

**Compañía Ferroviaria:** TRANSIT M IAMI

**Tipo de tren:** METRO

**Tipología de portabicicletas que lleva:** GANCHO

**Disposición:** VERTICAL

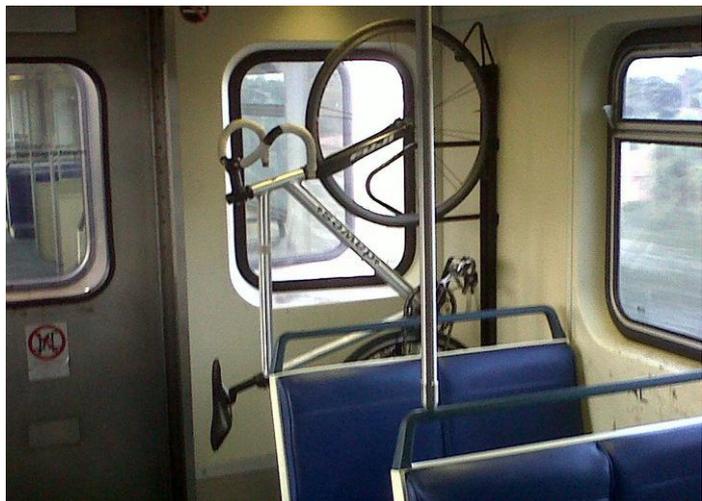
**Observación:** Saliente de tubo redondeado en el que al final de este lleva un gancho en forma de 'U' en el que se introduce la rueda mediante los radios de esta. A través del bastidor vertical aparece un perfil metálico de rudo redondeado de menor diámetro en el que se apoya la bicicleta de un solo lado, hecho que permite su inmovilización y reducción de oscilación a la hora de aceleración y parada del metro.



*Imagen 89. Logotipo de la compañía, 2004*



*Imagen 90. Vista exterior del metro, 2004*



*Imagen 91. Portabicicletas en vertical, 2008*



*Imagen 92. Sistema de cuelgue de gancho, 2012*



*Imagen 93. Distribución interior, 2012*

## 4.6 Implantación del portabicicletas en compañías Españolas

La compañía española Renfe pone a disposición en la mayoría de sus trenes portabicicletas para los usuarios. Aunque disponen de estos sistemas de porte, su normativa y condiciones de uso, en cambio son bastante restrictivas. A continuación se expone un resumen de la normativa de Renfe. La información que se detalla a continuación ha sido extraída de la página Web [www.renfe.es](http://www.renfe.es) en el apartado *Uso de Bicicletas en los Trenes*.



*Imagen 94. Logotipo de la compañía Renfe, 2007*

### Bicicletas en Trenes de Media distancia Convencional

Se admitirá el transporte de bicicletas en todos los trenes de Media Distancia que tengan un área específica o espacio suficiente para su transporte. En los trenes R-598 y Media Distancia (MD) se admitirán tres bicicletas por tren, siendo necesario la obtención de un billete para su transporte (sin coste alguno), además del billete del viajero.

En los trenes Regional y Regional Exprés sólo se admitirá una bicicleta por viajero siempre que la ocupación del tren lo permita o la capacidad máxima permitida para cada coche o tren no se sobrepase.

En los trenes comercializados con TRD no se admite el transporte de bicicletas, excepto si es una bicicleta plegada, con unas dimensiones máximas de 30 centímetros de ancho, 66 centímetros de alto y 82 centímetros de largo, una vez plegada, en cuyo caso dejan de tener la condición de bicicleta y se admitirá en cualquier tipo de tren y también según el horario programado.

Como norma general, los viajeros en grupo con más de tres bicicletas deberán ser autorizados previamente por RENFE-Operadora, debiendo ir acompañados de la correspondiente autorización establecida al efecto. Sólo en el caso de grupos autorizados se podrá sobrepasar el límite máximo para cada coche o tren admitido.

El viajero portador de la bicicleta deberá estar en posesión de un título de transporte válido y no abonará cantidad alguna por el transporte de la bicicleta que lleve el usuario en ese trayecto.



*Imagen 95. Bicicletas esperando en el andén a ser subidas al tren de la compañía Renfe, 2014*

El viajero que lleve una bicicleta deberá mantener en todo momento el cuidado debido para garantizar la seguridad y comodidad de los demás viajeros, siendo responsable de los posibles daños que se pudieran producir al tren y a terceros así como los pasajeros.

### Trenes de CERCANIAS

Se podrán transportar bicicletas en los trenes de Cercanías de bajo las siguientes condiciones específicas:

Sólo se admitirá una bicicleta por viajero, según la normativa.

El viajero portador de la bicicleta deberá estar en posesión de un título de transporte válido y no abonará cantidad alguna por este servicio.

Si la ocupación del tren fuera elevada y el viajero portador de bicicleta no pudiera realizar su viaje o pudiera ocasionar molestias, podrá optar por otro tren o por la devolución del importe total de su billete.

Las bicicletas serán transportadas en los espacios destinados para ello. En el caso de no existir señalización, los espacios destinados para el transporte y acondicionamiento serán los espacios de acceso de los trenes autorizados, sin invadir, en cualquier caso, los pasillos y las zonas de asientos no abatibles o accesos de entrada.

La carga, custodia y descarga de las bicicletas será efectuada por sus propietarios. Renfe no se hace responsable de los posibles desperfectos o pérdidas que puedan sufrir las mismas durante el trayecto.



*Imagen 96. Zona reservada en el vagón para las bicicletas colgadas en disposición vertical, 2015*



*Imagen 97. Bicicleta colgada en vertical, 2013*



*Imágenes 98 y 99. Portabicicletas de Renfe con sujeciones de cuelgue en la rueda delantera y aros de inmovilización en la rueda trasera, 2015*

### **Trenes Media distancia tipo Avant**

Como norma general, no se admitirá el transporte de bicicletas en los trenes de Alta Velocidad-Media Distancia, como son AVE y Avant. Las bicicletas podrán ser consideradas equipajes, en el caso de bicicletas plegables, siempre y cuando las dimensiones de la misma no excedan de 30 centímetros de ancho, 66 centímetros de alto y 82 centímetros de largo y no sobresalga ningún mecanismo de la misma que pueda ocasionar perjuicios al resto de viajeros o al propio material ferroviario.

### **Trenes AVE y Larga Distancia**

Se permitirá el acceso de bicicletas en los trenes que tengan oferta de plazas acostadas (coches cama). Al adquirir el billete se deberá solicitar la opción de Viajar con bicicletas.

En coche cama, ya sea material convencional o Tren hotel, sólo será posible la admisión de bicicletas cuando se adquiera el departamento en la modalidad familiar, es decir, constituyendo un grupo todos los viajeros que ocupen el departamento.

Como norma general sólo se admitirá una bicicleta por viajero, con un máximo de dos bicicletas por departamento.



*Imagen 100. Desde el 2010 el AVE permite viajar con bicicletas plegables, 2012*

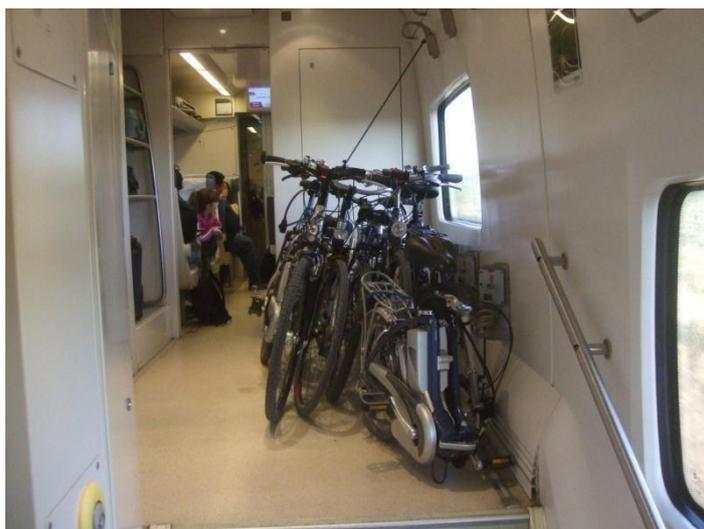
Las bicicletas deberán estar previamente embaladas en bolsas para bicicletas diseñadas al efecto, con los pedales desmontados y el manillar girado 90°.

Se permitirá el acceso de bicicletas en los trenes AVE con origen o destino (del tren) concretos, cabe la posibilidad de realizar el transporte, como parte del equipaje ordinario, de bicicletas urbanas siempre que estén desmontadas o plegadas y contenidas en una funda de 120 cm. x 90 cm. de dimensiones máximas.

Renfe no se hace responsable de los posibles desperfectos o pérdidas.



*Imagen 101. Correcta colocación y disposición de las bicicletas en el vagón, 2012*



*Imagen 102. Las bicicletas 'aparcadas' en los pasillos dificultan el acceso y paso de los pasajeros, 2015*

Las bicicletas que no se colocan en los lugares reservados para estas, pueden conllevar serios peligros para los usuarios, ya que si no van atadas o ancladas en sus respectivos portabicicletas pueden caer al suelo, dificultar el paso y accesibilidad y causar posibles daños a los pasajeros.



*Imagen 103. Forma Incorrecta de dejar la bicicleta en un vagón, 2014*

## 4.7 Búsqueda de Portabicicletas en Trenes Internacionales

En este apartado se muestran unos cuantos Portabicicletas, en los cuales se han agrupado en los de tipo de Disposición Vertical, ya que en la mayoría de la búsquedas realizadas se han encontrado de este tipo.

A continuación se analizan algunos aspectos bastante característicos de cada uno de ellos.



*Imagen 104. Zona reservada en el vagón para las bicicletas, cerca de las puertas de acceso con paramentos de cristal para delimitar la zona, 2013*



*Imagen 105. Luminaria específica para facilitar la visión del enganche de la bicicleta cuando se cuelga, 2014*



*Imagen 106. Portabicicletas situado en una zona que no impide el acceso. Total aprovechamiento del espacio del tren, 2013*



*Imagen 107. Enganche de mancuerna para el cuelgue de la bicicleta. Un hándicap es que hay que elevarla del suelo, 2012*



*Imagen 108. Soporte de la rueda trasera para una mejor sujeción. Un hándicap es que hay que elevarla del suelo, 2014*



*Imagen 109. Portabicicletas con capacidad para 4 bicicletas. Un hándicap que se observa es que hay poco espacio entre ellas, 2015*



*Imagen 110. Enganche de mancuerna con sujeción de rueda delantera. Un hándicap es que el pedal puede romper el cristal de la ventana, 2013*



*Imagen 111. Enganche de gancho. La ventaja observada es que hay un bastidor lateral para impedir la oscilación de la bicicleta, 2014*



*Imagen 112. Bastidor longitudinal que soporta ambas ruedas para reducir la oscilación y daños de la bicicleta, 2012*



*Imagen 113. Ubicado en el comienzo de la 'articulación', aprovechando el espacio, en el sitio donde suele no ponerse las papeleras, 2009*



*Imagen 114. Zona especial reservada para la ubicación de la bicicleta. El habitáculo tiene capacidad para 2 bicicleta, 2015*



*Imagen 115. Zona especial reservada para la ubicación de la bicicleta. También se dispone de agarraderas para el usuario que la acompaña, 2015*



Imagen 116. Portabicicletas que divide dos zonas del vagón. Además de situar dos bicicletas para su cuelgue, 2013.



Imagen 117. Portabicicletas de gancho en el que se introduce la rueda a través de los radios. Se necesita anclar la rueda trasera para evitar la oscilación de estas, 2012



Imagen 118. Portabicicletas de gancho. Al no estar a nivel de suelo, hay que levantar la bicicleta, supone una desventaja para la comodidad del usuario, 2011



Imagen 119. Portabicicletas de gancho con sujeción de rueda delantera. La rueda trasera se sujeta gracias al asiento cuando está plegado ya que lleva unas guías para esta, 2013

## Portabicicletas en disposición horizontal

En este apartado se muestran unos cuantos Portabicicletas, en los cuales se han agrupado en los de tipo de Disposición Horizontal.

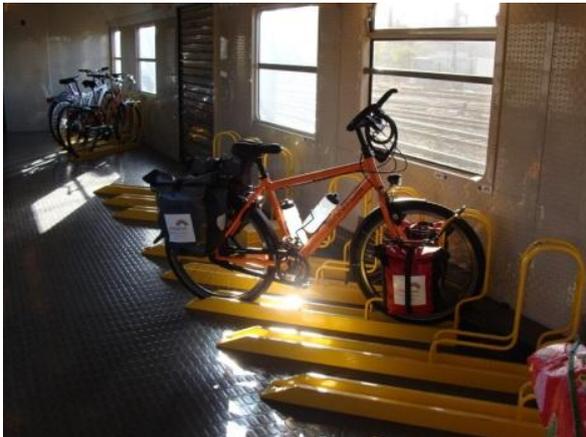
A continuación se analizan algunos aspectos bastante característicos de cada uno de ellos.



*Imagen 120. Perfiles de tubo redondeado de aro envolvente donde se introduce la rueda delantera a la que está sujeta por ambos lados, 2015*



*Imagen 121. Vagón específico para bicicletas. Disposición en batería y alberga zona de portabicicletas y paralelamente un pasillo corredor para el paso de los pasajeros, 2015*



*Imagen 122. Portabicicletas con bastidor longitudinal en el que se introducen las dos ruedas y sirven de guía y apoyo de estas. La sujeción de la rueda delantera se realiza mediante la colocación de esta entre los dos aros paralelos, 2015.*



*Imagen 123. La sujeción de la rueda delantera se realiza mediante la colocación de esta entre los dos aros paralelos. La desventaja es que la distribución dentro del vagón es en paralelo, reduciendo el espacio del pasillo, 2014*

#### 4.8 Diferencia entre enganches de trayectos largos a trayectos cortos

Como el proyecto se centra en el desarrollo de un portabicicletas para Metro ó Tranvía que son trenes para distancias cortas y trayectos urbanos se requiere un enganche rápido y efectivo.

A continuación, en las siguientes tablas se muestran las dos principales diferencias entre los enganches y elementos de sujeción tanto de trenes de trayectos largos respecto a los de trayectos cortos.

Enganche de trayectos largos	Enganche de trayectos cortos
	
<p><i>Imagen 124. Portabicicletas Amtrak, 2015</i></p>	<p><i>Imagen 125. Portabicicletas en el metro de Copenhague, 2013</i></p>
<p><b>Observaciones:</b> El enganche de la izquierda corresponde al tren de larga distancia Amtrak USA. Este portabicicletas estilo caballete se utiliza como bastidor de apoyo en el que la bicicleta se apoya en el cuadro y tras lo cual se procede <i>al atado con el candado del usuario o las correas que este lleve para inmovilizar e impedir el movimiento oscilante indeseado.</i></p> <p>En la parte izquierda se muestra el interior del metro de Copenhague y entre la ubicación de los asientos de los pasajeros salen unos dos aros estilo ‘sogas’ en el que se introduce la rueda trasera y esta se mantiene en equilibrio.</p> <p><b>Diferencias entre enganches:</b> La principal diferencia es en que el usuario sujeta la bicicleta o no.</p> <p>En el caso de Amtrak el usuario de la bicicleta puede dejar la bicicleta sin que requiera que esté pendiente de esta por si cae o se mueve, ya que al estar apoyada y atada el usuario de asegura al 100% de que no va a caer. En cambio, en el portabicicletas del metro de Dinamarca el usuario siempre tiene que estar pendiente de la bicicleta, es decir, que tiene que estar sujetándola, ya que al más mínimo o leve movimiento de arranque o parada la bicicleta puede caer al suelo, provocando una situación peligrosa. Por ello, este portabicicletas solo se requiere para ubicar la bicicleta y que el usuario la sostenga.</p> <p><i>Imagen 126. Comparación de enganches entre trayectos largos y cortos, 2016</i></p>	

Enganche de trayectos largos	Enganche de trayectos cortos
 <p data-bbox="252 703 767 770"><i>Imagen 127. Portabicicletas para trayectos largos, 2014</i></p>	 <p data-bbox="836 703 1350 770"><i>Imagen 128. Portabicicletas para trayectos cortos, 2015</i></p>

**Observaciones:** El portabicicletas de la izquierda se observa que está compuesto de un bastidor guía en que se encarrila la bicicleta y la rueda delantera se introduce en el doble tubo redondo. La sujeción sólo se realiza en la parte delantera de la bicicleta *atando la rueda entre los aros que forman la sujeción para inmovilizar e impedir el movimiento oscilante indeseado.*

En la parte izquierda se muestra un portabicicletas de ‘cuelgue de gancho’ en el que se cuelga la rueda delantera a través de los radios.

**Diferencias entre enganches:** La principal diferencia está en el aprovechamiento del espacio del vagón y la rapidez de colocación y quitado de la bicicleta.

El aprovechamiento del espacio es un aspecto esencial en los metros o tranvías ya que al ser de vía estrecha se traduce a que son de reducidas dimensiones. Por eso, que el portabicicletas esté en vertical es una de las razones por las que en la mayoría de trenes se observa en esta disposición, porque se aprovecha al máximo el espacio para dejar sitio a la colocación de los asientos, así como del libre paso como son los pasillos.

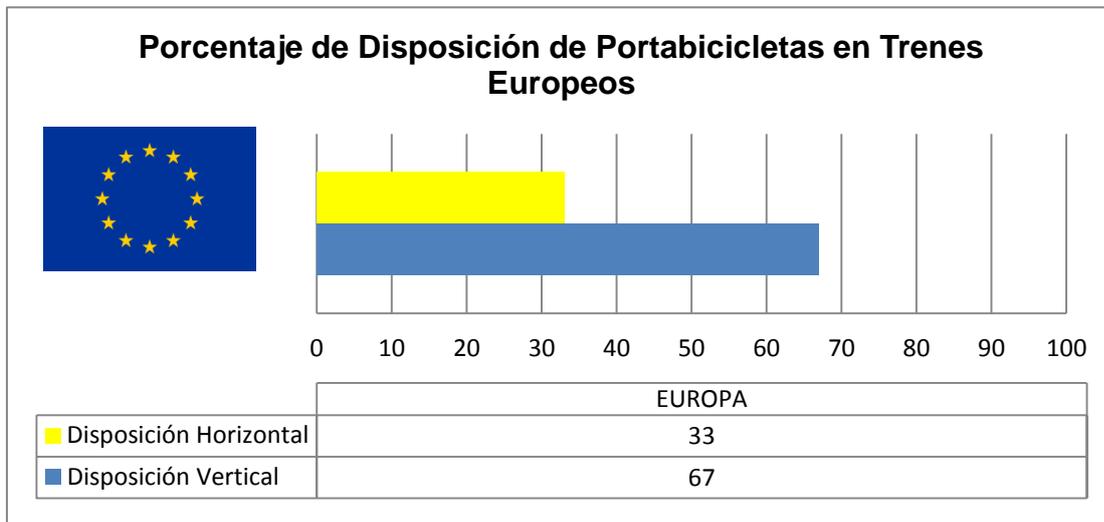
Aunque la parte menos positiva es que la colocación se complica ya que hay que levantar la bicicleta en posición erguida hecho que hace un poco incómodo la colocación de la bicicleta dentro del espacio requerido del metro.

Por estas razones, se necesita un enganche rápido, seguro y funcional como el que vemos en la imagen derecha: un gancho en el que se introduce la rueda y se cuelga. Se asegura la inmovilidad de la bicicleta gracias a las guías que se disponen en la parte inferior para evitar los bamboleos indeseados.

Para el descuelgue se sigue el mismo procedimiento: un leve movimiento hacia arriba para desenganchar y se deja caer la bicicleta suavemente hasta que toca el suelo.

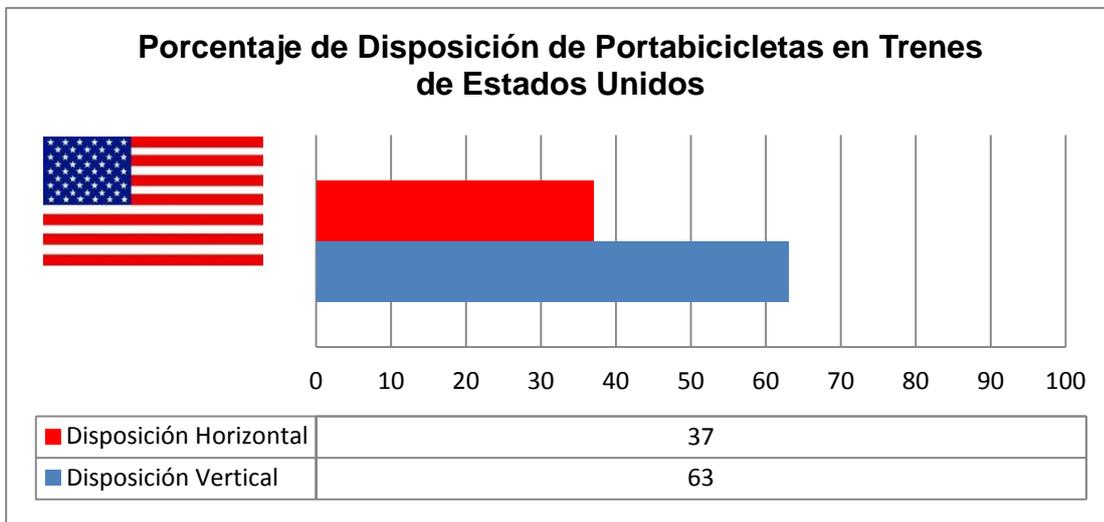
*Imagen 129. Comparación de enganches entre trayectos largos y cortos, 2016*

## 4.9 Conclusiones de la Implantación del Portabicicletas de los Trenes Analizados



*Imagen 130. Porcentaje de Disposición de Portabicicletas en Trenes Europeos*

De los trenes y metros estudiados que están en vigor funcionando por países Europeos, cabe destacar que la disposición predominante es la Vertical con un 67% respecto a la disposición Horizontal con un 33%.



*Imagen 131. Porcentaje de Disposición de Portabicicletas en Trenes de Estados Unidos*

En los trenes estadounidenses también se ha notado una ventaja notable respecto a la implantación de Portabicicletas en disposición Vertical con un 63% respecto al Horizontal con un 37%, los factores principales son el aprovechamiento del espacio en el interior del vagón y también la mejora de la accesibilidad dentro de ellos.

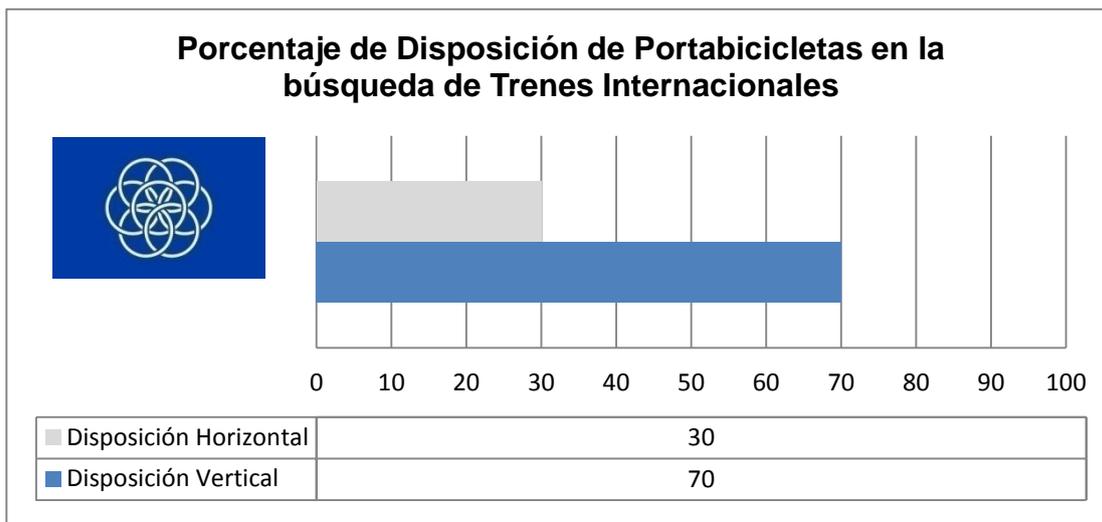


Imagen 132. Porcentaje de Disposición de Portabicicletas en Trenes Internacionales

En la búsqueda realizada en cuanto a Trenes Internacionales (véase el apartado 3.6) también destaca la disposición Vertical con un 70% de del total, respecto al 30% que se han observado que son de disposición Horizontal.



**renfe**

CLASE Y NOMBRE DE TREN	DISPONE DE PORTABICICLETAS	CANTIDAD
<b>AVE (ALTA VELOCIDAD)</b>	NO (Aunque admite bicicletas Plegables como equipaje)	---
<b>ALVIA (LARGA DISTANCIA)</b>	NO (Aunque admite bicicletas Plegables como equipaje)	---
<b>AVANT (MEDIA DISTANCIA)</b>	NO (Aunque admite bicicletas Plegables como equipaje)	---
<b>ALARIS (MEDIA DISTANCIA)</b>	SI	3 EN TODO EL TREN
<b>ALTARIAY R-598 (MEDIA DISTANCIA)</b>	SI	3 EN TODO EL TREN
<b>EUROMED (MEDIA DISTANCIA)</b>	NO	---
<b>CIVIA (TREN DE CERCANÍAS)</b>	SÍ	3 EN TODO EL TREN
<b>S-446 (TREN REGIONAL)</b>	SÍ	8 EN TODO EL TREN

Imagen 133. Clasificación de Trenes Renfe según su disponibilidad de Portabicicletas

Como se observa en la tabla, los Trenes Regionales y de Cercanías son los que más disponen de Portabicicletas, le siguen los de Media Distancia y los de Larga Distancia y Alta Velocidad no disponen de Portabicicletas.

#### 4.10 Definiciones y conceptos generales

**Bicicleta:** Vehículo de dos ruedas, normalmente de igual tamaño, cuyos pedales transmiten el movimiento a la rueda trasera por medio de un plano, un piñón y una cadena.

**Portabicicletas:** Dispositivo de estructura metálica o plástica en el cual las bicicletas se montan encajando las dos ruedas y proporcionando algún soporte vertical adicional, como quitando las ruedas y encajando las horquillas en un eje fijo, o con algún enganche en el cuadro.

**Enganche:** Pieza o aparato dispuesto para colgar o enganchar mediante un gancho.

**Sujeción:** Unión con que algo está sujeto de modo que no puede separarse, dividirse o inclinarse.

**Tren:** Medio de transporte que circula sobre raíles, compuesto por uno o más vagones arrastrados por una locomotora.

**Vagón:** En los ferrocarriles, vehículo de viajeros o de mercancías y equipajes.

**Tranvía:** Vehículo que circula sobre raíles en el interior de una ciudad o sus cercanías y que se usa principalmente para transportar viajeros.

**Metro:** Tren subterráneo o al aire libre que circula por las grandes ciudades

## **5. ESTUDIO DE MERCADO**

En este estudio se ha realizado una búsqueda de tipos de portabicicletas así como diferentes clases de bicicletas que existen.

Primeramente, se muestran los portabicicletas que hay disponibles en el mercado, que son generalmente para:

- Coches
- Paredes de Garaje
- Caballetes de apoyo
- Estantes de escaparates (*para tiendas de bicicleta, expositores*):

## 5.1 Portabicicletas existentes para vehículos

Existen de 3 tipos de Portabicicletas para Coches:

- *De Portón:*
- *De Bola:*
- *De Techo:*



**Tipo:** de Portón

**Marca:** Green Valley Adventure

**Precio:** 280€

**Descripción:** Enganche a la puerta trasera mediante correas y con bastidores de tubo redondo con capacidad para 3 bicicletas.

**Material:** Acero Inoxidable con recubrimiento de Silicona.

**Medidas:**

*Largo: 120cm*

*Alto: 95cm*

*Ancho: 75cm*

*Imagen 134. Green Valley Adventure, 2015*



Imagen 135. Orea, 2015

**Tipo:** de Portón

**Marca:** Orea

**Precio:** 150€

**Descripción:** Enganche a la puerta trasera mediante correas y con bastidores de tubo redondo con capacidad para 2 bicicletas y con guías de apoyo para la inserción del cuadro y correa de atado gradual.

**Material:** Acero Inoxidable con recubrimiento de Silicona.

**Medidas:**

*Largo: 85cm*

*Alto: 67cm*

*Ancho: 56cm*



Imagen 136. Thule 9103 ClipOn, 2015

**Tipo:** de Portón

**Marca:** Thule 9103 Clip On

**Precio:** 385€

**Descripción:** Enganche a la puerta trasera mediante correas y con bastidores de tubo redondo con capacidad para 3 bicicletas.

**Material:** Acero Inoxidable.

**Medidas:**

*Largo: 125cm*

*Alto: 105cm*

*Ancho: 86cm*



Imagen 137. Atera Giro Speed, 2015

**Tipo:** de Techo

**Marca:** Atera Giro Speed

**Precio:** 420€

**Descripción:** Portabicicletas 'baca' con anclajes a raíles del techo. Máxima sujeción con enganche a horquilla de la bicicleta y rueda trasera sujeta con guías de goma-plástico.

**Material:** Acero Inoxidable.

**Medidas:**

*Largo: 150cm*

*Alto: 23cm*

*Ancho: 130cm*



Imagen 138. Yakima Front Loader, 2015

**Tipo:** de Techo

**Marca:** Yakima Front Loader

**Precio:** 365€

**Descripción:** Portabicicletas 'baca' con anclajes a raíles del techo. Sujeción a rueda delantera mediante aro envolvente con graduación de altura para todo tipo de diámetro de ruedas. Rueda trasera fijada con anclaje que rodea la llanta.

**Material:** Acero Inoxidable con componentes de plástico PVC.

**Medidas:**

*Largo: 145cm*

*Alto: 75cm*

*Ancho: 25cm*



Imagen 139. AutomaxiAllroad 4, 2015

**Tipo:** de Bola

**Marca:** Automaxi All Road 4

**Precio:** 575€

**Descripción:** Portabicicletas para enganche de bola. Capacidad para 4 bicicletas en disposición lateral con guías de apoyo para las ruedas y correa de atado gradual.

**Material:** Acero Inoxidable y plástico PVC con faros de fibra de vidrio.

**Medidas:**

*Largo: 145cm*

*Alto: 97cm*

*Ancho: 128cm*



Imagen 140. ThuleEuroride, 2015

**Tipo:** de Bola

**Marca:** Thule Euro Ride

**Precio:** 780€

**Descripción:** Portabicicletas para enganche de bola. Capacidad para 3 bicicletas en disposición lateral con guías de apoyo para las ruedas y correa de atado gradual.

**Material:** Acero Inoxidable y plástico PVC con faros de fibra de vidrio.

**Medidas:**

*Largo: 140cm*

*Alto: 92cm*

*Ancho: 115cm*



Imagen 141. Thule 928 Euro Classic G6, 2015

**Tipo:** de Bola

**Marca:** Thule 928 Euro Classic G6

**Precio:** 650€

**Descripción:** Portabicicletas para enganche de bola. Capacidad para 2 bicicletas en disposición lateral con guías de apoyo para las ruedas y correa de atado gradual.

**Material:** Acero Inoxidable y plástico PVC con faros de fibra de vidrio.

**Medidas:**

Largo: 150cm

Alto: 67cm

Ancho: 70cm

## 5.2 Portabicicletas para paredes



Imagen 142. PCS Jumbo Bike Hook, 2015

**Tipo:** de Gancho anclado a pared

**Marca:** PCS Jumbo Bike Ceil Hooks

**Precio:** 15€

**Descripción:** Gancho atornillado a la pared del garaje para colgar la bicicleta. La rueda delantera se introduce dentro del gancho a través de los radios para su cuelgue.

**Material:** Acero Galvanizado

**Medidas:**

Largo: 23cm

Ancho: 9cm

Diámetro: 0,8cm



Imagen 143. Zeppy.io, 2015

**Tipo:** Mancuernas anclado a pared

**Marca:** Zeppy IO

**Precio:** 36€

**Descripción:** Gancho atornillado a la pared del garaje para colgar la bicicleta. El manillar es la pieza que cuelga apoyado en las mancuernas de sujeción.

**Material:** Acero Inoxidable y goma de recubrimiento.

**Medidas:**

Largo: 37cm

Ancho: 9cm

Diámetro: 1cm



Imagen 144. Mount Hanger Hook, 2015

**Tipo:** Mancuernas para pared

**Marca:** Mount Hanger Hook

**Precio:** 85€

**Descripción:** Portabicicletas de cuelgue mediante mancuernas. Su uso consiste en apoyar el cuadro de la bicicleta entre los 'cuernos' del mismo.

**Material:** Acero Galvanizado con acabado satinado.

**Medidas:**

Largo: 42cm

Ancho: 50cm

Alto: 35cm



Imagen 145. Heavy-Duty Bike Hooks, 2015

**Tipo:** de Gancho anclado a pared

**Marca:** Heavy Duty Bike Hooks

**Precio:** 12€

**Descripción:** Gancho atornillado a la pared del garaje para colgar la bicicleta. La rueda delantera se introduce dentro del gancho a través de los radios para su cuelgue.

**Material:** Acero Inoxidable

**Medidas:**

Largo: 23cm

Ancho: 9cm

Diámetro: 0,8cm



Imagen 146. Crawford STSP6 6-Inch Duramount Hook, 2015

**Tipo:** Mancuernas de apoyo

**Marca:** Crawford Duramount Hook

**Precio:** 45€

**Descripción:** Mancuernas en forma de 'V' en las que se apoya el cuadro de la bicicleta para que quede suspendido. Las mancuernas se atornillan a la pared mediante unos tornillos de rosca.

**Material:** Acero Inoxidable y espuma Foam de recubrimiento para mancuernas.

**Medidas:**

Largo: 43cm

Ancho: 36cm

Alto: 12cm



Imagen 147. Taiwan Holders.RM 49, 2015

**Tipo:** Gancho de pared

**Marca:** Taiwan Holders RM-49

**Precio:** 75€

**Descripción:** Gancho de pared en disposición vertical. El gancho tiene forma de 'C' en el que los radios de la rueda se introducen para su cuelgue.

**Material:** Acero Galvanizado con acabado satinado.

**Medidas:**

*Largo: 32cm*

*Ancho: 16cm*

*Alto: 12cm*



Imagen 148. Minoura Bike Hanger 4-RM 159, 2015

**Tipo:** Mancuernas de cuelgue

**Marca:** MinouraBike RM-159

**Precio:** 65€

**Descripción:** Mancuernas en forma de 'V' en las que se apoya el cuadro de la bicicleta para que quede suspendido. Las mancuernas se atornillan a la pared mediante unos tornillos de rosca.

**Material:** Acero Galvanizado con acabado satinado.

**Medidas:**

*Largo: 43cm*

*Ancho: 38cm*

*Alto: 25cm*

### 5.3 Portabicicletas de estantes



Imagen 149. Minoura Tower 10 RM-599, 2015

**Tipo:** Mancuernas de apoyo

**Marca:** Minoura Tower RM-599

**Precio:** 135€

**Descripción:** Perfil metálico vertical que dispone de 2 mancuernas de apoyo para sujeción de bicicletas. El cuadro que une el sillín del manillar es el que cuelga de estas mancuernas.

**Material:** Acero Inoxidable.

**Medidas:**

*Largo: 45cm*

*Ancho: 22cm*

*Alto: 225cm*



Imagen 150. Platinum Free Stands, 2015

**Tipo:** Mancuernas de apoyo  
**Marca:** Platinum Free Stands  
**Precio:** 165€

**Descripción:** Perfil metálico vertical que dispone de 2 mancuernas de apoyo para sujeción de bicicletas. El cuadro que une el sillín del manillar es el que cuelga de estas mancuernas.

**Material:** Acero Inoxidable con recubrimientos de goma.

**Medidas:**  
*Largo: 43cm*  
*Ancho: 58cm*  
*Alto: 210cm*



Imagen 151. RAC-BR-2R, 2015

**Tipo:** Gancho de pared

**Marca:** RAC-BR-2R

**Precio:** 80€

**Descripción:** Gancho de pared en disposición vertical. El gancho tiene forma de 'C' en el que los radios de la rueda se introducen para su cuelgue.

También sirve de mueble para depositar los utensilios ciclistas como zapatillas, casco, etc.

**Material:** Acero Inoxidable con recubrimientos de goma.

**Medidas:**  
*Largo: 58cm*  
*Ancho: 65cm*  
*Alto: 55cm*

## 5.4 Portabicicletas de suelo y caballetes de apoyo



Imagen 152. PRO-PBS-2R, 2015

**Tipo:** Apoyo en el suelo

**Marca:** PRO-PBS-2R

**Precio:** 65€

**Descripción:** Portabicicletas para rueda delantera. Capacidad para dos bicicletas. Consta de dos patas de soporte a las cuales van soldados perfiles metálicos de sección redonda que aseguran el apoyo estable de las bicicletas.

**Material:** Acero Inoxidable.

**Medidas:**  
*Largo: 58cm*  
*Ancho: 65cm*  
*Alto: 65cm*



Imagen 153. Minoura RM-109, 2015

**Tipo:** Apoyo de Suelo

**Marca:** Minoura RM-109

**Precio:** 45€

**Descripción:** Apoyo de rueda delantera, en forma de 'L'.

**Material:** Acero Inoxidable con recubrimientos de goma.

**Medidas:**

*Largo: 38cm*

*Ancho: 23cm*

*Alto: 85cm*



Imagen 154. Minoura RM-159, 2015

**Tipo:** Caballete de sujeción para el suelo

**Marca:** Minoura RM-159

**Precio:** 50€

**Descripción:** Caballete de soporte de rueda trasera. El apoyo es mediante los ganchos que forman con la horquilla trasera. Además es plegable.

**Material:** Acero Inoxidable.

**Medidas:**

*Largo: 35cm*

*Ancho: 26cm*

*Alto: 52cm*



Imagen 155. Minoura RM-99, 2015

**Marca:** Minoura RM-99

**Tipo:** Caballete de sujeción para el suelo

**Precio:** 40€

**Descripción:** Caballete de soporte de rueda trasera. El apoyo es mediante el apriete de la llanta, así el equilibrio de la bicicleta permanece estable.

**Material:** Acero Inoxidable.

**Medidas:**

*Largo: 30cm*

*Ancho: 25cm*

*Alto: 37cm*



Imagen 156. Minoura RM-49, 2015

**Tipo:** Caballete de sujeción para el suelo

**Marca:** Minoura RM-49

**Precio:** 35€

**Descripción:** Soporte triangular para la rueda trasera mediante sujeción en los aprietes de ambos lados de la llanta.

**Material:** Acero Inoxidable.

**Medidas:**

*Largo: 45cm*

*Ancho: 30cm*

*Alto: 38cm*



Imagen 157. Minoura P500-AL3, 2015

**Tipo:** Apoyo de suelo

**Marca:** Minoura P500-AL3

**Precio:** 110€

**Descripción:** Parking de aros envolventes para rueda delantera. Apoyo de la rueda delantera con capacidad para 4 bicicletas en paralelo.

**Material:** Acero Inoxidable acabado brillante.

**Medidas:**

*Largo: 200cm*

*Ancho: 50cm*

*Alto: 42cm*



Imagen 158. Minoura P969, 2015

**Tipo:** Apoyo de suelo

**Marca:** Minoura P969

**Precio:** 95€

**Descripción:** Parking de aros envolventes para rueda delantera. Apoyo de la rueda delantera con capacidad para 3 bicicletas en paralelo.

**Material:** Acero Inoxidable acabado mate.

**Medidas:**

*Largo: 150cm*

*Ancho: 52cm*

*Alto: 62cm*

## 5.5 Mosquetones de sujeción y Anclajes de amarre



Imagen 159.Simond, 2015

**Tipo:** Mosquetones

**Marca:** Simond

**Precio:** 35€

**Descripción:** Sistema de anclaje con capacidad de aguante de hasta 10.00kg sin sufrir deformaciones. Tiene dos sistemas de apertura, el primero de giro hacia adentro en el que se inserta el objeto y el segundo es mediante roscado al cual baja la hebilla para la inserción del objeto.

**Material:** Acero Inoxidable.

**Medidas:**

*Ancho: 5cm*

*Alto: 8cm*

*Diámetro: 0,6cm*



Imagen 160.Pegaso-Altus, 2015

**Tipo:** Mosquetones

**Marca:** Pegaso-Altus

**Precio:** 29€

**Descripción:** Sistema de sujeción con aguante de 12.000kg. El sistema de inserción es mediante la presión hacia adentro de la pestaña de cierre de seguridad.

**Material:** Acero Inoxidable.

**Medidas:**

*Ancho: 5cm*

*Alto: 8cm*

*Perfil: 0,6cm*



Imagen 161.Padera, 2015

**Tipo:** Mosquetones

**Marca:** Padera

**Precio:** 28€

**Descripción:** Sistema de sujeción con aguante de 12.000kg. El sistema de inserción es mediante la presión hacia adentro de la pestaña de cierre de seguridad, además cuenta con el sistema de roscado que asegura que la pestaña no se abra, hasta que se rosca y des rosca y permite la obertura del mismo.

**Material:** Acero Inoxidable.

**Medidas:**

*Ancho: 6cm*

*Alto: 7,5cm*

*Perfil: 0,6cm*



**Tipo:** Gancho de pared

**Marca:** CAB J-Hooks

**Precio:** 12€

**Descripción:** Gancho de apoyo y cuelgue con recubrimiento de goma para no dañar el objeto colgado. Consta de 2 ganchos a distinto nivel para reforzar la capacidad de carga y colgar 2 objetos distintos.

**Material:** Acero Inoxidable con recubrimiento de goma.

**Medidas:**

*Ancho: 6cm*

*Alto: 7,5cm*

*Perfil: 0,6cm*

*Imagen 162. CAB J-Hooks, 2015*



**Tipo:** Gancho de pared

**Marca:** Tornado U2000 U-Hook

**Precio:** 13€

**Descripción:** Gancho de apoyo y cuelgue con recubrimiento de goma para no dañar el objeto colgado. Consta de 2 ganchos paralelos para reforzar la capacidad de carga.

**Material:** Acero Inoxidable con recubrimiento de goma.

**Medidas:**

*Ancho: 8cm*

*Alto: 14cm*

*Diámetro: 1cm*

*Imagen 163. Tornado U2000 U-Hook, 2015*



**Tipo:** Mancuernas de apoyo

**Marca:** THULE / Model:: 968

**Precio:** 85€

**Descripción:** Dos salientes de tubo redondo recubiertos de un protector de goma para no dañar el cuadro de la bicicleta. Capacidad de tres bicicletas.

**Material:** Acero Inoxidable con recubrimiento de goma.

**Medidas:**

*Ancho: 36cm*

*Alto: 45cm*

*Largo: 48cm*

*Imagen 164. Thule M-968, 2015*

## **6. FACTORES A CONSIDERAR**

## 6.1 Distribución de Portabicicletas respecto al vagón

Después de haber analizado los Antecedentes y los Portabicicletas existentes en vagones de tren, se han podido extraer unas 5 tipologías generales en cuanto a distribución de los Portabicicletas dentro del vagón. A continuación se explican gráficamente cada una con detalle.

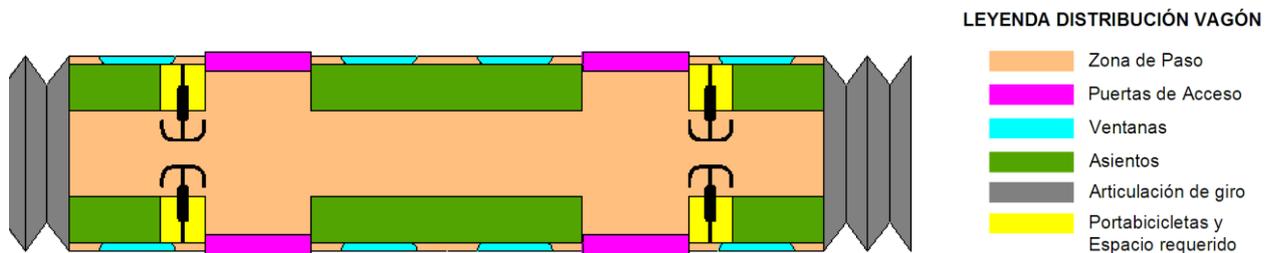


Imagen 165. PORTABICICLETAS JUNTO A PUERTA DE ACCESO, 2016

### PORTABICICLETAS JUNTO A PUERTA DE ACCESO

En los extremos de cada vagón se disponen 4 portabicicletas, ubicados uno en frente del otro junto a las puertas de acceso. Esto supone una ventaja para el usuario ciclista ya que nada más subir al tren tiene el portabicicletas cerca y no molesta a los demás pasajeros que estén sentados. Y lo mismo sucede a la hora de abandonar el vagón.

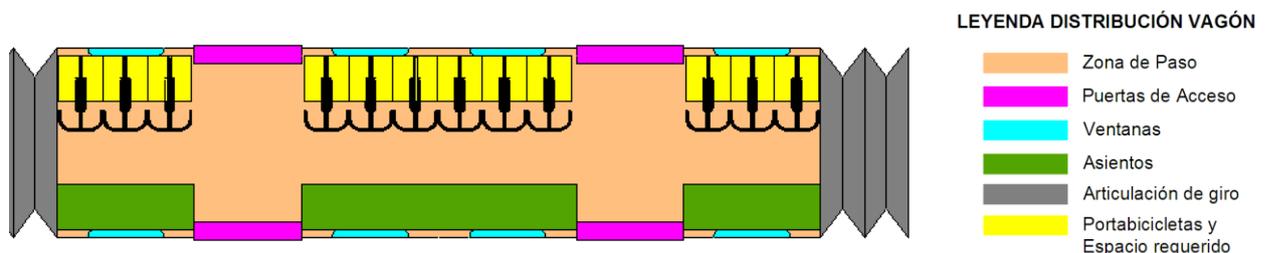


Imagen 166. PORTABICICLETAS EN LATERAL LONGITUDINAL DEL VAGÓN, 2016

### PORTABICICLETAS EN LATERAL LONGITUDINAL DEL VAGÓN

Esta distribución se proyecta para los trenes en los cuales se dedica un solo vagón a albergar bicicletas. En la parte izquierda se sitúan a lo largo del vagón todos los portabicicletas y enfrente los asientos para pasajeros en los que los usuarios ciclistas también pueden hacer uso de los mismos.

Esta distribución pierde número de capacidad para pasajeros sentados pero es necesaria esta modificación para albergar el máximo número de bicicletas.

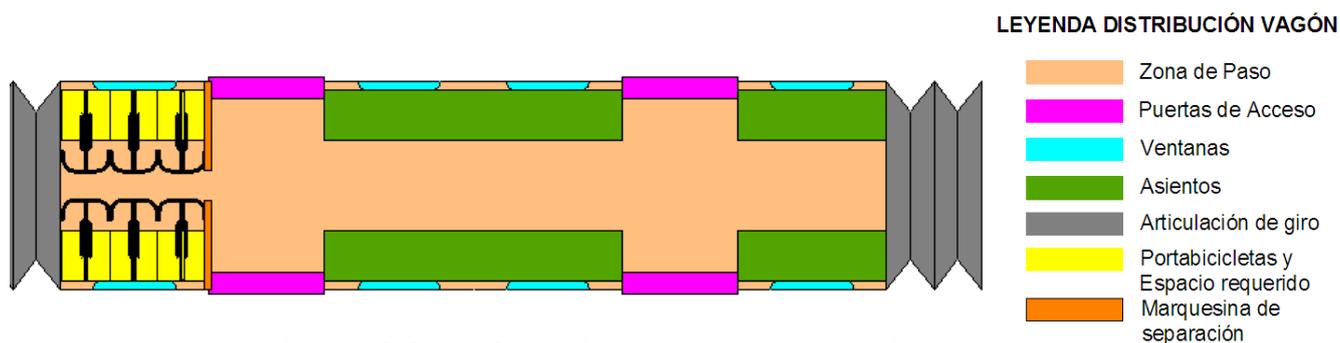


Imagen 167. PORTABICICLETAS EN ZONA DE AREA DE APARQUE, 2016

### PORTABICICLETAS EN ZONA DE AREA DE APARQUE

Esta distribución se proyecta para los trenes en los cuales se quiere molestar lo mínimo a los pasajeros sentados. Para ello, se destina el final del vagón justo en el extremo de la articulación de giro para albergar una zona reservada en la cual dejar las bicicletas. La mayoría de estas disposiciones suelen delimitar la zona utilizando una marquesina o mampara para disimular las bicicletas y también asegurar la zona por si una de las bicicletas se cae o sale de su sitio y proteger a los pasajeros.

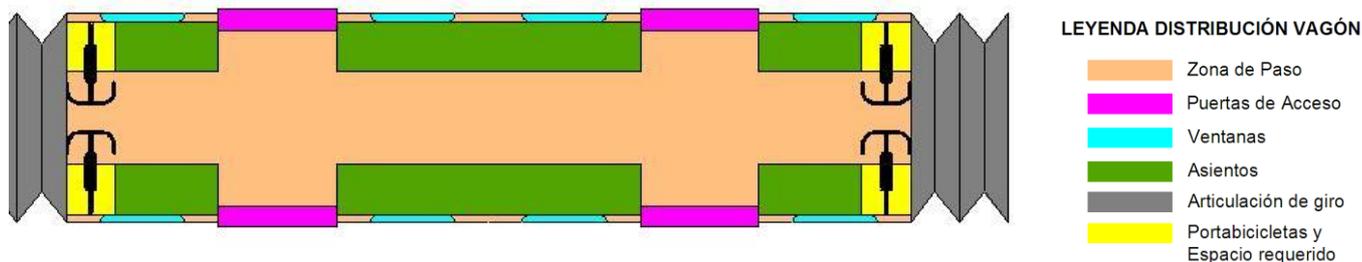


Imagen 168. PORTABICICLETAS EN EXTREMOS DE VAGÓN JUNTO A ARTICULACIÓN DE GIRO. 2016

### PORTABICICLETAS EN EXTREMOS DE VAGÓN JUNTO A ARTICULACIÓN DE GIRO

La distribución compuesta por cuatro bicicletas aislado en los extremos del vagón, justo delimitando en la articulación de giro del vagón. Esta disposición es muy cómoda para los pasajeros que van sentados pero dificulta el acceso y disposición de las bicicletas de los usuarios ciclistas, ya que cuando entran en el vagón tienen que atravesar una zona en la que los pasajeros van sentados. En todo caso, tampoco es un gran dilema ya que no trata de una cantidad grande de bicicletas por vagón.

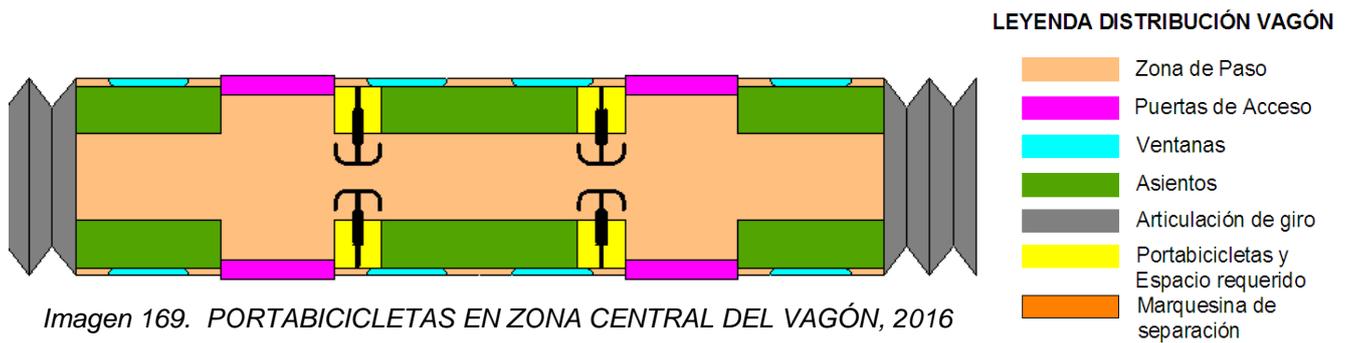


Imagen 169. PORTABICICLETAS EN ZONA CENTRAL DEL VAGÓN, 2016

### PORTABICICLETAS EN ZONA CENTRAL DEL VAGÓN

Esta disposición es ideal para los usuarios ciclistas, ya que nada más entrar al vagón, junto a las puertas de acceso se encuentran los portabicicletas. En cambio es un hándicap importante para los pasajeros que entran, salen y se ubican en sus asientos. Si los enganches de los portabicicletas son sencillos y rápidos de utilizar no se producirá un embotellamiento ni situaciones de agobio a la hora de entrar o dejar el tren. Por esta razón, se requiere un portabicicletas de fácil uso tanto para la ventaja de los pasajeros como de los usuarios ciclistas para que todo funcione y fluya correctamente.

## 6.2 Consideraciones y Limitaciones del Uso del Portabicicletas

Existen varios obstáculos a superar cuando se proyecta introducir portabicicletas en los metros o tranvías. A continuación se mencionan algunos:

- **El espacio reducido:** el radio de acción es limitado. La capacidad de movimiento dentro del vagón se reduce, a causa de la interacción entre el usuario que porta la bici respecto al pasajero sentado. Teniendo este factor en cuenta, caben dos posibilidades cuando se plantea la disposición de los portabicicletas:
  - Horizontal: es más simple de usar y reduce la capacidad del vagón.
  - Vertical: permite más capacidad de pasajeros por vagón ya que ocupa bastante menos, aunque para el usuario ciclista la colocación de la bicicleta es más técnica.

Como ya se mencionó en el apartado *6.1 Diferencia entre enganches de trayectos largos a trayectos cortos*, en este proyecto se ha optado por el desarrollo de un Portabicicletas en disposición Vertical.

- **Accesos de entrada y salida:** Cuando un metro efectúa su parada el lema es 'dejen salir antes de entrar' pero a la hora de introducir una bicicleta este paso se dificulta ya que no es lo mismo entrar una persona sin carga que una persona que carga con una bicicleta. La solución que se podría plantear sería destinar un vagón especial, aunque este hecho supone una inversión de dinero y la pérdida de capacidad de pasajeros por convoy.
- **Movilidad y Accesibilidad dentro del vagón:** Cuando el usuario ciclista introduce su bicicleta en el vagón tiene que ir con cuidado para no molestar ni perjudicar a los pasajeros que vayan sentados o levantados,. Por eso el portabicicletas tiene que cumplir una serie de requisitos tales como: cuando se ancle y desenganche o se descuelgue la bicicleta tiene que haber un espacio o radio de acción libre para no perjudicar a los usuarios. Ya que si va la bicicleta colgada, cuando se descuelga y se deposita en el suelo se realiza un movimiento hacia atrás en el cual no se tiene la percepción de la distancia. Por eso el portabicicletas no tiene que ocupar demasiado espacio en el vagón para que la movilidad sea la correcta.

- **Movimientos bruscos, vibraciones, bamboleos y fuerzas G de arranque y parada que se producen dentro del vagón:** El factor del movimiento que se produce dentro del vagón es también importante ya que la bicicleta tiene que estar bien sujeta para que no caiga al suelo y no produzca desperfectos en el vagón o lesiones a los pasajeros. Como el metro aunque va entre raíles parece que vaya siempre recto, la verdad es que tiene que trazar curvas. Estas curvas producen rozamiento y vibraciones en el vagón cuando este va a alta velocidad y si la bicicleta no está bien atada o sujeta puede tambalear, moverse de forma indebida o hasta caer.

Otro aspecto serían los movimientos de avance y parada del metro. Cuando para se produce un retroceso en el que aparece cuando va reduciendo la velocidad hasta que se detiene. En ese instante de menos de 1 segundo si la bicicleta no está bien atada también puede caer hacia el lado en el que está suspendida o moverse hacia los lados si está situada paralelamente respecto al sentido y trayectoria del vagón. Y cuando acelera progresivamente puede pasar lo mismo, que la bicicleta se mueva de forma indebida o que caiga en el pasillo. Estos factores hay que tenerlos en cuenta a la hora de diseñar el portabicicletas para trenes.

- **Desgaste del material y componentes del portabicicletas:** El desgaste que supone el uso diario del portabicicletas a lo largo de su vida útil puede resultar muy agresivo. Es decir, el continuo movimiento y repetido de enganchar y desenganchar la bicicleta con respecto a su sujeción produce roces, desperfectos y fatiga tanto en la estructura como en el material. Por eso tiene que ser un material altamente resistente al desgaste y también que resista elevados pesos, ya que no es lo mismo colgar una bicicleta de montaña que una de carretera ya que la diferencia puede oscilar fácilmente entre unos 10kg, teniendo en cuenta que la media de peso de una bicicleta estándar está entre unos 15kg.

Así que estos son los factores principales y obstáculos a superar para diseñar un portabicicletas que cumpla las especificaciones y requerimientos estandarizados y según la Normativa aplicada a esta tipología de portabicicletas en los trenes y elementos públicos de transporte.

## 6.3 Patentes

En este apartado se ha realizado una búsqueda de patentes relacionado con aspectos interesantes como: portabicicletas, sistemas de enganche y anclaje que pueden ser de gran utilidad para realizar la propuesta del portabicicletas a diseñar. Además este apartado resulta de utilidad para hacerse una idea de las invenciones ya patentadas y los productos existentes en el mercado y también tener en cuenta lo que hay ya hecho para no repetirse o no hacer una imitación de productos existentes ya que pueden llevar a dilemas o confrontaciones por plagios. Aunque no está terminantemente prohibido el hacer una mejora de alguno ya existente.

En este apartado se muestran 12 Patentes extraídas las respectivas páginas web, son las siguientes:

- Página Oficial de la **Oficina Española de Patentes y Marcas**(OEPM): <http://www.oepm.es>
- The official website of the **European Patent Office** (EPO): <https://www.epo.org>
- The official website of the **Japan Patent Office**(JPO): <https://www.jpo.go.jp>
- The official website of the **United States Patent and Trademark Office**(USPTO): <http://www.uspto.gov>

De las patentes que se van a mostrar a continuación se presentan en modo ficha técnica la cual resume los aspectos más importantes y relevantes tales como el título de la patente, el inventor/es, solicitante, código de clasificación, el enlace a la web, y el número de aplicación.

Cabe destacar que en el tema de la patente de un portabicicletas, donde más información se ha podido extraer ha sido de la **UnitedStatesPatent and Trademark Office**(USPTO), ya que este invento ha tenido mucha más repercusión en EEUU aunque también en la **EuropeanPatent Office** (EPO) se han encontrado inventos que son bastante interesantes a la hora de aplicar aspectos de estos portabicicletas al proyecto en el que se está enfocando este Trabajo de Final de Grado.

Como se ha comentado anteriormente, el hacer uso de datos e imágenes de las patentes que se muestran a continuación son meramente con finalidad orientativa y nada más lejos de la realidad de hacer plagios o imitaciones parecidas al respecto.

En la página siguiente se muestran las Fichas Técnicas de las Patentes.

**Nº de Orden:** 1

**Título de la Patente:** Portabicicletas para incorporar a un vehículo automóvil

**Código de clasificación:** B60R 9/10

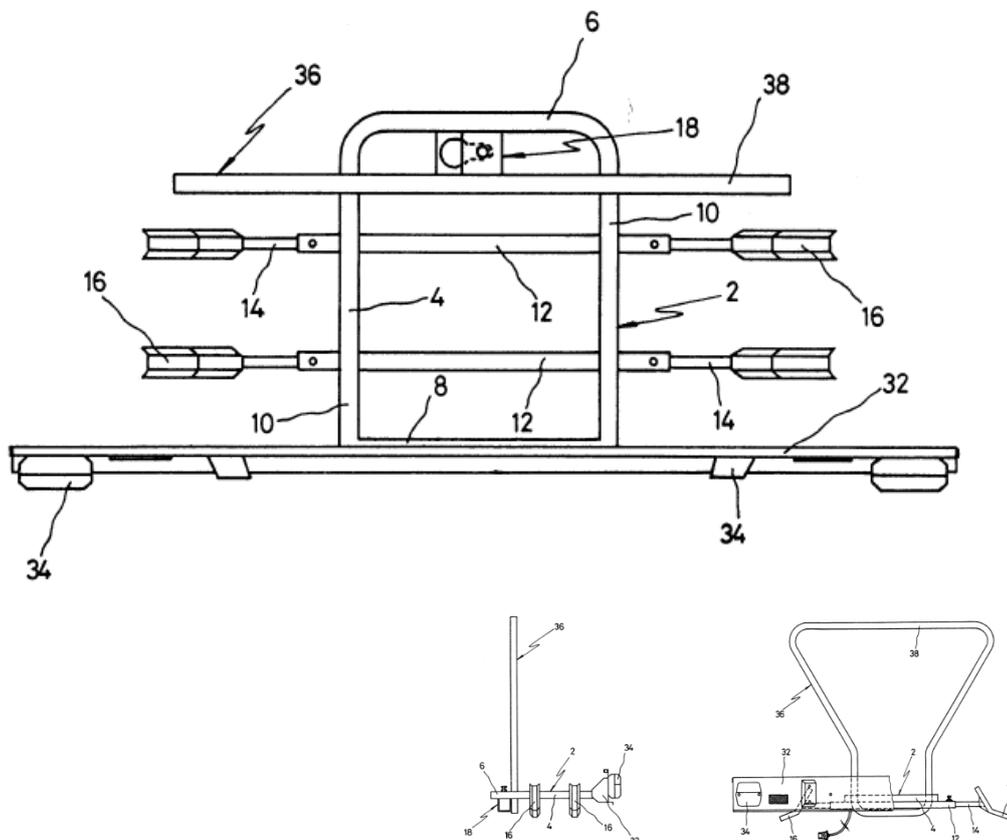
**Link:** <http://invenes.oepm.es/InvenesWeb/detalle?referencia=U8901580>

**Inventor/es:** Hernández Bosch, Mateu

**Solicitante:** Camalic S.A. Fluvi\_a 64, 2n 08911 Badalona, Barcelona

**Número de aplicación:** U 8901496 - 1 010 207

**Descripción:** Portabicicletas para incorporar a un vehículo automóvil, el cual dispone de medios posteriores de enganche que incluyen un casquete esférico mayor que media esfera, el portabicicletas disponiendo de una primera parte, horizontal en la posición de utilización, para apoyo de las bicicletas y una segunda parte, vertical en la posición de utilización, para ligaduras de sujeción de las bicicletas.



**Nº de Orden: 2**

**Título de la Patente:** Portacargas abatible con un dispositivo de acoplamiento para la fijación al enganche de remolque de un vehículo automóvil

**Código de clasificación:** B60R 9/10

**Link:** <http://invenes.oepm.es/InvenesWeb/detalle?referencia=E12401112>

**Inventor/es:** ZIOLA, STEFAN

**Solicitante:** I-RACKS GMBH (100.0%)  
Hauptstrasse 3/1  
88284 Wolpertswende, DE

**Número de aplicación:** EP 2540573-2 462 491

**Descripción:** Portacargas abatible con un dispositivo de acoplamiento para la fijación al enganche de remolque de un vehículo.  
Automóvil. La invención se refiere a un porta cargas abatible, en particular un porta cargas de la parte trasera, con un dispositivo de acoplamiento para la fijación al enganche de remolque de un vehículo automóvil.

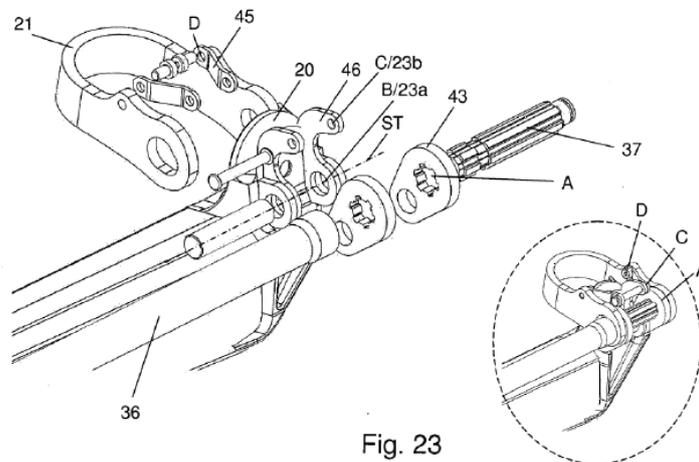


Fig. 23

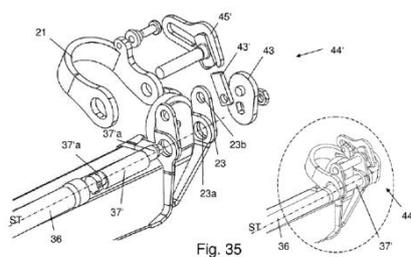


Fig. 35

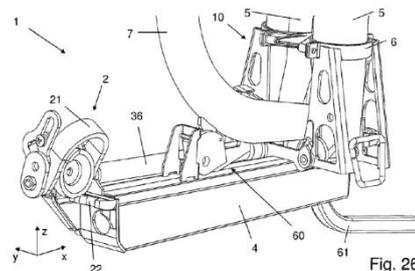


Fig. 26

**Nº de Orden: 3**

**Título de la Patente:** Bicycle wheel storage unit with rotatable hook

**Código de clasificación:** GB2505073 (B)

**Link:** <http://www.google.com/patents/WO2014006419A1?cl=en>

**Inventor/es:** LANG ANDREW [GB] + (ANDREW LANG)

**Solicitante:** ANDREW LANG PRODUCT DESIGN LTD [GB] + (ANDREW LANG PRODUCT DESIGN LIMITED)

**Número de aplicación:** GB20130012132 20130705

**Descripción:** Almacenamiento de bicicletas en pared con colgador de gancho para introducir la rueda para el cuelgue. El gancho puede girar hacia arriba, en un plano vertical, y puede girar en un ángulo apropiado de acuerdo con radio de la rueda. La unidad puede incluir elastómero, por ejemplo, caucho, elementos para proteger las llantas de los puntos de contacto.

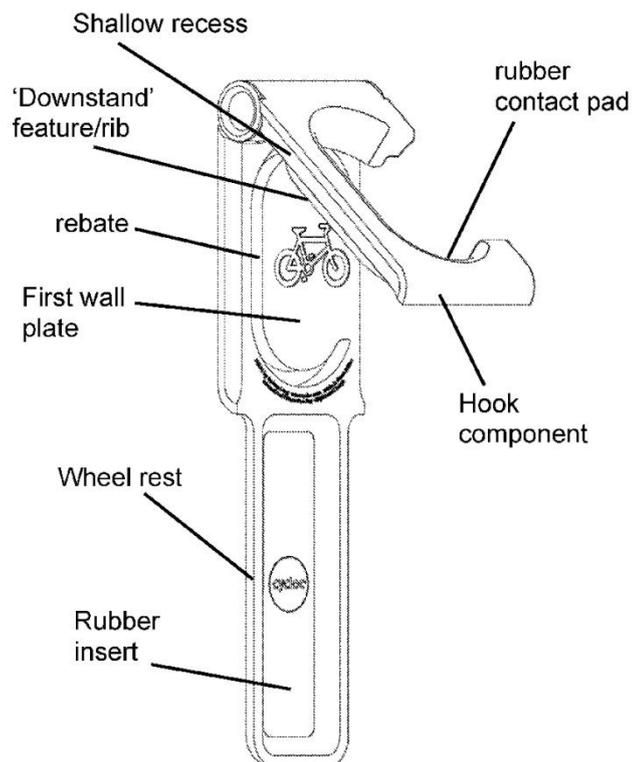


FIGURE 6

**Nº de Orden: 4**

**Título de la Patente:** BICYCLE CARRIER

**Código de clasificación:** US D703,605 S

**Link:** <http://www.google.com/patents/USD703605>

**Inventor/es:** Chris Sautter, Portland, OR (US);  
David Condon, Wilsonville, OR (U S);  
James Buckroyd, Portland, OR (U S)

**Solicitante:** Yakima Innovation Development Corporation, Georgetown Grand Cayman, KY (US)

**Número de aplicación:** D12/408

**Descripción:** Baca para la sujeción de bicicletas. Bastidor horizontal en el que se enganchan las dos ruedas mediante un sistema de click en el que lleva un tornillo pasante de apriete para ejercer la fuerza necesaria para que no se desenganchen las ruedas.

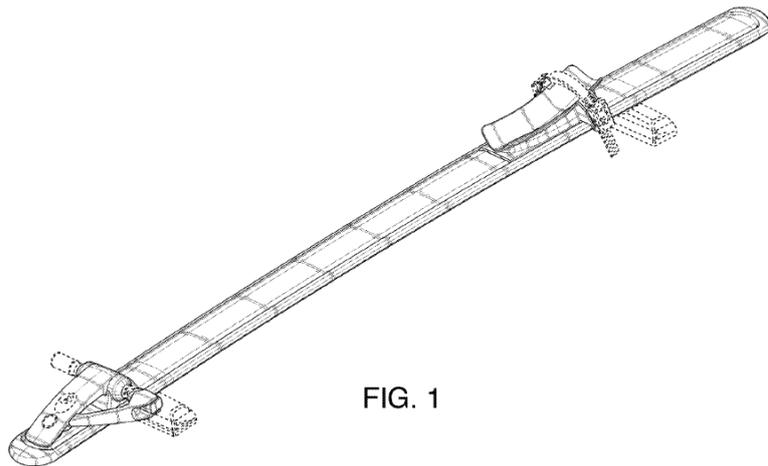


FIG. 1



FIG. 2



FIG. 3

Nº de Orden: 5

Título de la Patente: BICYCLE HANGER

Código de clasificación: US 5,078,276

Link: <https://www.google.com/patents/US5078276?dq=Michael+H.+Young+bicycle+hanger>

Inventor/es: Michael H. Young

Solicitante: Troxel-West, San Diego, Calif.

Número de aplicación: A47F 7/00

Descripción: Sistema de mancuernas para cuelgue de la bicicleta. El cuelgue se dispone cuando el cuadro de la bicicleta se apoya sobre los cuernos de los brazos extendidos del portabicicletas. La unidad puede incluir elastómero, por ejemplo, caucho, elementos para proteger el cuadro de los puntos de contacto.

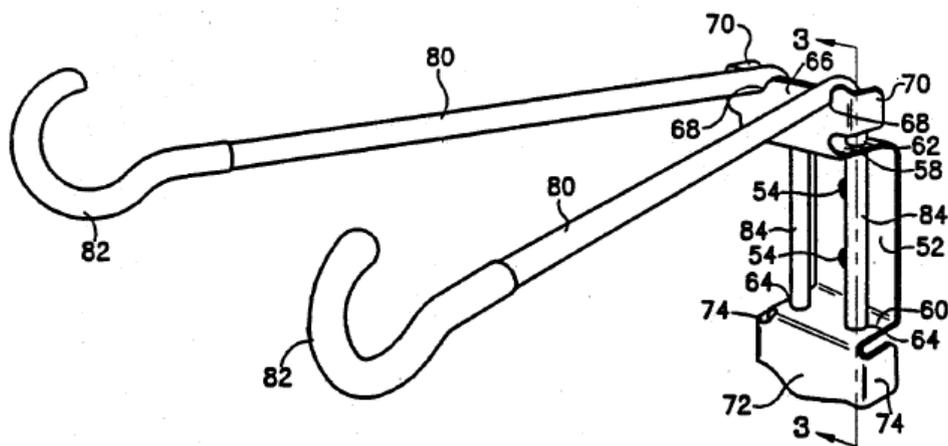


FIG. 2

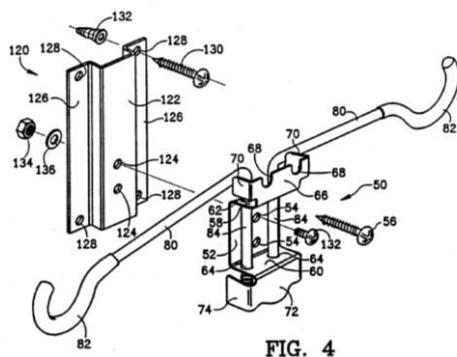


FIG. 4

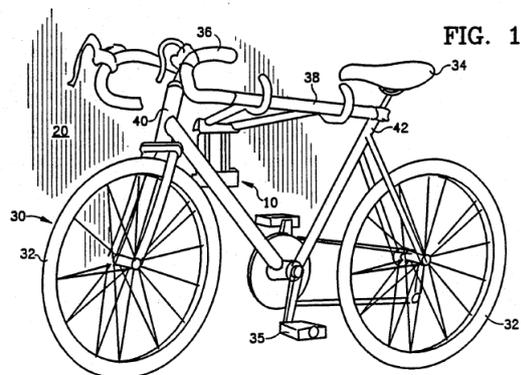


FIG. 1

Nº de Orden: 6

Título de la Patente: MOVABLE BICYCLE STORAGE RACK

Código de clasificación: US 6,182,836 B1

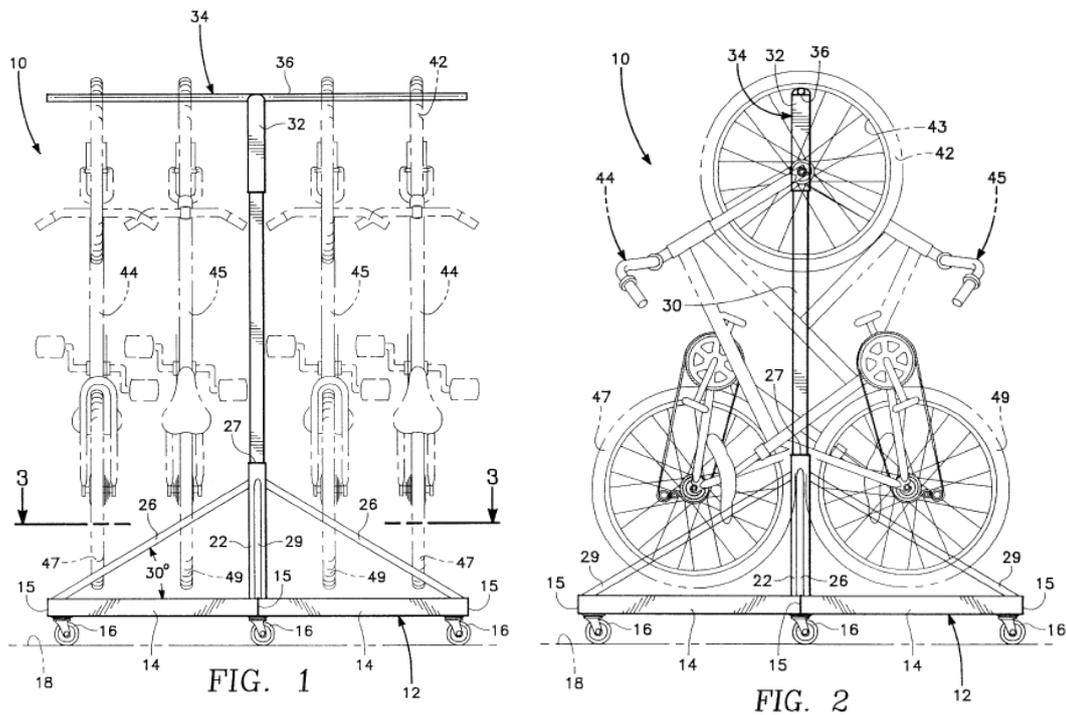
Link: <https://www.google.com/patents/US6182836?dq=MOVABLE+BICYCLE+STORAGE+RACK+Raul+Gutierrez>

Inventor/es: Raúl E. Gutiérrez

Solicitante: 09/347,655

Número de aplicación: A 47F 7 / 0 4

Descripción: Portabicicletas en disposición vertical para múltiples bicicletas. Es un bastidor o soporte móvil con ruedas donde poder desplazar el parking. El cuelgue se dispone en una barra cilíndrica longitudinal a la que se insertan las ruedas a través de esta. Para no estorbar ni impedir el cuelgue de los demás usuarios, los cuelgues se alternan, es decir se van colgando en ubicaciones impares.



**Nº de Orden:** 7

**Título de la Patente:** SLIDING STORAGE RACK

**Código de clasificación:** US 7,604,131 B1

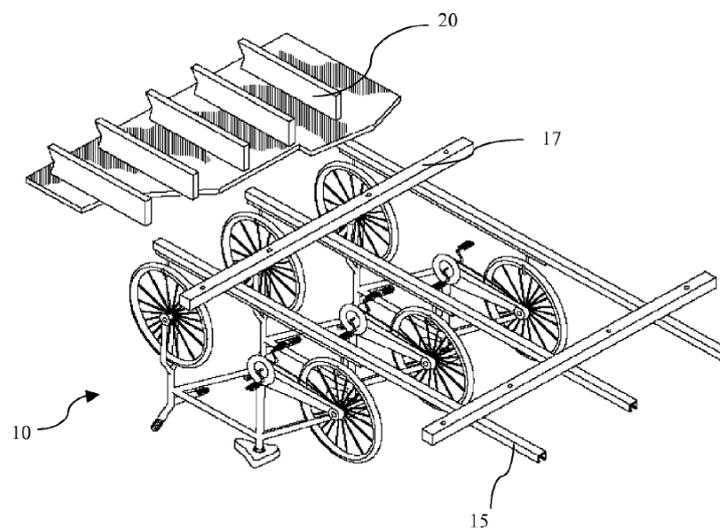
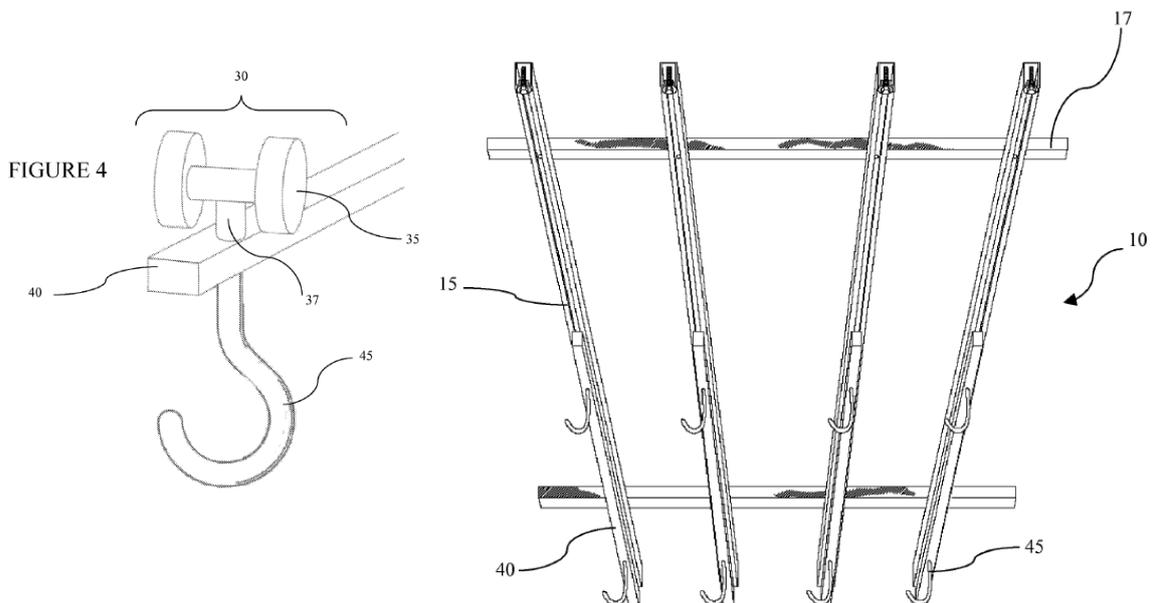
**Link:** <https://www.google.com/patents/US7604131?dq=SLIDING+STORAGE+RACK+John+M.+Clark,+%26+Stephen+A.+Smith&hl>

**Inventor/es:** John M. Clark, & Stephen A. Smith

**Solicitante:** 11/379,663

**Número de aplicación:** 211/94.01

**Descripción:** Almacenamiento de bicicletas para cuelgue invertido de la bicicleta. Con los ganchos se cuelgan las ruedas. Dispone de deslizaderas para mover las bicicletas a lo largo de un perfil longitudinal para más comodidad del usuario.



Nº de Orden: 8

Título de la Patente: FORK CROWN SUPPORTED BICYCLE CARRIER

Código de clasificación: US 7,900,802 B2

Link: <https://www.google.com/patents/US7900802?dq=FORK+CROWN+SUPPORTED+BICYCLE+CARRIER>

Inventor/es: Malcolm Thomas Hammond

Solicitante: 10/782,174

Número de aplicación: Us 2007/0119889 A1

Descripción: Portabicicletas en disposición vertical para 3 bicicletas. Es un bastidor o mástil metálico en forma de Z en la que en la parte de arriba contiene unas garras en las que se acoplan las horquillas de la parte delantera de la bicicleta. En el bastidor inferior cuenta con unos ganchos para la sujeción de la rueda trasera para evitar movimientos indeseados.

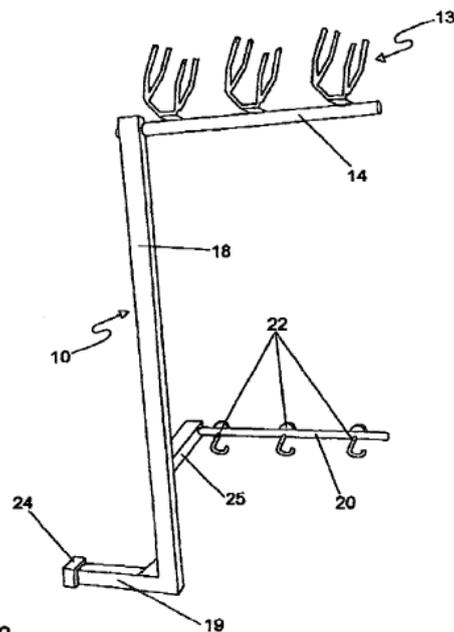
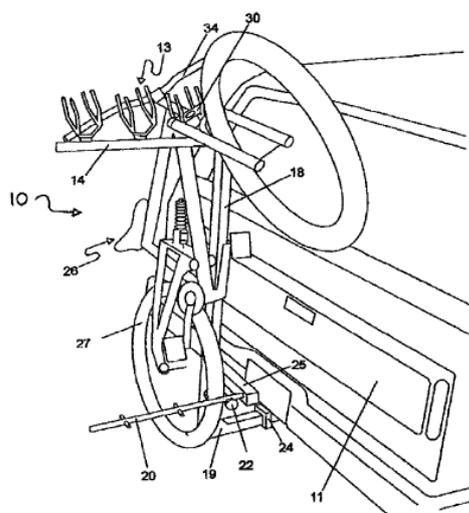
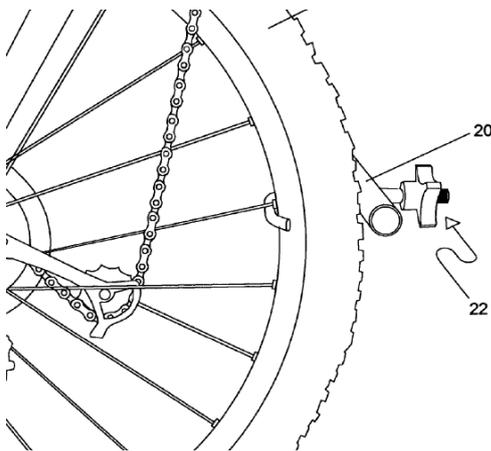


FIG. 2

**Nº de Orden:** 9

**Título de la Patente:** UPRIGHT BIKE MOUNT

**Código de clasificación:** US 2013/0175308 A1

**Link:**

<https://www.google.com/patents/US20130175308?dq=UPRIGHT+BIKE+MOUNT>

**Inventor/es:**

Chris Sautter, Portland, OR (US);  
James Owen, Portland, OR (US); Dave  
Condon, Wilsonville, OR (U S)

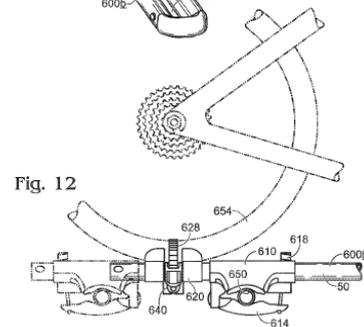
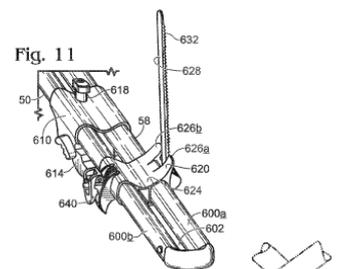
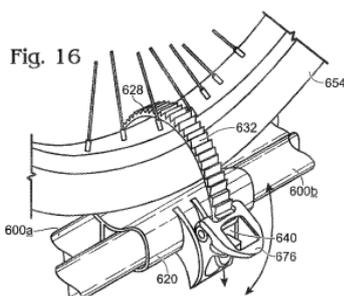
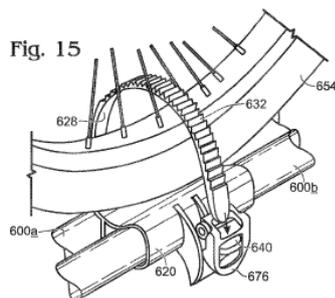
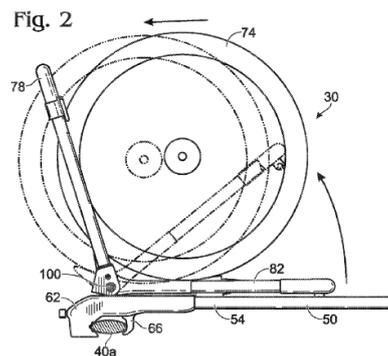
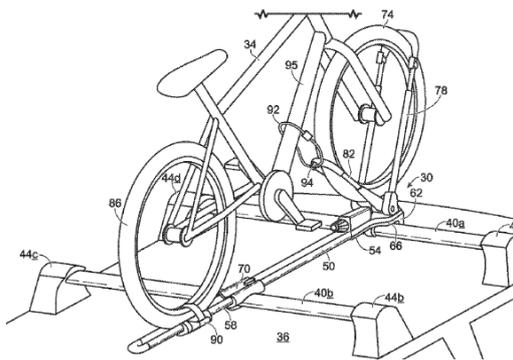
**Solicitante:**

YAKIMA INNOVATION  
DEVELOPMENT CORPORATION,  
Georgetown (KY)

**Número de aplicación:** 13/682,665

**Descripción:**

Baca para disposición de bicicletas con aro envolvente que abraza la horquilla delantera y delimita su movimiento. Contiene un perfil longitudinal en el que se apoya la bicicleta y lleva dos aprietes anti retorno para asegurar las ruedas al bastidor de sujeción. Las sujeciones son movibles, es decir se adaptan a las medidas de la bicicleta y son correderas a lo largo del perfil de apoyo.



Nº de Orden: 10

Título de la Patente: CROWN FORK SUPPORTED BICYCLE CARRIER

Código de clasificación: US 2013/0327802 A1

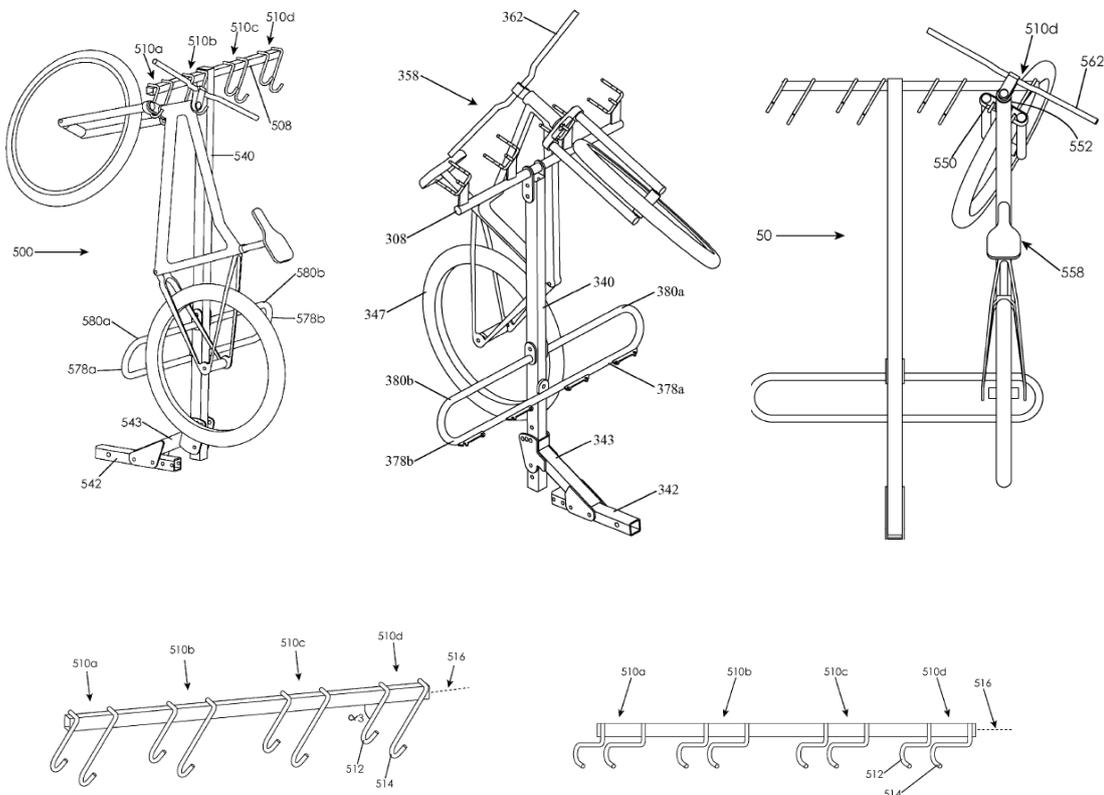
Link: <https://www.google.com/patents/US20130327802?dq=CROWN+FORK+SUPPORTED+BICYCLE+CARRIER>

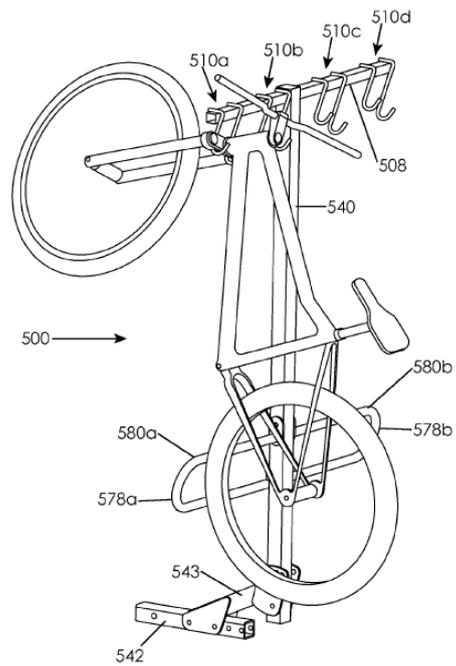
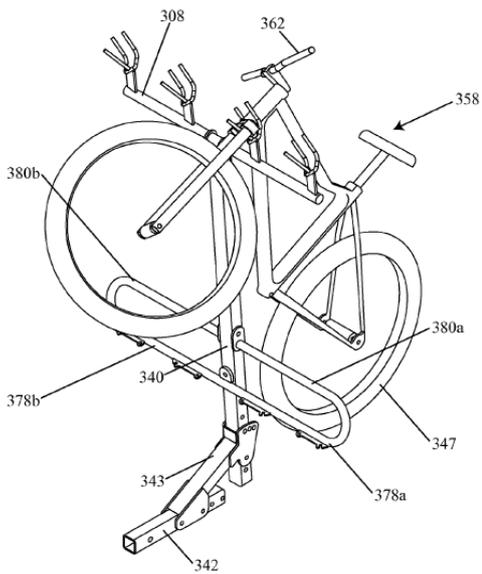
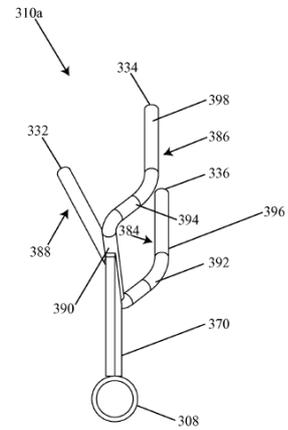
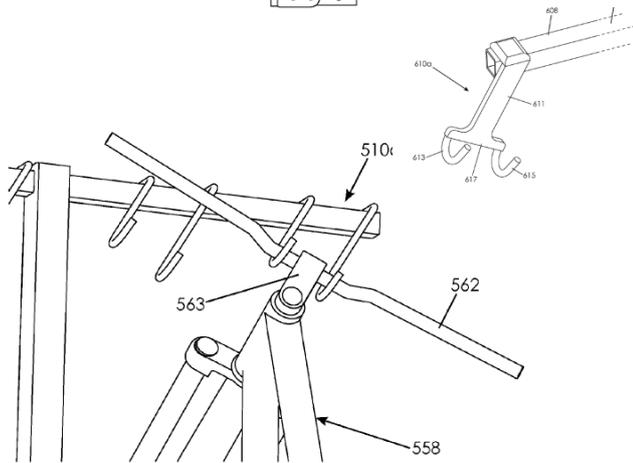
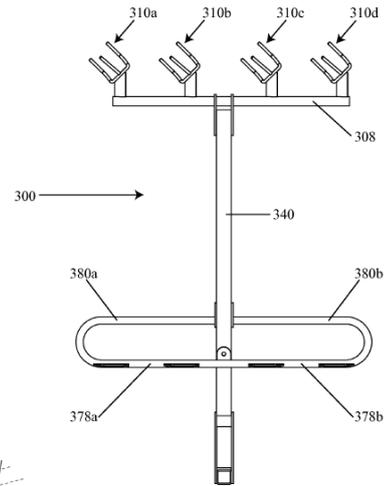
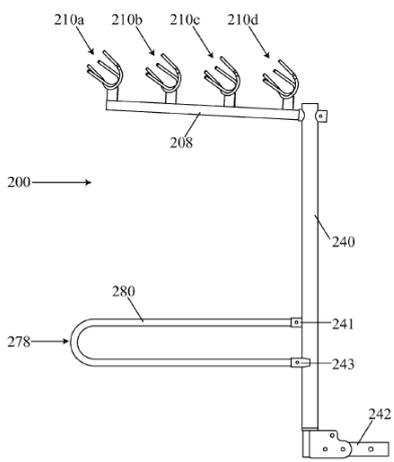
Inventor/es: Malcolm Thomas Hammond, North Vancouver (CA)

Solicitante: Malcolm Thomas Hammond, North Vancouver (CA)

Número de aplicación: 13/841'990

**Descripción:** Parking de bicicletas dispuestas en posición vertical con sistema de cuelgue mediante ganchos. El mástil principal contiene un perfil transversal en el que se reparten 4 ganchos dobles. El sistema de cuelgue se trata de introducir la horquilla y el cuadro delantero de la bicicleta sobre los ganchos dobles que actúan de 'forks' o tenedores y sujetan la bicicleta. La rueda trasera para evitar bandeo su dispone de un perfil de tubo redondo en el que delimita el apoyo. La estructura es de tubo hueco de perfil cuadrado lo cual asegura su resistencia.

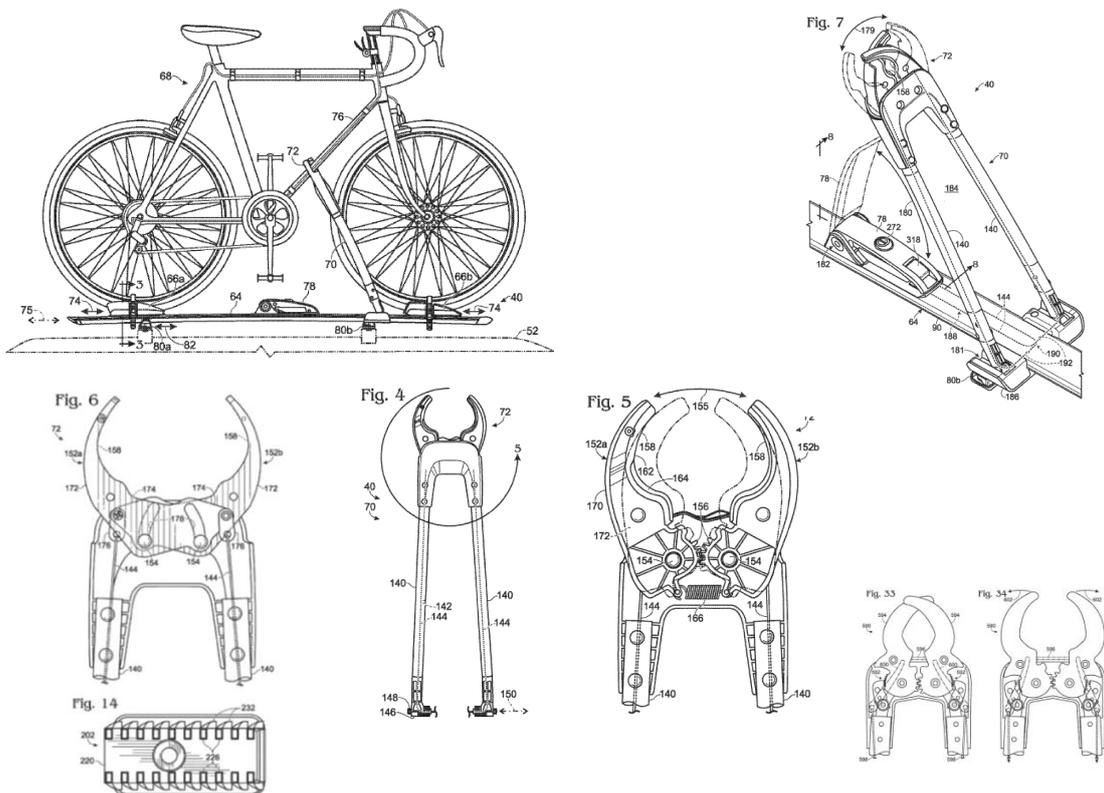




Nº de Orden: 11

<b>Título de la Patente:</b>	VEHICLE RACK SYSTEM WITH A BICYCLE-GRIPPING CARRIER
<b>Código de clasificación:</b>	US 2014/0124551 A1
<b>Link:</b>	<a href="https://www.google.com/patents/US20140124551?dq=VEHICLE+RACK+SYSTEM+WITH+A++BICYCLE-GRIPPING+CARRIER">https://www.google.com/patents/US20140124551?dq=VEHICLE+RACK+SYSTEM+WITH+A++BICYCLE-GRIPPING+CARRIER</a>
<b>Inventor/es:</b>	Chris Sautter, Portland, OR (US); James Owen, Portland, OR (US); Dave Condon, Wilsonville, OR (U S)
<b>Solicitante:</b>	YAKIMA INNOVATION DEVELOPMENT CORPORATION, Georgetown (KY)
<b>Número de aplicación:</b>	B60R 9/048

**Descripción:** Sistema de sujeción de tipo 'tenazas'. El sistema actúa como unas tenazas que cuando cierra agarra el cuadro diagonal de la bicicleta. El movimiento de apertura y cierre se realiza cuando se va regulando una rosca, así hace posible la graduación del apretado. Como existen múltiples grosores de cuadros este sistema permite el apretado hasta que hace presión con el cuadro. Contiene un perfil longitudinal en el que se apoya la bicicleta y lleva dos aprietes anti retorno para asegurar las ruedas al bastidor de sujeción.



Nº de Orden: 12

Título de la Patente: BICYCLE RACK INSTALLABLE IN A PICKUP TRUCK BED OR TRAILER

Código de clasificación: US 2014/0183237 A1

Link: <https://www.google.com/patents/US20150232041?dq=BICYCLE+RACK+INSTALLABLE+IN+A+PICKUP++TRUCK+BED+OR+TRAILER>

Inventor/es: Daniel Glen Wolfe, Highland, UT (U S); Russell Gatenby, American Fork, UT(U S).

Solicitante: 14/031,037

Número de aplicación: 61 /744,045

Descripción: El portabicicletas consta de un sistema de enganche en el que existen dos horquillas de tubo redondo que delimitan la rueda delantera tanto por la parte de atrás como por adelante realizando una presión en la rueda que delimita su movimiento asegurándolo al bastidor base. El sistema actúa como unas 'pinzas' que abrazan las ruedas por ambas partes. El sistema de muelles son los que producen la presión de cierre, hecho que inmoviliza la bicicleta. El portabicicletas tiene capacidad para cinco bicicletas por bastidor base.

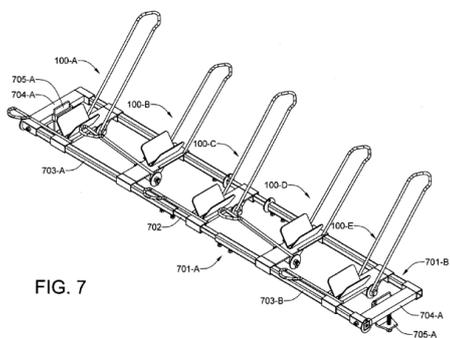


FIG. 7

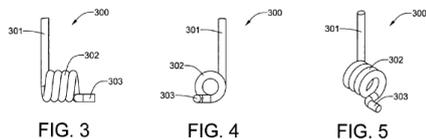
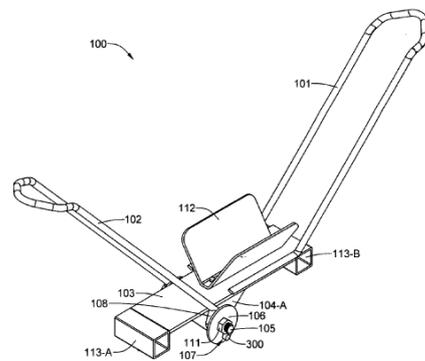


FIG. 3

FIG. 4

FIG. 5

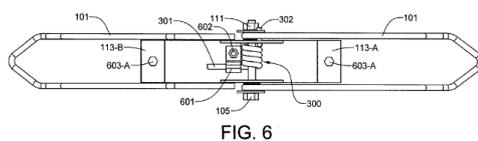
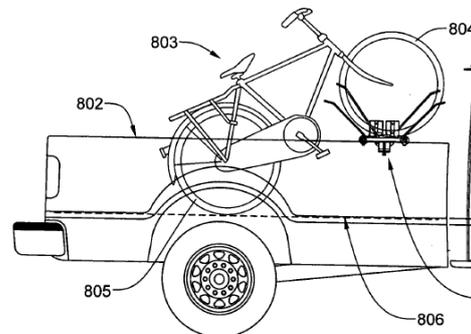


FIG. 6



## 6.4 Normativas, Reglamentos y Documentos Oficiales.



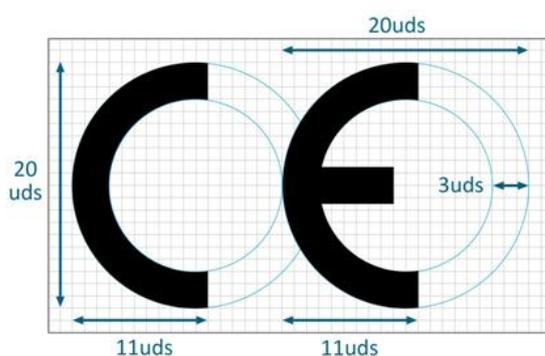
- UNE 170001-1:2007. ACCESIBILIDAD UNIVERSAL. PARTE 1: CRITERIOS DALCO PARA FACILITAR LA ACCESIBILIDAD AL ENTORNO.
- UNE 170001-2:2007. ACCESIBILIDAD UNIVERSAL. PARTE 2: SISTEMA DE GESTIÓN DE LA ACCESIBILIDAD.
- UNE-EN 15496 NOV 2008 / EUROPEA EN-15496:2008 BICICLETAS: REQUISITOS Y MÉTODOS DE ENSAYO PARA LOS ELEMENTOS ANTIRROBO PARA BICICLETAS.
- UNE-EN 15532 NOV 2009 / EUROPEA EN-15532:2008 Y EN 15532:2008 / AC:2009. BICICLETAS: TERMINOLOGÍA.
- UNE-EN ISO 4210-1 CICLOS. REQUISITOS DE SEGURIDAD PARA BICICLETAS. PARTE 1. TÉRMINOS Y DEFINICIONES. (ISO 4210-2:2014).
- UNE-EN ISO 4210-2 CICLOS. REQUISITOS DE SEGURIDAD PARA BICICLETAS. PARTE 2. BICICLETAS DE PASEO Y DE MONTAÑA. (ISO 4210-2:2015).
- UNE-EN ISO 12195-1. DISPOSITIVOS PARA LA SUJECCIÓN DE CARGA EN VEHÍCULOS DE CARRETERA. SEGURIDAD DE CARGA.
- UNE-EN 795/A1. PROTECCIÓN CONTRA CAÍDAS DE ALTURA. DISPOSITIVOS DE ANCLAJE. (EN 795:2000/A1).
- UNE-ISO 21542. ACCESIBILIDAD DEL ENTRONO CONSTRUIDO.
- UNE-EN ISO 9241. ERGONOMÍA DE INTERACCIÓN PERSONA-SISTEMA. (UNE-EN ISO 9241:2006).
- UNE-EN 16116-1. APLICACIONES FERROVIARIAS. REQUISITOS DE DISEÑO PARA LOS ESTRIBOS, PASAMANOS Y ACCESOS DESTINADOS PARA EL PERSONAL.
- PARTE 1: VEHÍCULOS DE VIAJEROS, FURGONES DE EQUIPAJE Y LOCOMOTORAS. (EN 16116-1:2013).
- REGLAMENTO (CE) N° 1371/2007, DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, DE 23 DE OCTUBRE DE 2007, SOBRE LOS DERECHOS Y LAS OBLIGACIONES DE LOS VIAJEROS DE FERROCARRIL.
- REAL DECRETO 2387/2004, DE 30 DE DICIEMBRE, POR EL QUE SE APRUEBA EL REGLAMENTO DEL SECTOR FERROVIARIO.
- BOE NUM 312 1985. HOMOLOGACIÓN DE LA BICICLETA. 26904 REAL DECRETO 2406/1985.

## MARCADO DEL CE. Básico y obligatorio para comercializar en la UE

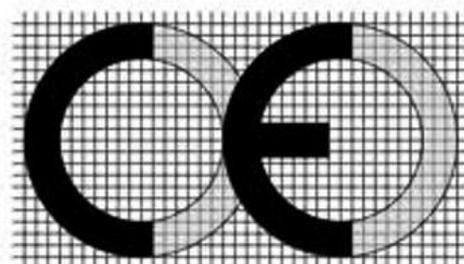
El mercado CE es el proceso mediante el cual el fabricante/importador **informa a los usuarios** y autoridades competentes de que el equipo comercializado **cumple** con la **legislación obligatoria** en materia de requisitos esenciales.

De acuerdo con los principios de la Decisión 768/2008/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de fecha 9 de julio de 2008, el marcado **CE** simboliza la conformidad de un producto con los requisitos esenciales de seguridad y salud que le son aplicables e impuestos al fabricante.

Este marcado fijado sobre el producto es una declaración formal (Declaración de conformidad CE) hecha por una persona responsable de la empresa fabricante de que **el producto es conforme con todos los requisitos comunitarios** y de que se han llevado a cabo sobre dicho producto los procedimientos de evaluación de la conformidad que le son de aplicación.



**Cuidado, No confundir entre estas dos imágenes**



European conformance CE mark



"China Export" CE symbol

Deben conservarse las proporciones, siendo la dimensión vertical mínima de 5 mm. Debe colocarse sobre el producto o su placa descriptiva. Cuando no sea posible, deberá fijarse al embalaje si lo hubiera y en los documentos que lo acompañan, si la Directiva lo exige. Se colocará de forma visible, legible e indeleble.

Está prohibido colocar signos que puedan confundirse con el marcado "CE", tanto en significado como en la forma. Un producto podrá llevar otras marcas o sellos, siempre que no se confundan con el marcado "CE" y que no reduzcan la legibilidad y visibilidad de éste. Los fabricantes que tengan marcas susceptibles de confundirse con el marcado "CE", están autorizados a poseer su marca durante 10 años después de la adopción del reglamento si estas marcas han sido registradas antes del 30/06/89 y están actualmente en servicio.

## 6.5 Ergonomía, medidas relacionadas con el usuario y la bicicleta

En este apartado se analizan las diferentes posiciones que realiza el usuario a la hora de entrar con la bicicleta al vagón y como se dispone a levantarla y colgarla en su correcta posición.

Para ello, se ha tenido en cuenta 4 tipologías de bicicletas:

- Fixie
- Carretera
- de Paseo
- Montaña

Se han escogido estas tipologías ya que son las más comunes que se observan por los usuarios que circulan por la ciudad.

En las siguientes páginas se observa cómo se analiza la bicicleta, sus dimensiones generales, ya sean su largo, alto y ancho. También como afectan las medidas a la hora de la disposición en que se encuentre en cada momento.

Las cotas que se encuentran incrustadas en las imágenes son medidas reales realizadas por el usuario. Además, se han dispuesto de forma secuencial, es decir, se muestran 5 imágenes en las que se observan los pasos generales que realiza el usuario a la hora de introducir la bicicleta en el vagón del tren.

Son las siguientes:

- Disposición en horizontal.
- Disposición en diagonal (se refiere a la hora de levantar la bicicleta desde el suelo a la pared).
- Disposición en vertical (junto a pared del vagón).
- Vista Frontal del usuario junto con la bicicleta.

Se ha realizado este estudio ergonómico ya que es gran importancia las medidas.

Estas medidas van variando en un rango concreto. Así que se han acotado las medidas más desfavorables para tener un margen de seguridad y espacio a la hora de las propuestas conceptuales que se realizarán en los siguientes puntos.

También sirve para tener una percepción visual del margen de acción que tiene el usuario a la hora de introducir la bicicleta y disponerla para la colocación en el portabicicletas. Además se muestra una secuencia de colocación que realiza el usuario, los movimientos más generales que realiza ya que dentro del vagón el espacio es reducido. Por esta razón se ha realizado el estudio ya que a la hora de diseñar las diferentes propuestas, estas serán más realistas y aproximadas

1) Estudio de Ergonomía y Secuencia del procedimiento de colocación de la bicicleta en disposición Vertical para una bicicleta: **Fixie**



Imagen 170. Bicicleta Fixie marca 'Colnago'.



Imagen 171. Usuario con la bicicleta Fixie dispuesta en horizontal.



Imagen 172. Inclinación de la bicicleta a 45° aproximadamente para su correcta colocación.



Imagen 173. Usuario colocando la bicicleta en disposición vertical para introducirlo en el portabicicletas del vagón.



Imagen 174. Vista frontal del usuario junto con la bicicleta de forma paralela.

Tabla de Medidas generales en centímetros de cada Tipología de bicicleta

Tipo	Largo	Alto	Ancho	Manillar + Cuerpo	Diagonal (Largo x Alto)
Fixie	168	101	44	108	140x155
Carretera	168	100	46	112	140x150
de Paseo	170	108	60	130	150x145
Montaña	172	105	62	134	145x150
Δ Media Total	169,5	103,5	53	121	143,75x150

Imagen 175. Tabla de Medidas Generales de Ergonomía para la bicicleta Fixie.

2) Estudio de Ergonomía y Secuencia del procedimiento de colocación de la bicicleta en disposición Vertical para una bicicleta: **Carretera**



Imagen 176. Bicicleta Carretera marca 'Giant'.



Imagen 177. Usuario con la bicicleta de Carretera dispuesta en horizontal.



Imagen 178. Inclinación de la bicicleta a 45° aproximadamente para su correcta colocación.



Imagen 179. Usuario colocando la bicicleta en disposición vertical para introducirlo en el portabicicletas del vagón.



Imagen 180. Vista frontal del usuario junto con la bicicleta de forma paralela.

Tabla de Medidas generales en centímetros de cada Tipología de bicicleta

Tipo	Largo	Alto	Ancho	Manillar + Cuerpo	Diagonal (Largo x Alto)
Fixie	168	101	44	108	140x155
Carretera	168	100	46	112	140x150
de Paseo	170	108	60	130	150x145
Montaña	172	105	62	134	145x150
Δ Media Total	169,5	103,5	53	121	143,75x150

Imagen 181. Tabla de Medidas Generales de Ergonomía para la bicicleta de Carretera.

3) Estudio de Ergonomía y Secuencia del procedimiento de colocación de la bicicleta en disposición Vertical para una bicicleta: **de Paseo**



Imagen 182. Bicicleta de Paseo marca 'Catron'.



Imagen 183. Usuario con la bicicleta de Paseo dispuesta en horizontal.



Imagen 184. Inclinación de la bicicleta a 45° aproximadamente para su correcta colocación.



Imagen 185. Usuario colocando la bicicleta en disposición vertical para introducirlo en el portabicicletas del vagón.



Imagen 186. Vista frontal del usuario junto con la bicicleta de forma paralela.

Tabla de Medidas generales en centímetros de cada Tipología de bicicleta

Tipo	Largo	Alto	Ancho	Manillar + Cuerpo	Diagonal (Largo x Alto)
Fixie	168	101	44	108	140x155
Carretera	168	100	46	112	140x150
de Paseo	170	108	60	130	150x145
Montaña	172	105	62	134	145x150
Δ Media Total	169,5	103,5	53	121	143,75x150

Imagen 187. Tabla de Medidas Generales de Ergonomía para la bicicleta de Paseo.

4) Estudio de Ergonomía y Secuencia del procedimiento de colocación de la bicicleta en disposición Vertical para una bicicleta: **Montaña**



Imagen 188. Bicicleta de Montaña marca 'Boomerang'.



Imagen 189. Usuario con la bicicleta de Montaña dispuesta en horizontal.



Imagen 190. Inclinación de la bicicleta a 45° aproximadamente para su correcta colocación.



Imagen 191. Usuario colocando la bicicleta en disposición vertical para introducirlo en el portabicicletas del vagón.

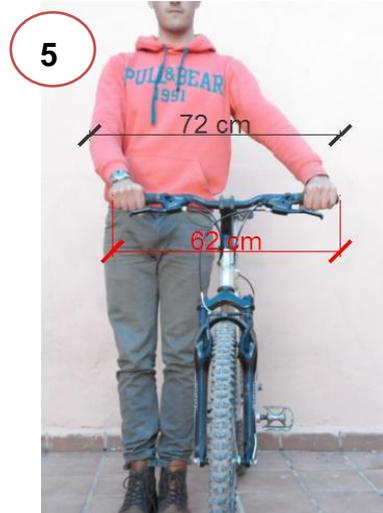


Imagen 192. Vista frontal del usuario junto con la bicicleta de forma paralela.

Tabla de Medidas generales en centímetros de cada Tipología de bicicleta

Tipo	Largo	Alto	Ancho	Manillar + Cuerpo	Diagonal (Largo x Alto)
Fixie	168	101	44	108	140x155
Carretera	168	100	46	112	140x150
de Paseo	170	108	60	130	150x145
Montaña	172	105	62	134	145x150
Δ Media Total	169,5	103,5	53	121	143,75x150

Imagen 193. Tabla de Medidas Generales de Ergonomía para la bicicleta de Montaña.

## 6.6 Opiniones generales y encuesta

El objetivo de este apartado es conocer las necesidades que encuentra el usuario al utilizar la bicicleta y el portabicicletas en el metro. Además es una forma de averiguar los puntos fuertes o deficiencias que encuentran ante tales situaciones. Se ha realizado la encuesta a 20 usuarios de entre 20 hasta 65 años.

A continuación se muestra la batería de preguntas:

Sexo: Mujer / Hombre

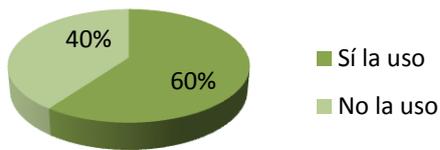
Edad:

Ocupación:

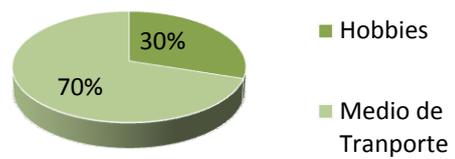
- 1) ¿Usa la bicicleta a menudo?
- 2) ¿Por hobbies o para medio de transporte?
- 3) ¿Suele circular por la ciudad en bicicleta?
- 4) ¿Usa su propia bicicleta o utiliza la Valenbisi?
- 5) ¿Le resulta cómodo desplazarse utilizando medios de transporte?
- 6) ¿Sabe lo que es un portabicicletas?
- 7) ¿Lo ha usado alguna vez?
- 8) ¿Dónde lo ve normalmente?
- 9) ¿En qué medio de transporte o de qué forma?
- 10) ¿Utiliza regularmente el metro o tranvía?
- 11) ¿Ha subido alguna vez su bicicleta a un tranvía o metro?
- 12) ¿Qué dificultades ha observado?
- 13) ¿Era fácil de subir?
- 14) ¿Había portabicicletas para su uso?
- 15) ¿El portabicicletas era fácil de usar?
- 16) ¿Qué características cambiaría o mejoraría del sistema de enganche del portabicicletas?
- 17) ¿Cómo ha visto la accesibilidad de la bicicleta dentro del vagón?
- 18) ¿Eran de disposición vertical (de cuelgue) u horizontal (de enganche)?
- 19) ¿Tenía bastante movilidad para maniobrar con la bicicleta fácilmente?
- 20) ¿Ha visto alguna vez portabicicletas en metros o tranvías?
- 21) ¿Estaría de acuerdo con la implantación de portabicicletas en metros de su ciudad?
- 22) ¿Alguna vez le ha molestado que un pasajero viaje con su bicicleta?
- 23) ¿Qué medios pondría para solucionar el problema?
- 24) ¿Sabe si existen normas del uso de la bicicleta dentro del metro?
- 25) ¿Conoce los términos Eco-Friendly, Green City o Clean Environment?

En la siguiente página se muestran mediante gráficos las estadísticas de las respuestas que han respondido los usuarios, para hacerse una idea general de lo que piensan respecto al tema en cuestión.

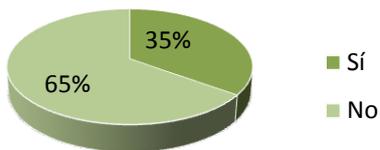
1) ¿Usa la bicicleta a menudo?



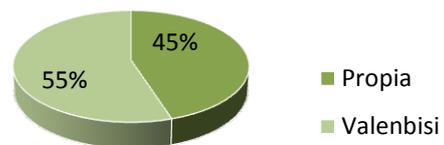
2) ¿Por hobbies o para medio de transporte?



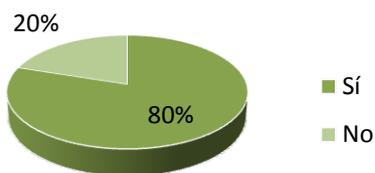
3) ¿Suele circular por la ciudad en bicicleta?



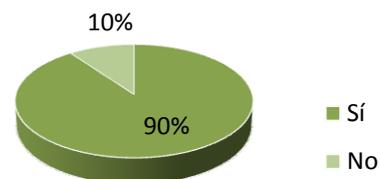
4) ¿Usa su propia bicicleta o utiliza la Valenbisi?



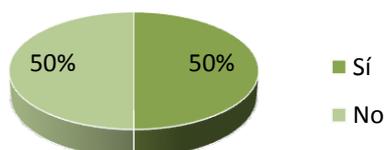
5) ¿Le resulta cómodo desplazarse utilizando medios de transporte?



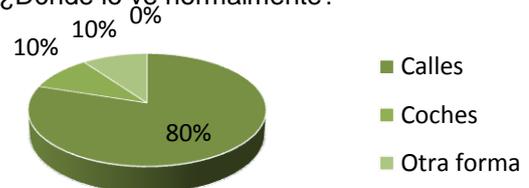
6) ¿Sabe lo que es un portabicicletas?



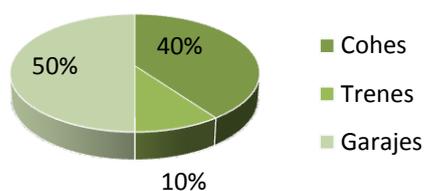
7) ¿Lo ha usado alguna vez?



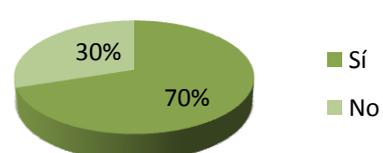
8) ¿Dónde lo ve normalmente?



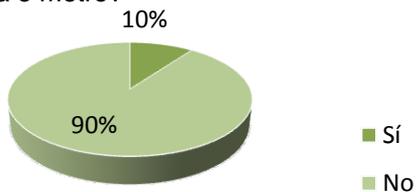
9) ¿En qué medio de transporte o de qué forma?



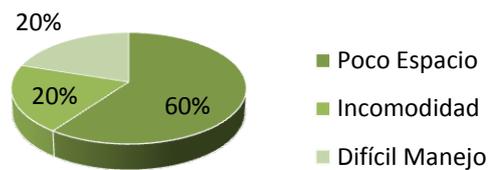
10) ¿Utiliza regularmente el metro o tranvía?



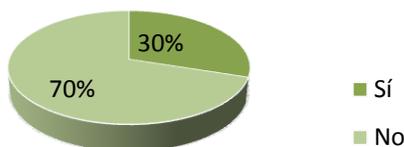
11) ¿Ha subido alguna vez su bicicleta a un tranvía o metro?



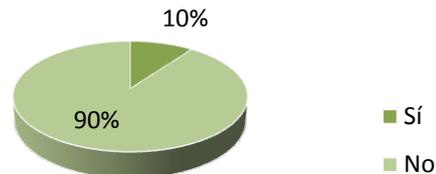
12) ¿Qué dificultades ha observado?



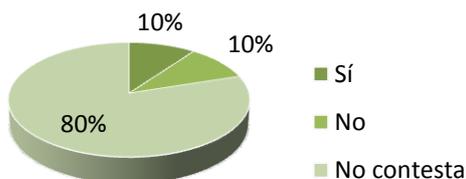
13) ¿Era fácil de subir?



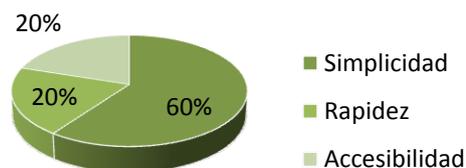
14) ¿Había portabicicletas para su uso?



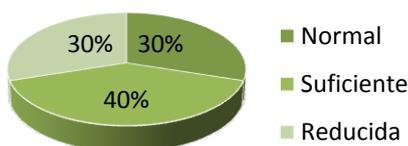
15) ¿El portabicicletas era fácil de usar?



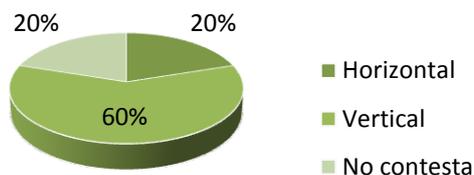
16) ¿Qué características cambiaría o mejoraría del sistema de enganche del portabicicletas?



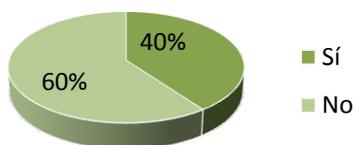
17) ¿Cómo ha visto la accesibilidad de la bicicleta dentro del vagón?



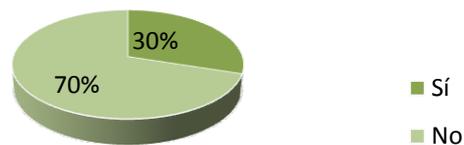
18) ¿Eran de disposición vertical (de cuelgue) u horizontal (de enganche)?



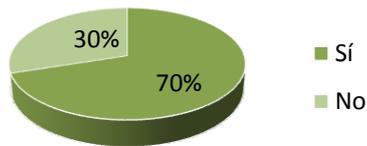
19) ¿Tenía bastante movilidad para maniobrar con la bicicleta fácilmente?



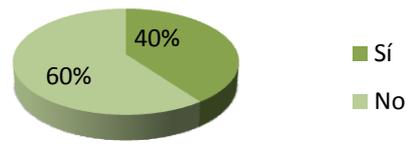
20) ¿Ha visto alguna vez portabicicletas en metros o tranvías?



21) ¿Estaría de acuerdo con la implantación de portabicicletas en metros de su ciudad?



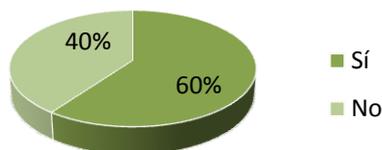
22) ¿Alguna vez le ha molestado que un pasajero viaje con su bicicleta?



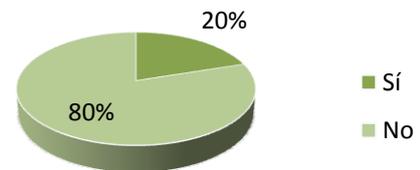
23) ¿Qué medios pondría para solucionar el problema?



24) ¿Sabe si existen normas del uso de la bicicleta dentro del metro?



25) ¿Conoce los términos Eco-Friendly, Green City o CleanEnvironment?



### Conclusiones de la encuesta:

Los usuarios encuestados respondieron que usan a menudo la bicicleta como medio de transporte, mayormente la Valenbisi para desplazarse por la ciudad y la suya propia fuera de los núcleos urbanos. Conocen perfectamente lo que es un Portabicicletas y la mitad de los encuestados lo han usado ya sea para llevar bicicletas en el coche y otros para almacenar sus bicicletas en los garajes de su casa. Además utilizan bastante el metro, pero muy pocos han subido su bicicleta al metro. Si la han subido, que eran pocos, dicen que el espacio era reducido y la maniobrabilidad era dificultosa. También bastantes encuestados han dicho que no han visto Portabicicletas en metros o tranvías. Los que sí que los han visto y los han probado dicen que no eran fáciles de usar y que mejorarían su simplicidad y rapidez. Están a favor de Portabicicletas Verticales de cuelgue en vez de Horizontales. Para evitar molestar a los pasajeros, los encuestados optan por la solución de mejorar la distribución interna del vagón. Más de la mitad desconoce que hay normas que regulan el uso de la bicicleta dentro del vagón. Y por último, para favorecer el movimiento Eco-Friendly término que el 80% desconoce, estarían de acuerdo con la implantación de Portabicicletas en metros Urbanos.

# 7. PROYECTO DE DISEÑO

## 7.1 Mapa Conceptual



Imagen 194. Gráfico del Mapa Conceptual para la etapa de Creatividad en el Diseño: Brainstorming

## 7.2 Briefing: Requisitos de diseño

- Su diseño tiene que ser sencillo, minimalista y atractivo.
- Tiene que ser un elemento de menos presencia visual y más integrado dentro del concepto que se desea en el vagón. (elementos transparentes).
- Que sea adaptable a todo tipo de bicicletas (sistema universal).
- Que la bicicleta se disponga en vertical para la optimización del espacio del vagón.
- Que el sistema de sujeción ofrezca estabilidad para que la bicicleta no se mueva excesivamente y que no llegue a volcar.
- De fácil uso, intuitivo, para una correcta colocación de la bicicleta.
- Que incorpore asideras (agarraderas) para la sujeción del usuario.
- Pantalla (mampara) de protección, tanto para el usuario como para el propio pasajero, frente a una posible caída de la bicicleta.
- No tiene que poseer mecanismos complejos a la hora de la fijación de la bicicleta.
- De fácil fabricación, reparación y mantenimiento.
- Materiales sostenibles y reciclables.
- Que los materiales empleados sean resistentes al desgaste y fatiga, ya que estará sometido a continuo movimiento.
- Los componentes del producto tienen que ser los mínimos, pero que garanticen el funcionamiento y seguridad del uso, para ahorrar tiempo y costes, a la hora de su fabricación.

## 7.3 Definición de Alternativas

### *Prioridades de Diseño para el Portabicicletas*

*En esta tabla se muestran las consideraciones del Briefing.  
Ordenadas según su prioridad a la hora de realizar los diseños.*

	1	2	3	4
<b>Esenciales</b>	Parabanes Laterales	Sistema de sujeción anti caída	Tope de rodadura	Guías de inserción y sujeción
<b>Materiales</b>	Plástico PVC	Goma antideslizante	Goma antideslizante	Plástico PVC
<b>Funcionales</b>	Mantener la bicicleta vertical y proteger a los pasajeros de la posible caída la bicicleta.	Evitar la caída de la bicicleta cuando se coloca en el habitáculo.	Evitar que la rueda trasera se salga del habitáculo.	Inmoviliza las ruedas para evitar bamboleos indeseados.
<b>Formales</b>	Evitar aristas vivas, cantos redondeados con formas orgánicas	Redondeada, que permita la inserción de la rueda	Cilíndrica, que permita la inserción de la rueda y su extracción.	Perfiles en L o C.
<b>Otras</b>	Resistencia al desgaste continuo y de fácil mantenimiento	Instalación sencilla y versátil	Resistencia al desgaste continuo y de fácil mantenimiento	De alta resistencia al desgaste.

*Imagen 195. Tabla de Prioridades de Diseño.*

## 7.4 Generación y Evolución de Ideas Propuestas

Hemos puesto nombres a las siguientes Propuestas de Diseño:

Propuesta 1: Cuelgue de Horquilla de Rueda Delantera.

Propuesta 2: Estructura con Formas Orgánicas de tubo redondo y Varillas Radiales.

Propuesta 3: Pantalla de Protección con Sistema de Sujeción.

Propuesta 4: Estructura de Porte Inmovilizadora.

Propuesta 5: Gancho con Pantalla de Sujeción.

Propuesta 6: Carcasa Protectora Envolvente.

## PROPUESTA 1

### Descripción:

La estructura se compone de una horquilla de sección circular dispuesta a unos 45° permite la inserción de la rueda quedando colgada e inmobilizada. Su balanceo se reduce ya que las pantallas protectoras delimitan el movimiento oscilante, además de proteger al pasajero del contacto con los pedales y las bielas. La función principal de la estructura es evitar el vuelco hacia delante de la bicicleta, con lo que reduce la posibilidad de lesiones al usuario. En la base se ha colocado un tope de goma para evitar que la rueda se mueva hacia atrás, teniendo así un espacio delimitado de movimiento. Se dispondrá de forma perpendicular al perfil longitudinal del vagón para maximizar el espacio.

### Material:

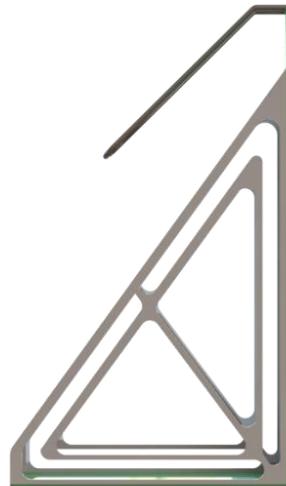
Horquilla: tubo redondeado de acero Inoxidable AISI 304.  
Estructura: Combinación de Policarbonato, Poliglass y Planchas Laminadas (HPL).

### Medidas:

Largo: 70cm

Alto: 165cm

Ancho: 40cm



## PROPUESTA 2

### Descripción:

La estructura está diseñada con formas curvas, con tubo de sección circular a ambas partes que delimita un espacio. Para impedir el vuelco de la bicicleta se dispone de un bastidor que detiene la caída de la bicicleta en la parte superior. Los pedales y bielas quedan al descubierto respetando la forma curva entre los bastidores de la estructura. En la base se ha colocado un tope de goma para evitar que la rueda se mueva hacia atrás, teniendo así un espacio delimitado de movimiento. En la zona donde las ruedas tocan con la pared se colocan dos gomas rectangulares que protegen de la pared del vagón frente a los roces, protegiéndola de la suciedad y el desgaste. Se dispondrá de forma perpendicular al perfil longitudinal del vagón para maximizar el espacio.

### Material:

Estructura: tubo redondeado de acero Inoxidable AISI 304, policarbonato y gomas de caucho.

### Medidas:

Largo: 68cm

Alto: 180cm

Ancho: 42cm



### **PROPUESTA 3**

#### **Descripción:**

La estructura está diseñada con formas curvas, con perfil rectangular a ambas partes que delimita el espacio de la bicicleta. Para impedir el vuelco de la bicicleta se dispone de una barra cilíndrica que detiene la caída de la bicicleta en la parte superior. Los pedales y bielas de dejan al descubierto respetando la forma curva entre los bastidores de la estructura. En la base se ha colocado un tope de goma para evitar que la rueda se mueva hacia atrás, teniendo así un espacio delimitado de movimiento. En la zona donde las ruedas tocan con la pared se ha colocado una guía longitudinal que protege de la estructura del tren frente a los roces evitando así el desgaste de la pared. Se dispondrá de forma perpendicular al perfil longitudinal del vagón para maximizar el espacio.

#### **Material:**

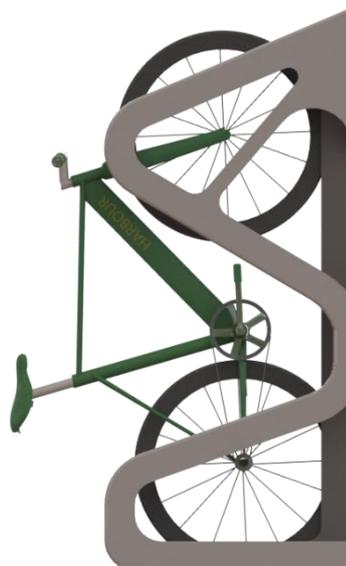
Estructura: Combinación de Policarbonato, Poliglass y Planchas Laminadas (HPL).

#### **Medidas:**

Largo: 73cm

Alto: 185cm

Ancho: 42cm



## PROPUESTA 4

### Descripción:

La estructura se compone de planchas de termoconformado que se combinan con unas pantallas transparentes que la hacen más agradable a la vista y da más sensación de amplitud. La bicicleta se introduce en el habitáculo, hecho que permite reducir el balanceo ya que las pantallas protectoras delimitan el movimiento oscilante, además de proteger al pasajero del contacto con los pedales y las bielas. Las ruedas se introducen dentro del chasis del vagón gracias al recoveco que se ha realizado para ganar espacio en el pasillo del vagón. La función principal de la estructura es evitar el vuelco hacia delante de la bicicleta, con lo que reduce la posibilidad de lesiones al usuario. En la base se ha colocado un tope de goma para evitar que la rueda se mueva hacia atrás, teniendo así un espacio delimitado de movimiento. En la parte exterior se han colocado unas asideras, que permiten el agarre del usuario que va levantado.

### Material:

Estructura: Combinación de Policarbonato, Poliglass y Planchas Laminadas (HPL).

### Medidas:

Largo: 50cm / Alto: 180cm  
Ancho: 42cm



## **PROPUESTA 5**

### **Descripción:**

Esta estructura está diseñada para aprovechar las esquinas del vagón. Tiene una pantalla principal que va adosada a la pared del vagón y otra paralela que delimita el espacio. En la zona donde las ruedas tocan con la pared se coloca una superficie rugosa de goma de caucho que protege de la estructura del tren frente a los roces evitando así el desgaste de la pared. El anclaje se efectúa introduciendo los radios de la rueda delantera en el gancho de cuelgue. Se dispondrá de forma perpendicular al perfil longitudinal del vagón para maximizar el espacio.

### **Material:**

Estructura: Combinación de Policarbonato, Poliglass y Planchas Laminadas (HPL).

### **Medidas:**

Largo: 70cm

Alto: 177cm

Ancho: 55cm



## PROPUESTA 6

### Descripción:

Estructura envolvente que rodea toda la bicicleta. La colocación se realiza mediante la inserción de la rueda delantera hasta que toca con la superficie superior. Esta funciona como tope que detiene y sujeta la bicicleta de la caída hacia atrás. Dado que es un material transparente, visualmente no es molesto, ni carga a la vista haciendo más amplio el vagón. La bicicleta se introduce en el habitáculo, hecho que permite reducir el balanceo ya que las pantallas protectoras delimitan el movimiento oscilante, además de proteger al pasajero del contacto con los pedales y las bielas. En la base tiene un resalte que evita que la rueda se mueva hacia atrás, evitando que invada la zona de paso del vagón. Se dispondrá de forma perpendicular al perfil longitudinal del vagón para maximizar el espacio.

### Material:

Estructura: Combinación de Policarbonato, Poliglass y Planchas Laminadas (HPL).

### Medidas:

Largo: 70cm

Alto: 182cm

Ancho: 42cm



## 7.5 Criterios de selección

En este apartado se analizan las propuestas realizadas en la fase anterior en base a una serie de criterios para elegir la solución adecuada y óptima de entre todas. Se van a utilizar métodos de análisis multicriterio los cuales permiten evaluar numéricamente las distintas alternativas de diseño, con la finalidad de seleccionar la mejor de entre todas ellas en función de los objetivos que se han planteado. Se empezará el apartado con un planeamiento de la matriz de valoración y seguidamente se estudiarán distintas técnicas, las cuales nos guiarán en la elección de la propuesta final. Como a la hora de realizar las propuestas de los portabicicletas se han cumplido las consideraciones de diseño, estas se organizarán para una evaluación más minuciosa de las alternativas. Estas características se codificarán en la siguiente tabla.

	Características	Código
Materiales	Estructura Resistente	C1
Funciones	Mantener la bicicleta en vertical con un sistema de sujeción anti caída	C2
	Paraban con protección para los pasajeros	C3
Formas	Formas orgánicas con aristas curvas y cantos redondeados	C4
	Minimizar piezas	C5
Otras	Resistencia al desgaste y fácil mantenimiento	C6
	Fácil uso y colocación	C7
	Diseño minimalista	C8
	Simplicidad en sus partes	C9
	Fácil fabricación/producción	C10

Imagen 196. Tabla Codificación de Características.

## Matriz de Valoración

Para plantear la matriz de valoración se reorganizarán las consideraciones de diseño y se evaluarán. En la tabla se estructurarán las alternativas en filas y los criterios de decisión en las columnas y en sus intersecciones la valoración de las alternativas en cada fila respecto al criterio de la columna.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
P1	Medio	Medio	Bajo	Medio	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Alto	Medio
P2	Alto	Alto	Medio	Alto	Bajo	Alto	Medio	Medio	Medio	Medio
P3	Medio	Alto	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Alto	Alto	Alto	Medio
P4	Alto	Medio	Alto							
P5	Medio	Medio	Alto	Medio	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Medio	Bajo
P6	Alto	Alto	Alto	Alto	Medio	Alto	Medio	Medio	Medio	Bajo

Imagen 197. Tabla Matriz de Valoración.

	% Alto
P1	47,5
P2	67,5
P3	65
P4	95
P5	52,5
P6	72,5

Imagen 198. Tabla del Porcentaje

Posición	Propuesta
1	P4
2	P6
3	P2
4	P3
5	P5
6	P1

Imagen 199. Tabla Resultado y Posiciones.

Según la Matriz de Valoración, la propuesta que cumple con los requisitos establecidos es la **PROPUESTA 4** con un 95%, seguida de la Propuesta 6 con un 72,5%.

## Regla de la Mayoría

Como el título dice, se basa en una regla donde la propuesta que más veces resulte con mayoría de votos, ésta es la ganadora.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	RES.
P1-P2	P2	P2	P2	P2	P1	P2	=	P1	P1	P1	P2>P1
P1-P3	P3	=	=	=	P1	=	P3	P3	=	P1	P3>P1
P1-P4	P4	P4	P4	P1	P1	=	P4	P4	P1	P4	P4>P1
P1-P5	P5	=	P5	=	P1	P1	=	=	P1	P1	P1>P5
P1-P6	P6	P6	P6	P1	P1	P6	P6	P6	P1	P1	P6>P1
P2-P3	P2	=	P2	P3	P3	=	P2	P3	P3	P3	P3>P2
P2-P4	P4	P4	P4	P2	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P4>P2
P2-P5	=	P2	P2	P5	P5	P2	P2	=	=	P5	P2>P5
P2-P6	=	P6	P6	P2	P6	P6	=	P6	P6	P6	P6>P2
P3-P4	P4	P4	P4	P3	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P4>P3
P3-P5	P3	=	P3	=	P3	=	P3	=	P3	P3	P3>P5
P3-P6	P6	P6	P6	P3	P3	P6	=	P3	P3	P3	P3>P6
P4-P5	P4	P4	=	P5	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P4>P5
P4-P6	=	P4	=	P6	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P4>P6
P5-P6	P6	P6	=	P6	P5	P6	P6	P5	P5	P5	P6>P5

Imagen 200. Tabla Regla de la Mayoría

### Resultado de los Votos:

Propuesta 4: 5 Votos

Propuesta 3: 4 Votos

Propuesta 6: 3 Votos

Propuesta 2: 2 Votos

Propuesta 1: 1 Voto

Propuesta 5: 0 Votos

Posición	Propuesta
1	P4
2	P3
3	P6
4	P2
5	P1
6	P5

Imagen 201. Tabla Resultado y Posiciones.

Según la Regla de la Mayoría, la propuesta que cumple con los requisitos establecidos es la **PROPUESTA 4** con 5 votos, seguida de la Propuesta 3 con 4 votos.

## Método DATUM

Es una alternativa a los métodos cuantitativos que elige una solución existente “Datum” y se compara la adaptación a cada objetivo de cada solución alternativa. Si consigue un resultado mejor que el objetivo se coloca un “+”, si se adapta peor “-”, y si no existe gran diferencia un “=”. Luego se calculan la suma de signos para cada alternativa y estos resultados sirven de base para la toma de una decisión. Cogemos como “Modelo Actual” un portabicicletas genérico y sencillo que se haya visto en el estudio de mercado, como la **Aureodemmcité**.

	Modelo Actual	P1	P2	P3	P4	P5	P6
C1	<b>* D A T U M *</b>	=	-	-	+	=	=
C2		+	+	+	+	+	=
C3		=	-	+	+	-	-
C4		+	-	+	=	=	+
C5		-	+	=	=	=	+
C6		=	=	+	+	-	+
C7		-	=	-	+	-	=
C8		-	-	+	+	-	-
C9		-	+	+	-	-	+
C10		-	+	+	+	-	+
$\Sigma+$		2	4	7	7	6	5
$\Sigma-$		5	4	2	0	1	2
TOTAL		-3	0	5	7	-5	3

Imagen 202. Tabla Método DATUM con sistema Áureo

Propuesta 4: 7 Puntos

Propuesta 3: 5 Puntos

Propuesta 6: 3 Puntos

Propuesta 2: 0 Puntos

Propuesta 1: -3 Puntos

Propuesta 5: -5 Puntos

Posición	Propuesta
1	P4
2	P3
3	P6
4	P2
5	P1
6	P5

Imagen 203. Tabla Resultado y Posiciones.

El resultado según el Método DATUM, la mejor propuesta es la que mayor número positivo tenga. En este caso la **PROPUESTA 4** es la primera y la PROPUESTA 3 la segunda.

## Técnica de la Suma Ponderada

Esta técnica se basa en dotar a las alternativas y criterios de diferencias cuantificables, expresados en función de unas escalas. Las alternativas se puntúan del 1 al 9 siendo 1 el número que satisface el criterio pésimo y 9 el criterio óptimo. A los criterios se les da un porcentaje en función de la prioridad de éste frente a los demás.

Para calcular el valor total de cada alternativa se suma el valor de cada alternativa frente al criterio ( $V_{\epsilon}$ ) por el peso del criterio ( $\beta_{\epsilon}$ ). Luego el valor más grande será la mejor alternativa.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	$\sum V_{\epsilon}, \beta_{\epsilon}$
$\beta_{\epsilon}$ (%)	20	10	10	5	5	10	15	5	5	15	
P1	6	6	7	6	7	5	4	4	5	4	530
P2	7	7	8	7	6	5	5	6	6	6	630
P3	8	8	7	9	8	7	7	8	8	8	770
P4	8	10	9	8	7	8	8	9	9	9	850
P5	5	5	6	4	3	3	4	4	3	4	430
P6	9	8	8	6	7	7	6	7	7	7	740

Imagen 204. Tabla Técnica de la Suma Ponderada

Posición	Propuesta
1	P4
2	P3
3	P6
4	P2
5	P1
6	P5

Imagen 205. Tabla Resultado y Posiciones.

Según la Técnica de la Suma Ponderada, la mejor propuesta es la que mayor número de valor total de alternativas tenga. En este caso la **PROPUESTA 4** es la primera y la PROPUESTA 3 la segunda.

## 7.6 Justificación de la Solución Adoptada

### ***Función***

La alternativa 4 ha sido la seleccionada para desarrollar el proyecto, ya que es la que mejor se adapta a los requerimientos establecidos. Con esta propuesta de portabicicletas se ofrece un mejor servicio para que el usuario deposite su bicicleta a la hora de viajar en tren sin sufrir ninguna molestia.

### ***Forma***

La forma es innovadora, atractiva a la vista y sencilla. Y por los resultados demostrados, su uso es fácil e intuitivo, asegurándose una buena colocación dentro del vagón.

### ***Material***

El material seleccionado para los componentes del portabicicletas son los siguientes: Una combinación de Policarbonato con planchas Laminadas (HPL) y Poliglass: resistente a impactos y al desgaste progresivo. De fácil mantenimiento, limpieza y reciclable.

### ***Gama de Color***

La combinación del blanco y verde crean un entorno agradable ya que el blanco incita a la pureza y limpieza y el verde transmite el aspecto ecológico de la naturaleza, llegando así a transmitir el concepto eco-friendly.

### ***Fabricación***

Cabe destacar que su fabricación será fácil y estandarizada, ahorrando costes y facilitando su producción así se aumentará el volumen de fabricación, gracias a los actuales medios industriales y avances tecnológicos de fabricación y montaje.

### ***Precio***

Dado que sus piezas estarán normalizadas y estandarizadas, su precio no será tan elevado como se piensa ya que su producción será rápida y sin complicaciones. Además, los materiales son bastante comunes, económicos, aunque este factor no tiene que afectar a la calidad del producto ya que se espera que la calidad y prestaciones que ofrezca sean las óptimas.

## **8. DISEÑO DE DETALLE**

## 8.1 Descripción y Características técnicas del producto

El portabicicletas del que se ha elegido para realizar el proyecto cumple con las condiciones del Briefing establecido inicialmente.

- Su diseño es sencillo, minimalista y atractivo.
- Constituye un elemento de menos presencia visual y e integrado dentro del concepto que se desea en el vagón.
- Su sistema universal hace que sea adaptable a todo tipo de bicicletas.
- La bicicleta se dispone en vertical para la optimización del espacio del vagón.
- El sistema de sujeción ofrece estabilidad para que la bicicleta no se mueva excesivamente y que no llegue a volcar.
- Es de fácil uso, intuitivo, para una correcta colocación de la bicicleta.
- Incorpora asideras (agarraderas) para la sujeción del usuario.
- Pantalla (mampara) de protección, tanto para el usuario como para el propio pasajero, frente a una posible caída de la bicicleta.



*Imagen 206. Portabicicletas integrado en el vagón de tren.*

- No posee mecanismos complejos a la hora de la fijación de la bicicleta.
- De fácil fabricación, reparación y mantenimiento.
- Materiales sostenibles y reciclables.
- Los materiales empleados son resistentes al desgaste y fatiga, ya que está sometido a continuo movimiento.
- Los componentes del producto tienen que ser los mínimos y garantizan el funcionamiento y seguridad del uso, para ahorrar tiempo y costes, a la hora de su fabricación.

### Descripción del portabicicletas:

Primeramente, se ha puesto un nombre o marca, para identificarlo del resto de los portabicicletas del mercado. Se le ha llamado: "BIKE & RAIL" ya que como dicen las palabras, se han combinado las bicicletas con los trenes. Dadas las características, se ha visto adecuado poner este nombre. La estructura del portabicicletas se compone de planchas de termo conformado que se combinan con unas pantallas transparentes que la hacen más agradable a la vista y da más sensación de amplitud.



*Imagen 207. La estructura principal se basa en láminas de HPL.*

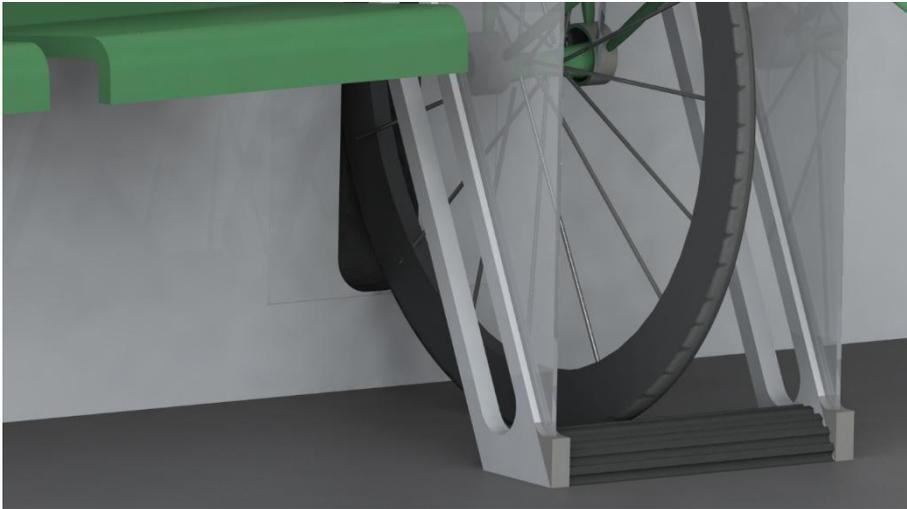
La bicicleta se introduce en el habitáculo, hecho que permite reducir el balanceo ya que las pantallas protectoras delimitan el movimiento oscilante, además de proteger al pasajero del contacto con los pedales y las bielas.



*Imagen 208. Vista lateral del vagón con la distribución de sus elementos.*

Las ruedas se introducen dentro del chasis del vagón gracias al recoveco que se ha realizado para ganar espacio en el pasillo del vagón.

La función principal de la estructura es evitar el vuelco hacia delante de la bicicleta, con lo que reduce la posibilidad de lesiones al usuario. En la base se ha colocado un tope de goma para evitar que la rueda se mueva hacia atrás, teniendo así un espacio delimitado de movimiento.



*Imagen 209. El tope de goma evita que la rueda salga hacia el pasillo.*

En la parte exterior se han colocado unas asideras, que permiten el agarre del usuario que va levantado. El material del producto se basa en una combinación de Policarbonato, Poliglass y Planchas Laminadas (HPL).

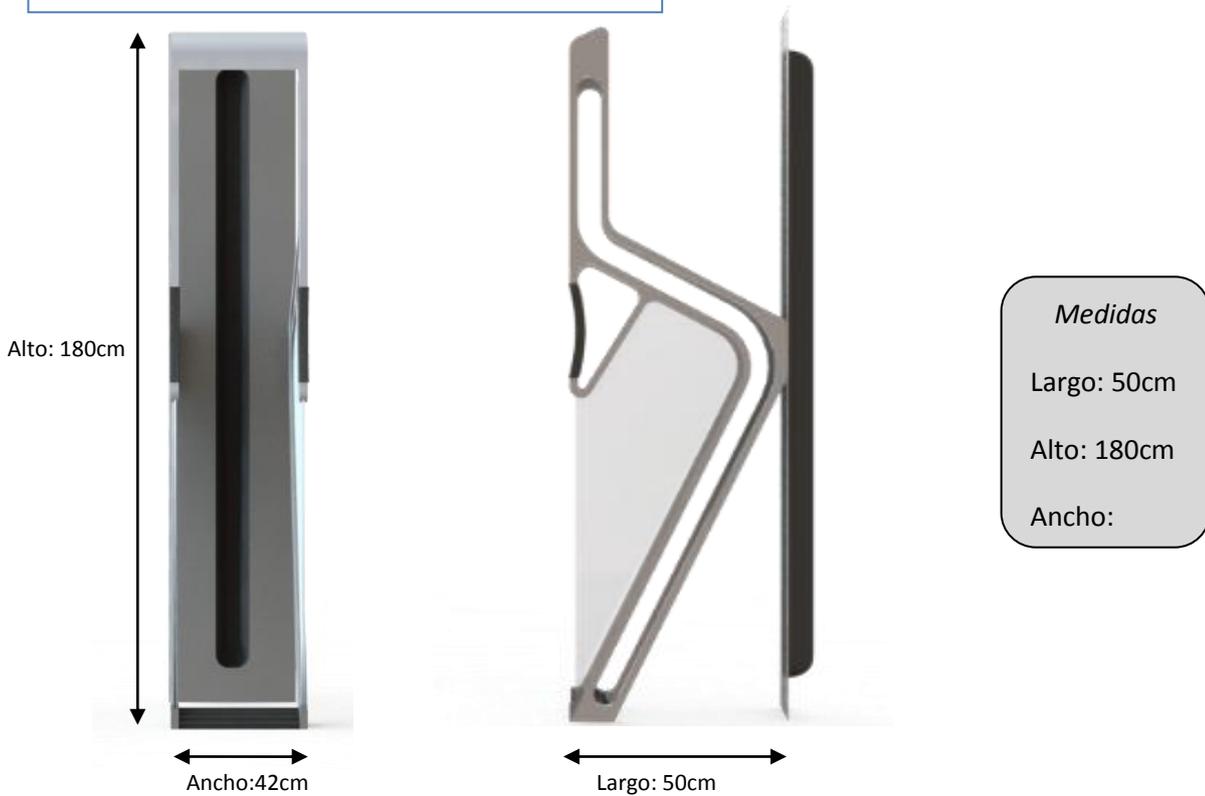


*Imagen 210. El aprovechamiento del espacio en los vagones es clave.*

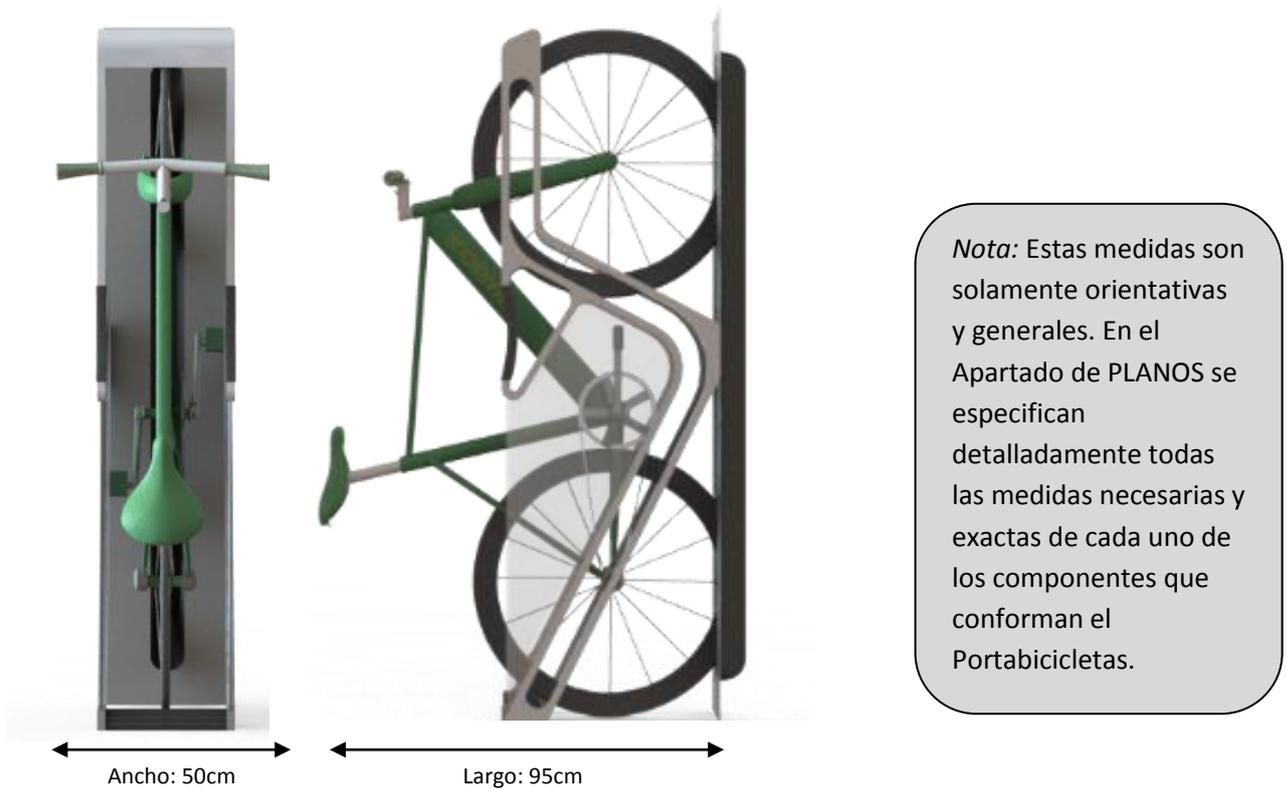
La integración del portabicicletas con el interior del vagón se consigue gracias al retranqueo que se produce en la pared del vagón para introducir la rueda y así maximizar el espacio interior, facilitando la movilidad y paso de los pasajeros y usuarios que viajan con sus bicicletas.

## 8.2 Dimensiones Generales

### Portabicicletas BIKE& RAIL sin utilizar



### Portabicicletas BIKE& RAIL utilizado



### 8.3 Elementos que lo componen: Explosionado

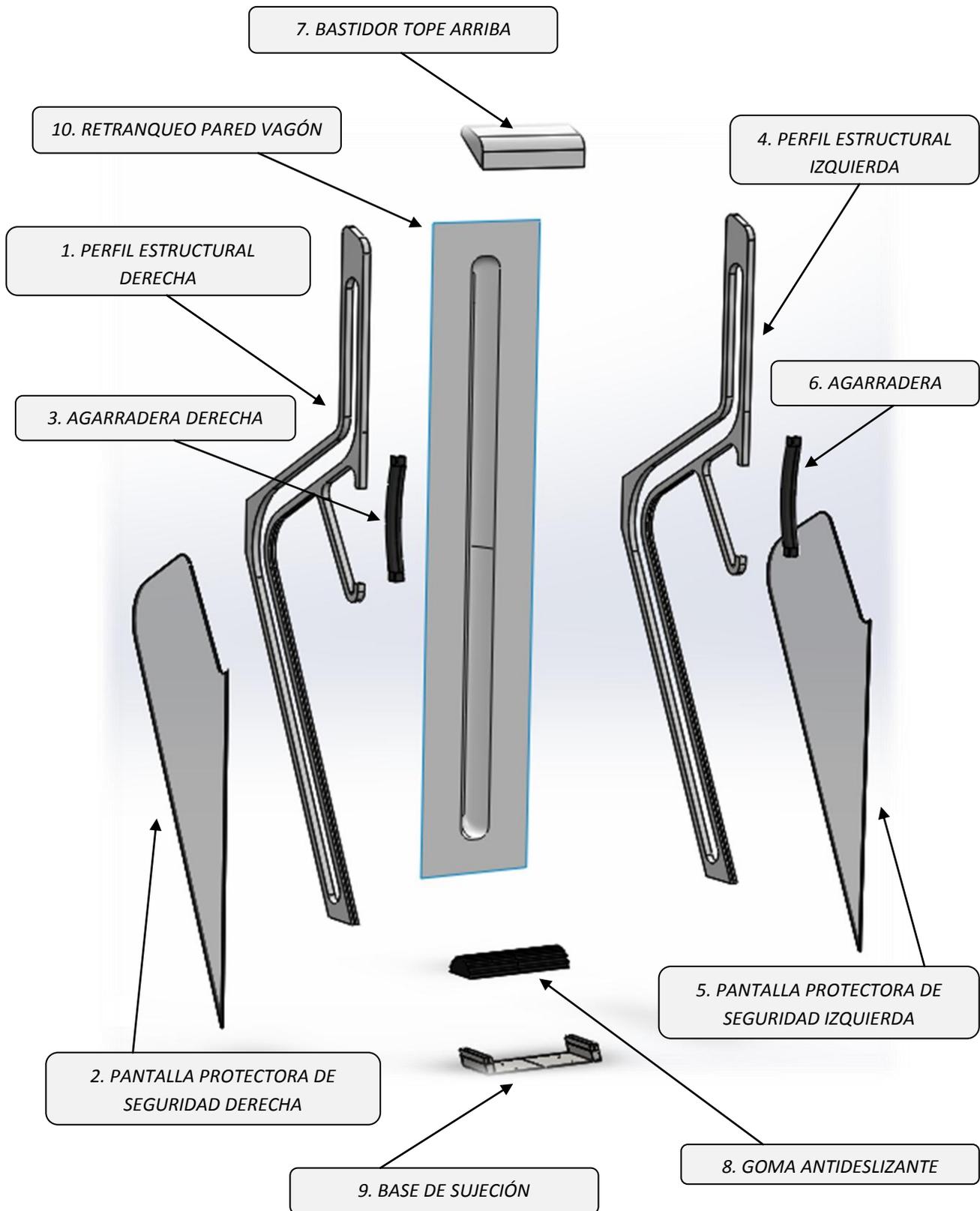


Imagen 211. Vista Explosionada de los diferentes componentes del portabicicletas "BIKE & RAIL"

## **9. PLIEGO DE CONDICIONES**

## 9.1 Objeto del Pliego de Condiciones

El objeto del presente pliego es especificar las condiciones técnicas para la ejecución y producción de los componentes que conforman el diseño de un portabicicletas de disposición en vertical para su uso en trenes de media distancia y metros.

Condiciones generales exigibles:

Aspectos dimensionales del producto ofertado

- Croquis acotado del producto ofertado.
- Descripción detallada de las piezas del portabicicletas y conjuntos y forma de regulación del producto (funciones y mecanismos), con determinación de las cotas especificadas.

Aspectos de ejecución de cada pieza

- Especificación de los procesos de fabricación específicos por pieza.

Aspectos constructivos y de materiales del producto ofertado:

- Referencia de todos los materiales constituyentes, especificando su descripción material.
- Referencia de todos los acabados y tratamientos superficiales de las diferentes piezas.

Ensayos, homologaciones y pruebas en general del producto ofertado:

- Documentación referente a los ensayos, homologaciones o pruebas en general, que se deban realizar sobre la totalidad o partes del producto obtenidos de laboratorios y organismos como AIDIMA, IBV, AIMPLAS, etc. Que acrediten la calidad de los artículos, su funcionalidad y valor técnico.

Distribución:

- Se redactan todos aquellos aspectos relacionados con la distribución del producto y entrega y emplazamiento de artículos necesarios para su ejecución y producción.

Instrucciones de montaje, instalación y uso:

- Incluyen la operativa, montaje, instalación y uso de cada subsistema y del conjunto incluyendo todos los detalles.

Accesorios y repuestos:

- Se detalla los artículos que serán ofertados como accesorios y repuestos necesarios para el mantenimiento y reparación en caso de averías, el fabricante se deberá comprometer a tener disponibles y suministrables dichos artículos a un precio de mercado en el máximo plazo de tiempo.

## 9.2 Normativa a seguir



- UNE 170001-1:2007. ACCESIBILIDAD UNIVERSAL. PARTE 1: CRITERIOS DALCO PARA FACILITAR LA ACCESIBILIDAD AL ENTORNO.
- UNE 170001-2:2007. ACCESIBILIDAD UNIVERSAL. PARTE 2: SISTEMA DE GESTIÓN DE LA ACCESIBILIDAD.
- UNE-EN 15496 NOV 2008 / EUROPEA EN-15496:2008 BICICLETAS: REQUISITOS Y MÉTODOS DE ENSAYO PARA LOS ELEMENTOS ANTIRROBO PARA BICICLETAS.
- UNE-EN 15532 NOV 2009 / EUROPEA EN-15532:2008 Y EN 15532:2008 / AC:2009. BICICLETAS: TERMINOLOGÍA.
- UNE-EN ISO 4210-1 CICLOS. REQUISITOS DE SEGURIDAD PARA BICICLETAS. PARTE 1. TÉRMINOS Y DEFINICIONES. (ISO 4210-2:2014).
- UNE-EN ISO 4210-2 CICLOS. REQUISITOS DE SEGURIDAD PARA BICICLETAS. PARTE 2. BICICLETAS DE PASEO Y DE MONTAÑA. (ISO 4210-2:2015).
- UNE-EN ISO 12195-1. DISPOSITIVOS PARA LA SUJECCIÓN DE CARGA EN VEHÍCULOS DE CARRETERA. SEGURIDAD DE CARGA.
- UNE-EN 795/A1. PROTECCIÓN CONTRA CAÍDAS DE ALTURA. DISPOSITIVOS DE ANCLAJE. (EN 795:2000/A1).
- UNE-ISO 21542. ACCESIBILIDAD DEL ENTORNO CONSTRUIDO.
- UNE-EN ISO 9241. ERGONOMÍA DE INTERACCIÓN PERSONA-SISTEMA. (UNE-EN ISO 9241:2006).
- UNE-EN 16116-1. APLICACIONES FERROVIARIAS. REQUISITOS DE DISEÑO PARA LOS ESTRIBOS, PASAMANOS Y ACCESOS DESTINADOS PARA EL PERSONAL.
- PARTE 1: VEHÍCULOS DE VIAJEROS, FURGONES DE EQUIPAJE Y LOCOMOTORAS. (EN 16116-1:2013).
- REGLAMENTO (CE) N° 1371/2007, DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, DE 23 DE OCTUBRE DE 2007, SOBRE LOS DERECHOS Y LAS OBLIGACIONES DE LOS VIAJEROS DE FERROCARRIL.
- REAL DECRETO 2387/2004, DE 30 DE DICIEMBRE, POR EL QUE SE APRUEBA EL REGLAMENTO DEL SECTOR FERROVIARIO.
- BOE NUM 312 1985. HOMOLOGACIÓN DE LA BICICLETA. 26904 REAL DECRETO 2406/1985.

### 9.3 ORGANIGRAMA DE LOS COMPONENTES QUE CONFORMAN EL PORTABICICLETAS "BIKE&RAIL"

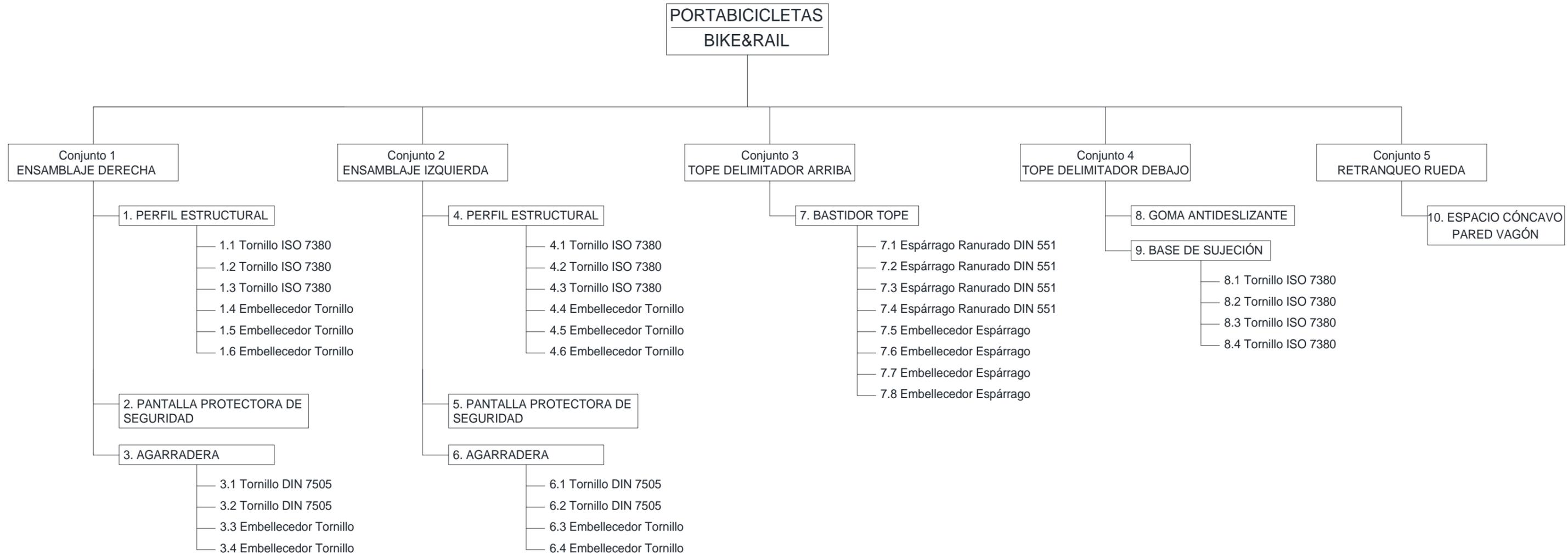
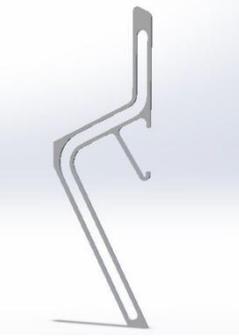
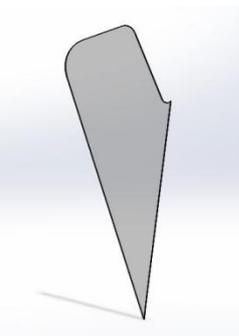
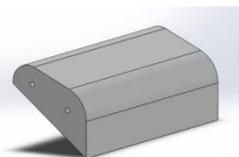


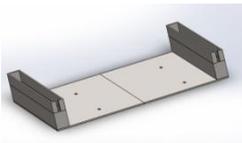
Imagen 212. Organigrama descriptivo de todos los componentes del portabicicletas "BIKE & RAIL"

## 9.4 Tabla Conjunto de componentes

	Nombre:	<b>Perfil Estructural</b>
	Código:	N1 & N4
	Nº Piezas:	2
	Descripción:	Plancha de termo conformado curvo.
	Función:	Reducir balanceo lateral y fijar la bicicleta.
	Material:	Laminado Alta Presión (HPL)
	Dimensiones:	180cm x 2,5cm x 15cm (Alto x Ancho x Largo)
	Proceso Fabricación:	Corte por Láser.
	Peso:	500g
Observaciones:	Color será blanco lustroso.	
	Nombre:	<b>Agarradera</b>
	Código:	N3 & N6
	Nº Piezas:	2
	Descripción:	Bastidor cuadrado y alargado de canto curvo.
	Función:	Ayuda al usuario a sujetarse.
	Material:	PVC
	Dimensiones:	30cm x 3cm x 3cm (Alto x Ancho x Largo)
	Proceso Fabricación:	Inyección de Plástico.
	Peso:	100g
Observaciones:	Color será negro mate.	
	Nombre:	<b>Pantalla Protectora de Seguridad</b>
	Código:	N2 & N5
	Nº Piezas:	2
	Descripción:	Plancha fina de formas redondeadas.
	Función:	Proteger al pasajero de los pedales y bielas.
	Material:	Polycarbonato Compacto.
	Dimensiones:	90cm x 1cm x 45cm (Alto x Ancho x Largo)
	Proceso Fabricación:	Inyección de Plástico.
	Peso:	290g
Observaciones:	La transparencia aumenta el campo de visión.	
	Nombre:	<b>Tope Delimitador Arriba</b>
	Código:	N7
	Nº Piezas:	1
	Descripción:	Elemento alargado con cantos redondeados.
	Función:	Tope delimitador arriba anti caída de rueda.
	Material:	Laminado Alta Presión (HPL)
	Dimensiones:	7cm x 15cm x 42cm (Alto x Ancho x Largo)
	Proceso Fabricación:	Corte por Láser.
	Peso:	150g
Observaciones:	Color será blanco lustroso.	



Nombre:	<b>Goma Antideslizante</b>
Código:	N8
Nº Piezas:	2
Descripción:	Elemento alargado con cantos redondeados.
Función:	Tope delimitador abajo para paralizar la rueda.
Material:	Caucho Sintético
Dimensiones:	5cm x 5cm x 42cm (Alto x Ancho x Largo)
Proceso Fabricación:	Corte por Láser.
Peso:	120g
Observaciones:	Color será negro mate.



Nombre:	<b>Base de sujeción</b>
Código:	N9
Nº Piezas:	2
Descripción:	Componente alargado con dos salientes.
Función:	Sujeción de soportes para anclar al suelo.
Material:	Acero Inoxidable AISI 304.
Dimensiones:	0,25cm x 15cm x 42cm (Alto x Ancho x Largo)
Proceso Fabricación:	Corte por Láser.
Peso:	250g
Observaciones:	Color será gris plateado.



Nombre:	<b>Retranqueo pared vagón para inserción rueda</b>
Código:	N10
Nº Piezas:	2
Descripción:	Elemento vertical con retranqueo cóncavo.
Función:	Facilitar la inserción de la rueda en la pared.
Material:	Laminado Alta Presión (HPL)
Dimensiones:	180cm x 0,5cm x 42cm (Alto x Ancho x Largo)
Proceso Fabricación:	Corte por Láser.
Peso:	560g
Observaciones:	Color será blanco lustroso.



Nombre:	<b>Tornillo ISO 7380</b>
Código:	N ( 1.1,1.2,1.3,4.1,4.2,4.3,8.1,8.2,8.3,8.4)
Nº Piezas:	10
Descripción:	Pieza cilíndrica alargada y roscada.
Función:	Unión de elementos estructurales con el vagón
Material:	Acero Inoxidable.
Dimensiones:	Métrica 8 / Longitud: 80mm
Proceso Fabricación:	Mecanizado CNC.
Peso:	20g
Observaciones:	Color será gris oscuro.



Nombre:	<b>Tornillo DIN 7505</b>
Código:	N ( 3.1,3.2,6.1,6.2)
Nº Piezas:	4
Descripción:	Pieza cilíndrica alargada y roscada.
Función:	Unión de elementos estructurales con el vagón
Material:	Acero Inoxidable.
Dimensiones:	Ø 6 mm / Longitud: 20mm
Proceso Fabricación:	Mecanizado CNC.
Peso:	2g
Observaciones:	Color será gris claro.



Nombre:	<b>Tornillo DIN 551</b>
Código:	N ( 7.1,7.2,7.3,7.4)
Nº Piezas:	4
Descripción:	Pieza cilíndrica alargada y roscada.
Función:	Unión de elementos estructurales con el vagón
Material:	Acero Inoxidable.
Dimensiones:	Métrica 8 / Longitud : 25mm
Proceso Fabricación:	Mecanizado CNC.
Peso:	5g
Observaciones:	Color será gris oscuro.



Nombre:	<b>Embelledor de tornillos</b>
Código:	N ( 1.4, 1.5, 1.6, 3.3, 3.4, 4.4, 4.5, 4.6, 6.4, 6.5, 7.5, 7.6, 7.7, 7.8)
Nº Piezas:	14
Descripción:	Pieza redonda con extrusión alargada.
Función:	Tapar y disimular las perforaciones.
Material:	Plástico PVC.
Dimensiones:	Ø8mm
Proceso Fabricación:	Inyección de plástico.
Peso:	1g
Observaciones:	Color será blanco marfil.

## 9.5 Especificaciones Técnicas de los materiales

### Placas laminadas de alta presión (HPL)

Las planchas laminadas de alta presión (HPL), son tableros decorativos que se forman incorporando diferentes capas de fibras de madera, habitualmente **papel kraft**, tratadas con resinas fenólicas. La superficie de la plancha o panel está cubierta por hojas de celulosa impregnadas con resinas melamínicastermo endurecidas.

Posteriormente se comprimen a altas presiones (80 Kg/cm<sup>2</sup>) y temperaturas (150 °C) en prensas hidráulicas, sufriendo una transformación químico-física irreversible.



*Imagen 213. Diferentes tamaños y colores del laminado HPL.*

### Propiedades

El Laminado de Alta presión es el material de recubrimiento más versátil que existe para espacios donde se presenta un alto tráfico humano. Su resistencia a los impactos y golpes, al desgaste, al rayado, al agua, al vapor, al calor y a las heladas lo convierten en un material insustituible en determinadas áreas comerciales, industriales y del hogar. Es sencillo de limpiar y mantener, insensible a graffitis, barnices y sprays, y no atrae el polvo. Además se comporta como un material aislante eléctrico.

### Extremadamente resistente a la intemperie

Sol, polvo, lluvia (incluso lluvia ácida) y la humedad no afectan significativamente la superficie de la placa. La resistencia a los rayos ultravioleta como la **estabilidad de color** de la superficie decorativa cumplen con la más alta clasificación 4-5 de la escala de grises según la norma ISO105 A02

Además, añade un valor estético al espacio donde es utilizado. Es fácil de instalar y sus aplicaciones son infinitas: Mobiliario de cocina y baño, escolar, urbano y de oficina.

Revestimiento de interiores, puertas, armarios, vestuarios, taquillas, encimeras, mesas y sillas, etc.

El espesor recomendado de una cámara ventilada continua está entre 20 mm y 50 mm. El espesor de la cámara tiene que cumplir con las normas y legislación de construcción nacional.

Las placas deben tener un margen de movimiento de 2,5 mm por metro en longitud y en anchura, lo que significa que hay que dejar suficiente espacio en torno a las mismas. Las tolerancias de las placas, del montaje y del edificio juegan un papel importante en el detalle de las juntas. Las juntas deben garantizar una suficiente ventilación y/o desagüe a fin de prevenir los posibles daños derivados de la retención de humedad.



Imagen 214. Composición del laminado HPL.

### Tabla de propiedades del laminado alta presión (HPL)

LAMINADO ESTRATIFICADO DECORATIVO DE ALTA PRESIÓN: HPL						
RÍGIDOS HGS / HGS - RÍGIDOS EXTERIORES EDS						
ENSAYO	NORMA DE ENSAYO	CAMPO	UNIDAD	NORMA EN 438-3		
				HGS/HGP	CGS	EDS
Resistencia Abrasión Superficial	EN 438 2 - 10	Punto Inicial	Ciclos	≥ 300	≥ 200	
		Punto Medio		≥ 400	≥ 200	
Resistencia al Rayado	EN 438 2 - 25	Acabado Brillo	Newtons	≥ 2		
		Otros Acabados		≥ 3		
Resistencia al Impacto bola de pequeño diámetro	EN 438 2 - 20	Esfuerzo	Newtons	> 20	-	
Resistencia al Impacto. Bola de gran diámetro	EN 438 2 - 20	Altura de caída	mm (MIN)	-	1400	
Resistencia al Manchado	EN 438 2 - 26	Grupo: 1 y 2 (Tabla III)	Grado (Tabla II)	5		
		Grupo: 3 (Tabla III)		≥ 4		
Resistencia a la quemadura por cigarrillo	EN 438 2 - 30	Aspecto	Grado (Tabla II)	≥ 4		
R. Al Calor Seco	EN 438 2 - 8	Aspecto	Grado (Tabla II)	≥ 4		
R. Al Calor Húmedo	EN 438 2 - 9	Aspecto	Grado (Tabla II)	5		
Resistencia a la luz Ultravioleta: 750 horas	EN 438 2 - 28	Contraste	Escala de grises	-	≥ 3	
		Aspecto	Grado (Tabla II)	-	≥ 4	
R al Agrietamiento	EN 438 3 - 13	Aspecto	Grado (Tabla II)	5		
Comportamiento al Fuego	UNE 23.727	Calificación	Clase	M 3	M 1	

Imagen 215. Tabla descriptiva de propiedades del HPL.

## Sustentabilidad

- Tamaño óptimo de los paneles para reducir pérdidas
- El espesor del panel ayudar a reducir sub-marcos
- Limpieza y el mantenimiento fácil, simple y rápida
- La producción ecológicamente sana empieza con las materias primas
- Tintes libres de metal
- Las emisiones y descargas están dentro de los límites aceptables
- Eliminación de gases tóxicos y corrosivos
- Mejora de la reducción de basura, almacenamiento y retraso



*Imagen 216. Diferentes tamaños y colores del laminado HPL.*

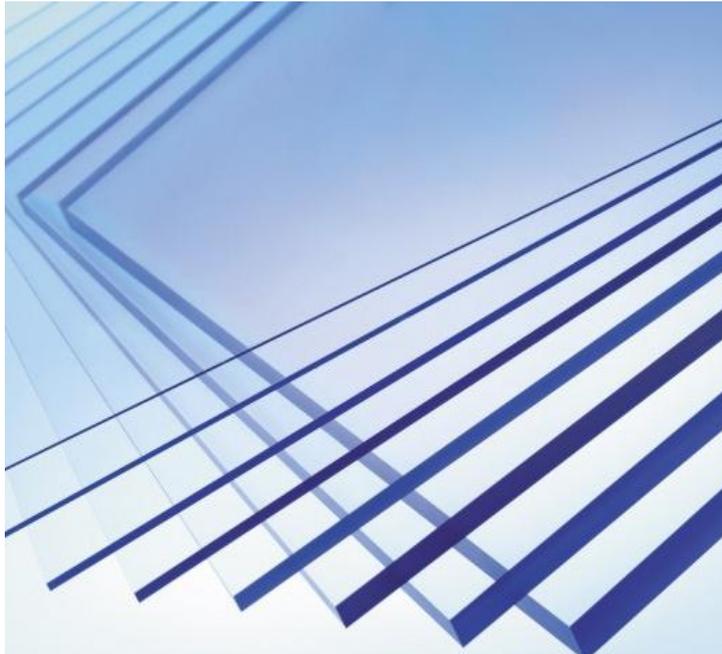


*Imagen 217. Vista seccionada de las láminas que conforman el HPL.*

## Planchas de POLICARBONATO COMPACTO

El policarbonato es un termoplástico amorfo que tiene una alta resistencia al impacto (prácticamente irrompible). Imprescindible su aplicación en espacios donde se exijan materiales de máxima seguridad y resistencia a impactos.

Las placas de Policarbonato Compacto son transparentes como el cristal, pero doscientas veces más resistentes con la mitad de peso. Por su resistencia y durabilidad son ideales para áreas expuestas al vandalismo o con alto riesgo de impacto. Proporcionan respuesta a cualquier aplicación de cubrimiento o revestimiento que su proyecto demande.



*Imagen 218. Diferentes tamaños y grosores del policarbonato compacto.*

Las características de aislamiento acústico y térmico, su liviano peso y su gran flexibilidad permiten reducir notablemente los costes de diseño y construcción.

Son altamente resistentes a temperaturas extremas, donde otros plásticos se derriten o quiebran, las placas de Policarbonato Compacto son capaces de mantener sus propiedades ópticas y mecánicas.

### Características principales

Alta resistencia al impacto. Prácticamente irrompibles. Transparencia. Transmisión de luz del 90%. Durabilidad. Su alta resistencia al clima hace que mantengan sus características durante años. Aislamiento acústico. Proveen un excelente aislamiento acústico. Livianas. Menos de la mitad del peso del vidrio y 43% del aluminio. Fácil montaje. Sencillas de trabajar e instalar. Flexibles, formables. Las placas pueden ser curvadas en caliente o en frío o termo-formadas en una ilimitada variedad de formas. Elevada resistencia a la rotura. Estabilizado a los rayos ultravioleta. Óptimas características mecánicas. Elevada resistencia térmica. Alta resistencia a los agentes químicos y atmosféricos. Estabilidad dimensional. Aislante eléctrico. Se puede moldear, encolar y soldar. Buena planimetría. Usos más comunes: Comunicación Visual, Industria, Arquitectura, Interiorismo, Automoción.

## Tablas de propiedades policarbonato compacto

Propiedades Mecánicas	
Alargamiento a la Rotura ( % )	100-150
Coefficient de Fricción	0,31
Dureza - Rockwell	M70
Módulo de Tracción ( GPa )	2,3-2,4
Relación de Poisson	0,37
Resistencia a la Abrasión - ASTM D1044 ( mg/1000 ciclos )	10-15
Resistencia a la Compresión ( MPa )	>80
Resistencia a la Tracción ( MPa )	55-75
Resistencia al Impacto Izod ( J m-1 )	600-850

Propiedades Físicas	
Absorción de Agua - Equilibrio ( % )	0,35
Absorción de Agua - en 24 horas ( % )	0,1
Densidad ( g cm-3 )	1,2
Indice Refractivo	1,584-6
Indice de Oxígeno Límite ( % )	25-27
Inflamabilidad	V0-V2
Número Abbe	34,0
Resistencia a los Ultra-violetas	Aceptable

Imagen 219. Tabla de propiedades del policarbonato compacto.

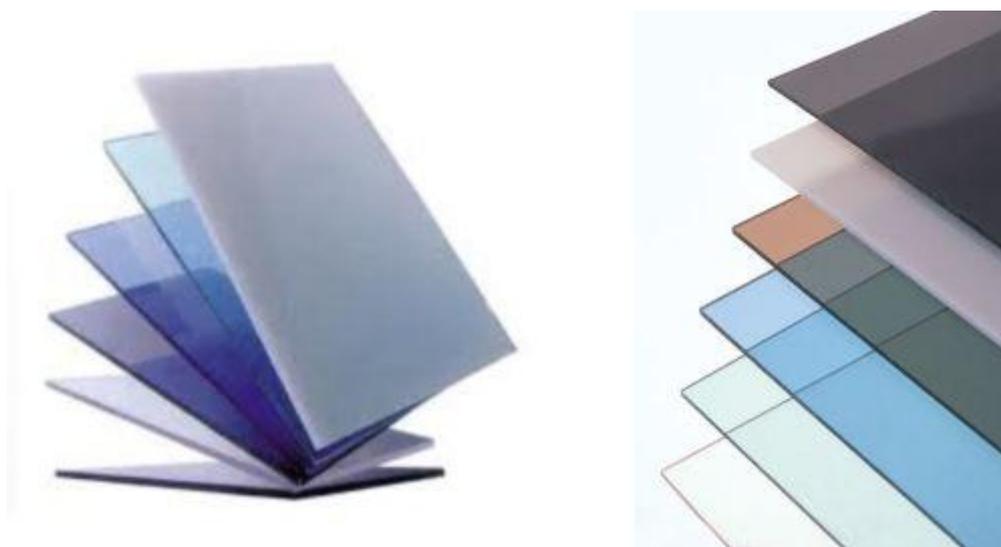


Imagen 220. La gama de colores es variada, siempre manteniendo la transparencia.

## Caucho Sintético

El caucho sintético ó buna, es un copolímero, elaborado artificialmente mediante reacciones químicas, conocidas como condensación o polimerización, a partir de la palabra Buna se deriva de las letras iniciales de butadieno, uno de los comonomeros, y del natrium (sodio), empleado como catalizador.



*Imagen 221 y 222. Desde la materia prima, al caucho se le puede dar infinidad de usos.*

El Buna-S: formado por la unión del butadieno y estireno

Buna-N (Perbunan): donde uno de los comonomero es el butadieno y el otro es acrilonitrilo ( $\text{CH}_2\text{-CH}(\text{CN})$ ), obtenido a partir del ácido cianhídrico, muy útil en aquellos casos que se requiere resistencia a la acción de aceites y a la abrasión.

### Tipos de caucho sintético

Existen numerosos tipos de caucho sintético, y sus aplicaciones están en función de sus propiedades, el que se va a utilizar es el SBR.

El SBR es un copolímero de butadieno y estireno en el cual un 25% de las unidades de estireno están distribuidas al azar entre el 75% de las unidades de butadieno en las cadenas moleculares. Este tipo de caucho fue preparado por primera vez en Alemania en 1929. El SBR sin vulcanizar es soluble en la mayoría de los solventes hidrocarbonados. La vulcanización es más lenta en el SBR que en el caucho natural y se requiere por lo tanto de aceleradores más poderosos. Alrededor del 70% del SBR es utilizado por la industria llantera, este tipo de caucho es el que más se emplea, suponiendo algo así como el 60% de la producción de caucho consumido ya sea natural o sintético.

El caucho sintético posee una resistencia a la tracción menor que el caucho natural y no es tan extensible como éste. En general, aventaja a éste con su mayor resistencia a los solventes orgánicos, aceites, petróleos y sus derivados; su menor oxidación y envejecimiento originado por el calor o los productos oxidantes y su menor permeabilidad a los gases. Después de su fabricación, el caucho sintético se vulcaniza.

## Acero Inoxidable - AISI 304

Debido al crecimiento de su uso, podemos decir que estos tipos de acero se ha convertido en el acero inoxidable básico. Ellos forman parte de la serie 300 de aceros (como se define en la especificación SAE), que cubre un amplio grupo de aleaciones de austenítico de cromo-níquel. También son conocidos como 18/8 debido a su composición química, que incluye aproximadamente 18% de cromo y 8% de níquel en peso. Estos aceros son fáciles de formar, soldar, fabricar, y tienen resistencia a la corrosión. Todas estas propiedades hacen que sean utilizados ampliamente en las industrias de procesamiento de alimentos y bebidas.

Los aceros inoxidables son aleaciones de hierro con un mínimo de un 10,5% de cromo. Sus características se obtienen mediante la formación de una película adherente e invisible de óxido de cromo. La aleación 304 es un acero inoxidable austenítico de uso general con una estructura cúbica de caras centradas. Es esencialmente no magnético en estado recocido y sólo puede endurecerse en frío. Su bajo contenido en carbono con respecto a la aleación 302 otorga una mejor resistencia a la corrosión en estructuras soldadas.

Los tipos de acero 304 y 304L tienen una composición química muy similar y las propiedades mecánicas a menudo se incluyen en un único certificado cuando las propiedades reales de la placa cumplen los criterios para ambos tipos. El 304L es una variación del 304 con un menor contenido de carbono que mejora su facilidad de soldadura y reduce el riesgo de corrosión; es también un poco menos fuerte.

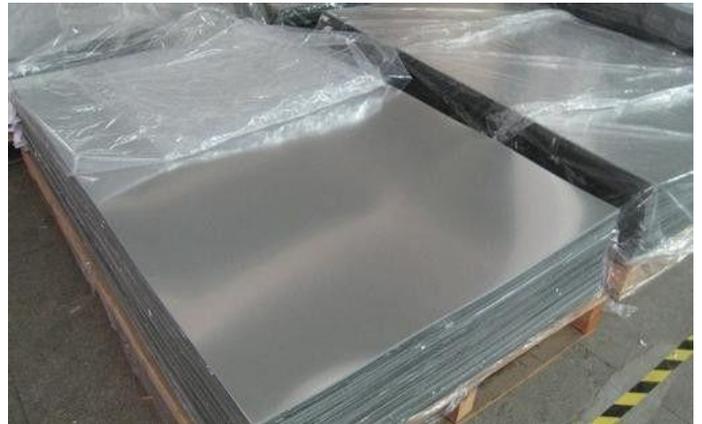


Imagen 223. Planchas de Acero, que serán destinadas para distintos usos.

### Propiedades Físicas

Densidad ( g cm <sup>-3</sup> )	7,93
Punto de Fusión ( C )	1455

### Propiedades Mecánicas

Alargamiento ( % )	<60
Dureza Brinell	160-190
Impacto Izod ( J m <sup>-1</sup> )	20-136
Módulo de Elasticidad ( GPa )	190-210
Resistencia a la Tracción ( MPa )	460-1100

Imagen 224. Tabla de propiedades del Acero AISI 304

## 9.6 Proceso de Fabricación

### Corte por chorro de agua para el laminado HPL

Este tipo de corte se puede llevar de forma automatizada con una máquina CNC con movimiento de tres ejes: "x", "y" & "z".

Esta máquina corta a través de un chorro de agua a alta presión controlado por una válvula que sale a través de una boquilla, pasa por el material cortándolo y cae en un sistema de drenado. El operario debe situar la plancha en la posición donde la máquina vaya a actuar de acuerdo al programa con la información de corte.

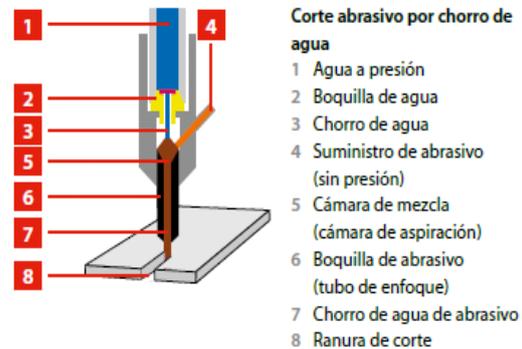


Imagen 225. Esquema del corte por chorro.

Posteriormente el operario indica a la máquina donde se sitúa la plancha en el sistema de coordenadas de la máquina y donde está el origen de coordenadas local de la pieza. El origen de coordenadas de la máquina se encuentra previamente establecido. Es recomendable hacer una simulación en vacío sin la plancha para comprobar que esta se mueve de acuerdo a lo programado. Una vez realizada esta comprobación, el operario da la orden de efectuar el corte, después quita la plancha y vuelve a repetir el proceso hasta conseguir la cantidad necesaria de piezas. El operario debe introducir en la máquina parámetros como el tipo de material (HPL), el grosor (25mm) y el acabado. La velocidad de chorro es muy alta, entre 800 y 1000m/s, y la presión está entre los 2000 y 6000 bares, aunque ambos parámetros dependen de la máquina y las consideraciones del diseño indicadas. El agua necesitará abrasivo ya que el material a cortar es duro.



Imagen 226. Máquina de corte por chorro de agua.

Algunas de las ventajas de este procedimiento son que no necesita de agujero inicial para iniciar el corte, es muy limpio pues no produce casi polvo y es seguro al no generar gases nocivos. Además, se puede llevar a cabo a una gran velocidad, y la anchura de corte es muy reducida (hasta 0,1mm). Este procedimiento deja la pieza con un buen acabado y sin zona afectado por el calor (corte en frío), por lo que no requiere de otra operación posterior.

## Máquina CNC: Taladros con macho de roscar

En primer lugar se sujeta cada pieza con una mordaza universal provista por la taladradora CNC, ajustando el centro de la misma en las coordenadas centrales de la máquina a través del movimiento en los ejes "x", "y" & "z".

La pieza tiene agujeros en las caras donde se van a introducir los tornillos, por lo que debe colocarse en cada una de las caras donde se van a perforar. Es preferible taladrar la misma cara de todas las piezas para no tener que reprogramar la máquina. Una vez hecha una cara se voltea la pieza para taladrar la otra de las caras del módulo en todas las piezas, y así repetidamente hasta realizar todos los agujeros.



Imagen 227. Máquina taladradora CNC.

Cabe mencionar que se efectuarán perforaciones con un macho de roscar, para que haga así la guía introductoria de los tornillos que se van a colocar. Todos los agujeros son pasantes, es decir atraviesa la profundidad total del grosor de la lámina. La posición de estos debe conocerse por la máquina a través de un programa específico.

Antes de colocar la pieza el operario debe apagar la máquina e insertar las diferentes brocas "machos de roscar" en el mandril de sujeción. Para poder introducir la herramienta, el mandril debe desajustarse mediante su giro. Cuando se haya metido la broca, dejando un centímetro del mango ( parte de la broca que no tiene hélice) de esta fuera del mandril, se ha de volver a girar el mandril hasta que presione suficientemente la broca y quede fija.

Una vez la broca "macho de roscar" está fijo, se enciende la máquina, se coloca la pieza, y se da la orden de realizar el roscado indicándole a la máquina los parámetros a través de los controles de la pantalla.



Imagen 228. Taladro con "macho de roscar" para realizar el roscado.

## 9.7 Listado de Proveedores para conformar el portabicicletas "BIKE & RAIL"

**Material:** Laminado alta presión interior HPL

**Proveedor:** **COMPLAS**

**Dirección:**

Calle Taquígraf Garriga 170  
08029 Barcelona  
Tel. 93 444 78 00  
bcn@complasbcn.com

**Material:** Tornillos y Uniones especiales

**Proveedor:**  **matriu**

**Dirección:**

C/Pascualeta 27-29 A/C 172  
46200 Paiporta, Valencia  
Tel. +34 963 973 718  
www.matriu.es

**Material:** Poliuretano Compacto

**Proveedor:** PLASTICOS Y TECHOS, S.L.  
**PLAYTE**

**Dirección:**

Avenida GIJON, 135  
47009 VALLADOLID  
Tel: 983 343 840  
clientes@playte.es

**Material:** Goma de Caucho Sintética

**Proveedor:** 

**Dirección:**

Calle L'horta N°-3A Polg. Ind. El Molí,  
46134 FOIOS  
Tel. 96 186 17 44  
info@bandasdegoma.es

**Material:** Placa de Acero AISI 304

**Proveedor:** 

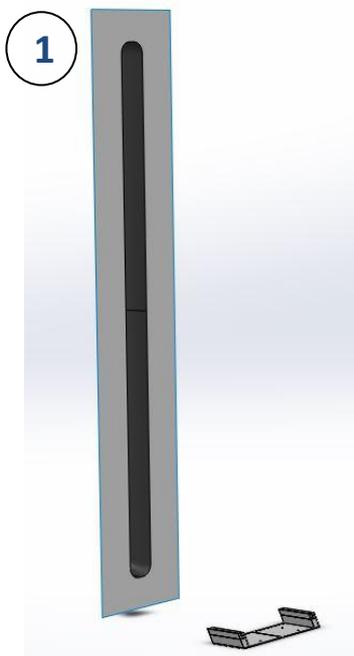
**Dirección:**

C/ Islas Baleares 26  
Polg. Ind. Fuente del Jarro  
46980 Paterna  
http://www.sermetal.com

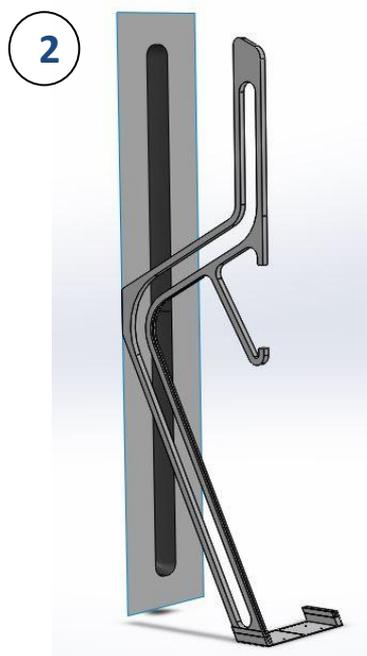
Imagen 229. Esquema con el listado de proveedores para conformar el portabicicletas.

## 9.8 Montaje del producto

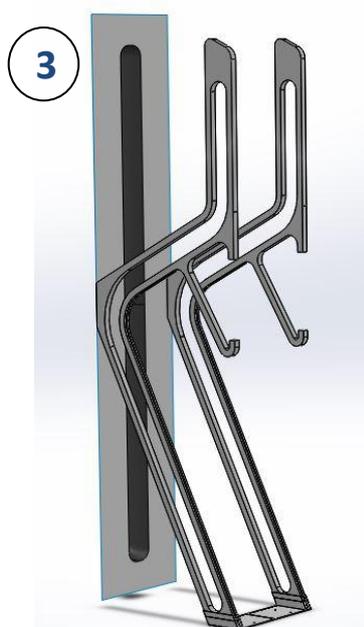
A continuación se muestra una secuencia detallada del montaje paso a paso, según como lo montaría un técnico cualificado.



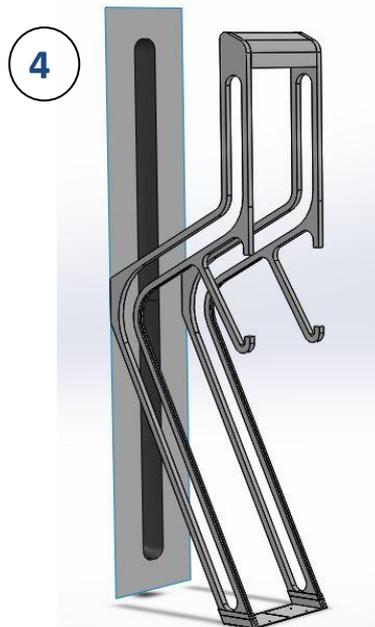
1) La placa base de sujeción se atornilla al suelo del vagón. Este será el elemento principal para que todo el portabicicletas se mantenga vertical.



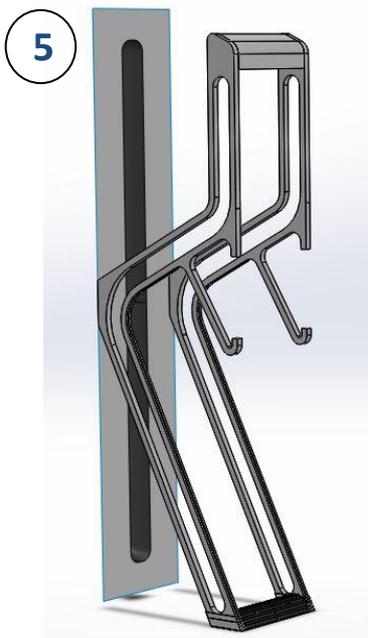
2) El perfil estructural se monta sobre la placa de sujeción. Este perfil también va anclado a la pared del vagón para que tenga dos puntos de apoyo.



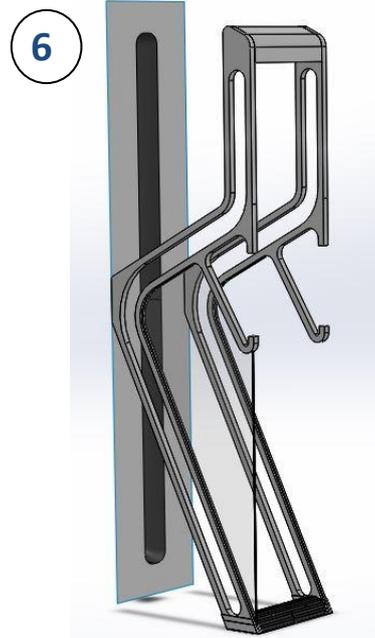
3) Se coloca el perfil estructural de la izquierda siguiendo el mismo procedimiento, anclándolo a los dos puntos de apoyo que se han provisto.



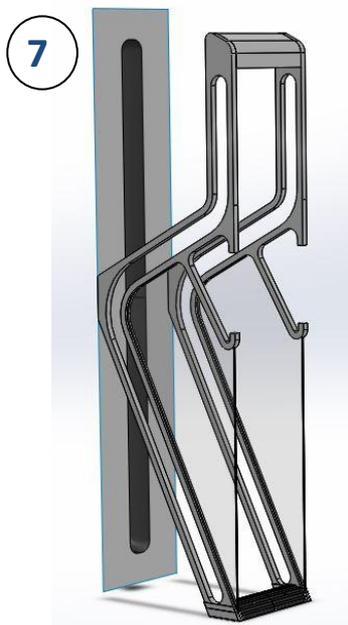
4) El tope bastidor de aguantar la rueda se atornilla en la zona superior del portabicicletas, atravesando el perfil y el bastidor por medio de unos espárragos, dejando así unidos los dos elementos.



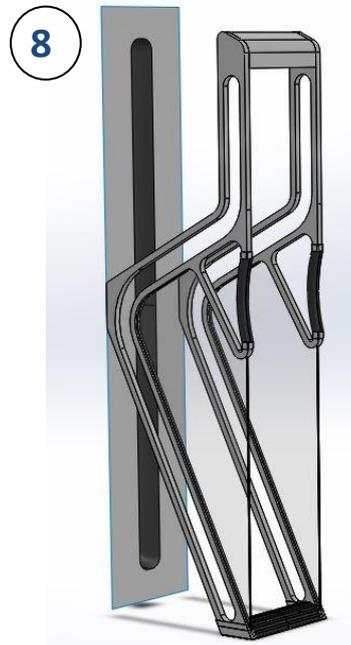
5) La goma antideslizante se atornilla a la placa de sujeción y ésta a su vez al suelo del vagón. Este elemento sirve para que la rueda no se salga del habitáculo.



6) La pantalla de protección se coloca siguiendo unas ranuras guía que están en los perfiles y facilitan su colocación y montaje.

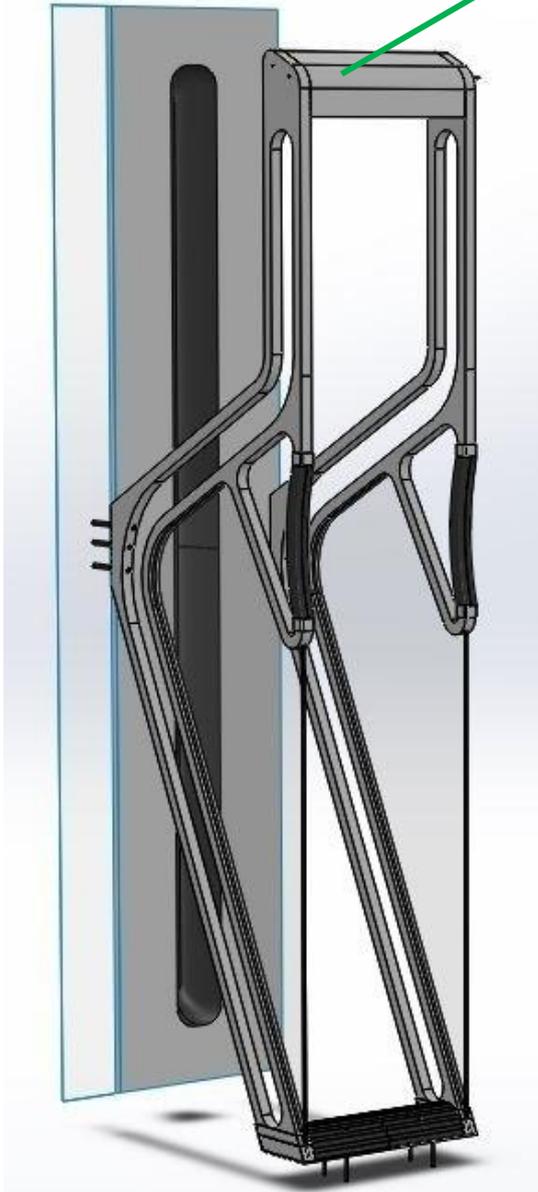
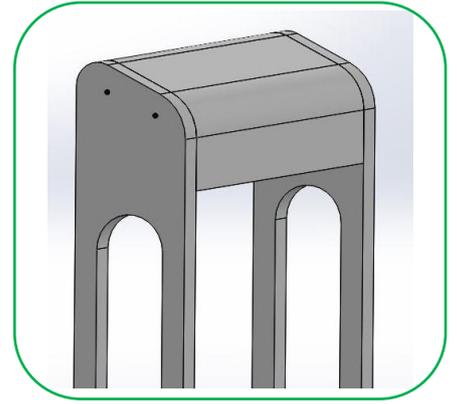
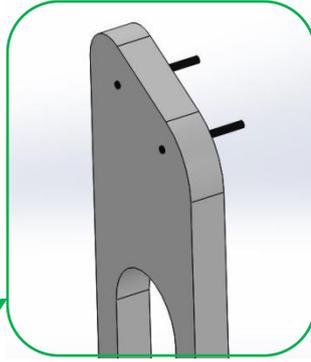


7) De la misma manera se monta la pantalla de protección de la parte izquierda.



8) Por último se atornillan a cada lado las dos agarraderas que servirán de elemento de agarre para el pasajero del tren.

**ELEMENTOS DE UNIÓN DEL BASTIDOR SUPERIOR**



A2/A4 - DIN 551  
DIN EN ISO 24766

**ESPÁRRAGOS RANURADOS PUNTA PLANA**

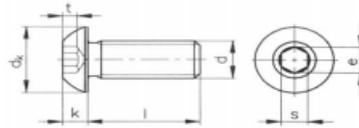


t min.	0,56	0,64	0,72	0,8	1,12	1,28	1,6	2	2,4
n	0,25	0,25	0,4	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,6
d <sub>p</sub>	0,8	1	1,5	2	2,5	3,5	4	5,5	7

L	d	M-1,6	M-2	M-2,5	M-3	M-4	M-5	M-6	M-8	M-10
2		*	*							
3		*	*	*						
4		*	*	*	*	*				
5		*	*	*	*	*	*			
6		*	*	*	*	*	*	*		
8		*	*	*	*	*	*	*	*	
10		*	*	*	*	*	*	*	*	*
12			*	*	*	*	*	*	*	*
16			*	*	*	*	*	*	*	*
20				*	*	*	*	*	*	*
25					*	*	*	*	*	*
30					*	*	*	*	*	*
35					*	*	*	*	*	*
40					*	*	*	*	*	*
45					*	*	*	*	*	*
50					*	*	*	*	*	*
60							*	*	*	*

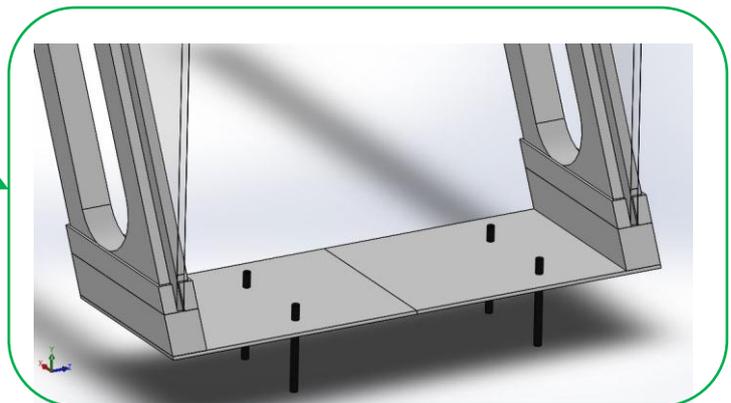
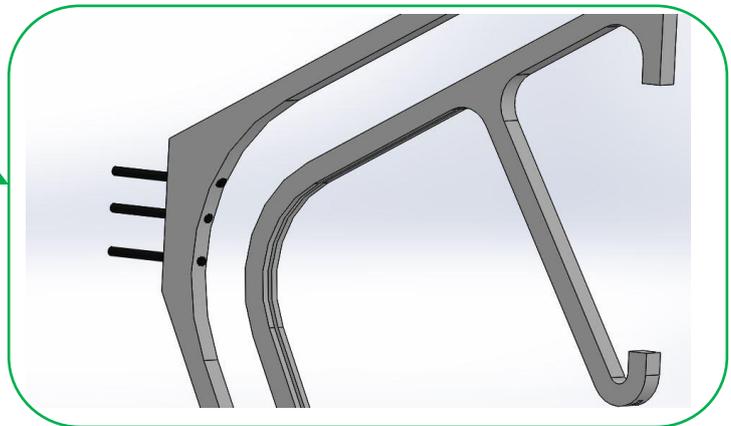
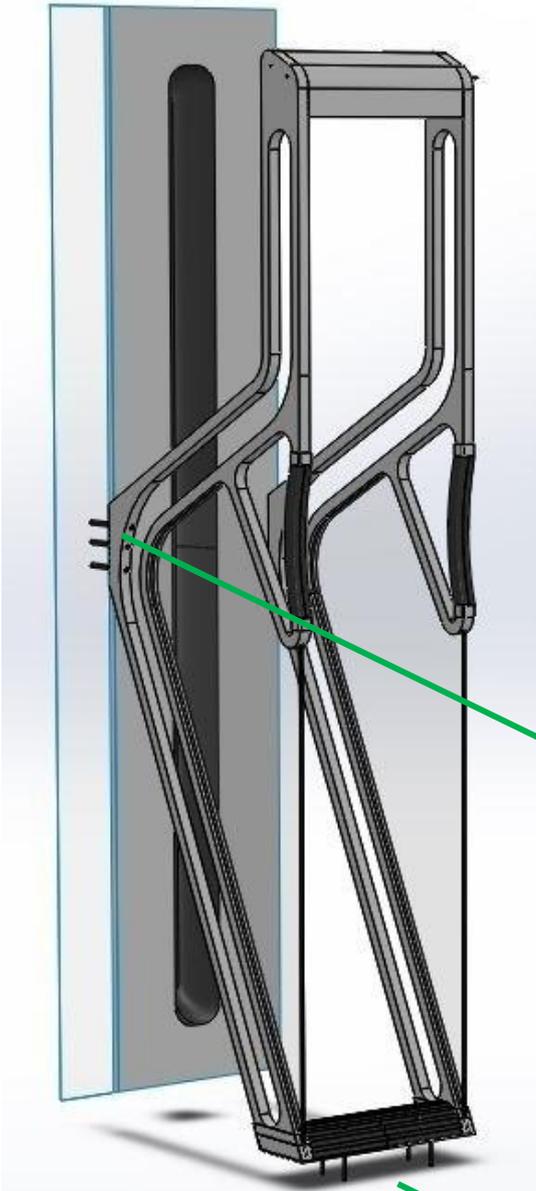
**ELEMENTOS DE UNIÓN DE LA PLACA BASE (SUELO) Y PARED DEL VAGÓN**

**TORNILLO CABEZA ALOMADA CON HEXÁGONO INTERIOR "ULS"**

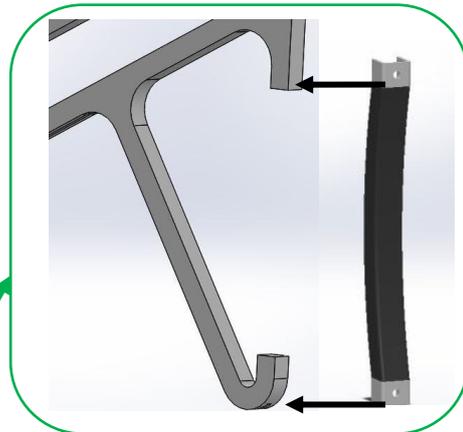
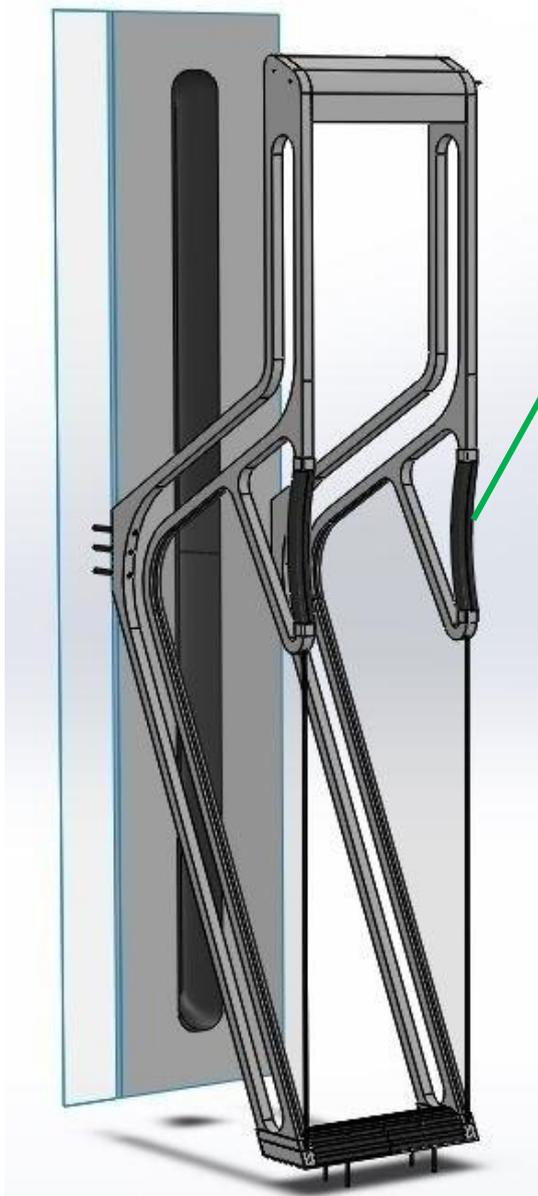


k max.	1,65	2,2	2,75	3,3	4,3	5,3	6,6
t	1,04	1,3	1,56	2,08	2,6	3,12	4,16
dk	5,7	7,6	9,5	10,5	14	17,5	21
e min.	2,3	2,87	3,44	4,58	5,72	6,86	9,15
s	2	2,5	3	4	5	6	8

L \ d	M-3	M-4	M-5	M-6	M-8	M-10	M-12
5	*						
6	*	*					
8	*	*	*	*			
10	*	*	*	*	*		
12	*	*	*	*	*		
16	*	*	*	*	*	*	
20	*	*	*	*	*	*	*
25	*	*	*	*	*	*	*
30	*	*	*	*	*	*	*
35		*	*	*	*	*	*
40		*	*	*	*	*	*
45			*	*	*	*	*
50			*	*	*	*	*
55				*	*	*	*
60			*	*	*	*	*
65			*	*	*	*	*
70			*	*	*	*	*
75			*	*	*	*	*
80			*	*	*	*	*

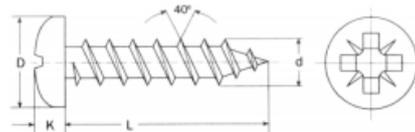


**ELEMENTOS DE UNIÓN DE LAS AGARRADERAS**



A2/A4 - II 9048

**TORNILLO PARA AGLOMERADO Y MADERA  
CABEZA CILÍNDRICA ALOMADA MORTAJA Z - POZIDRIVE  
(DIN 7505-B)**



D	6	7	8	9	10	12
K	2,25	2,6	2,8	3	3,5	4,2
L \ d	3	3,5	4	4,5	5	6
16	*	*	*			
20	*	*	*	*	*	
25	*	*	*	*	*	*
30	*	*	*	*	*	*
35	*	*	*	*	*	*
40	*	*	*	*	*	*
45			*	*	*	*
50			*	*	*	*
60			*	*	*	*
70			*	*	*	*
80				*	*	*
90					*	*
100					*	*
110						*
120						*

## 9.9 Estudio de fiabilidad: fuerzas y tensiones

Con el software de diseño **SolidWorks Simulation** se pueden simular las fuerzas que soporta un determinado elemento, como puede ser el portabicicletas.

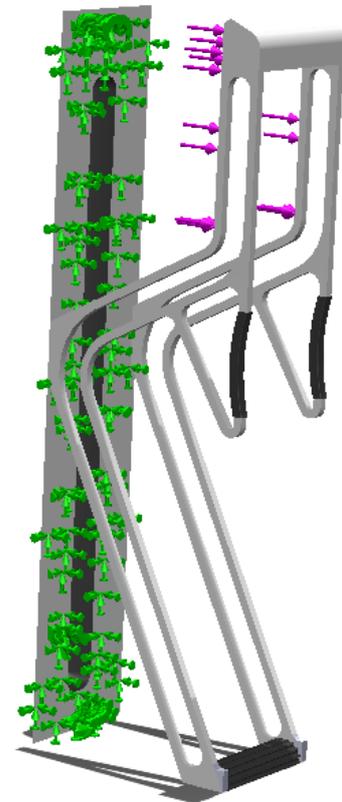
Así que para simular la fuerza y peso que ejerce la bicicleta apoyada sobre el bastidor de arriba, se ha simulado que empuja una fuerza horizontal (peso que ejerce la rueda delantera) cuando esta apoya sobre este elemento. Como se observa en la imagen, las flechas magenta simulan la fuerza y peso; mientras que las flechas verdes son la geometría fija sobre la cual la estructura se apoya.

**Fuerza de empuje: 15kg (150N)** →

**Geometría fija de sujeción** ←

Con estos datos, se han obtenido tres resultados que se detallan a continuación:

- Criterio de tensión de cortadura máxima
- Tensión de Von Mises
- Criterio de tensión normal máxima



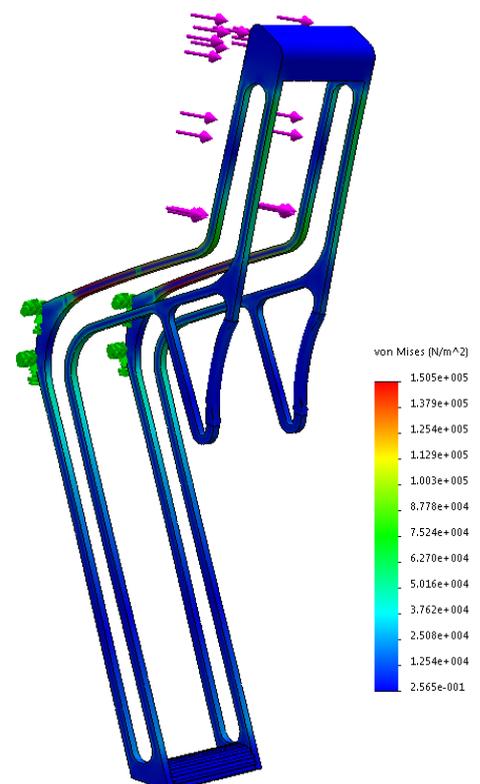
### Criterio de tensión de cortadura máxima

El criterio de tensión de cortadura máxima, también conocido como criterio de flexibilidad de Tresca, se basa en la teoría de tensión de cortadura máxima.

Esta teoría predice que el fallo de un material se producirá cuando la tensión de cortadura máxima absoluta ( $t_{max}$ ) alcance la tensión que provoca que el material ceda en una prueba de tensión simple. El criterio de tensión de cortadura máxima se utiliza para materiales dúctiles.

$$t_{max} \geq s_{limit} / 2$$

El portabicicletas cumple con las condiciones establecidas ya que el valor máximo no sobrepasa de  $1,50e+005$ .



## Tensión de Von Mises

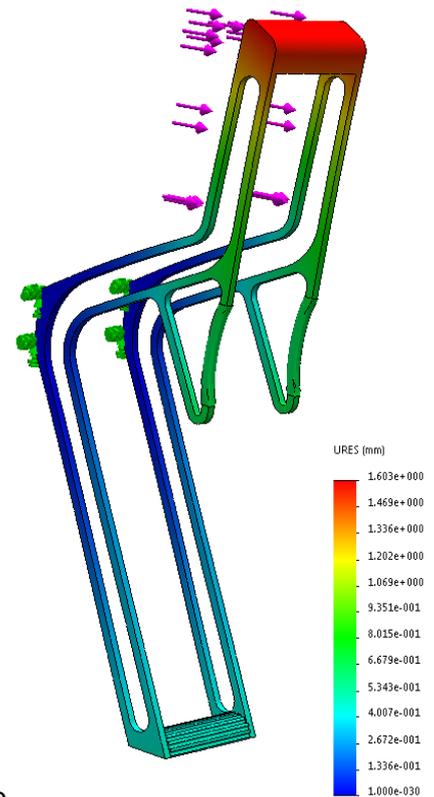
El criterio de máxima tensión de von Mises se basa en la teoría de von Mises-Hencky, también conocida como teoría de la energía de cortadura o teoría de la energía de distorsión máxima.

La teoría expone que un material dúctil comienza a ceder en una ubicación cuando la tensión de von Mises es igual al límite de tensión. En la mayoría de los casos, el límite elástico se utiliza como el límite de tensión. Sin embargo, el software le permite utilizar el límite de tensión de tracción/ruptura o establecer su propio límite de tensión.

El límite elástico es una propiedad dependiente de la temperatura. Este valor especificado del límite elástico debe considerar la temperatura del componente. El factor de seguridad en una ubicación se calcula a partir de:

Factor de seguridad (FDS) =  $s_{limit} / s_{vonMises}$

El **portabicicletas cumple con las condiciones establecidas** ya que el valor máximo no sobrepasa de  $1,60e+000$ .



## Criterio de tensión normal máxima

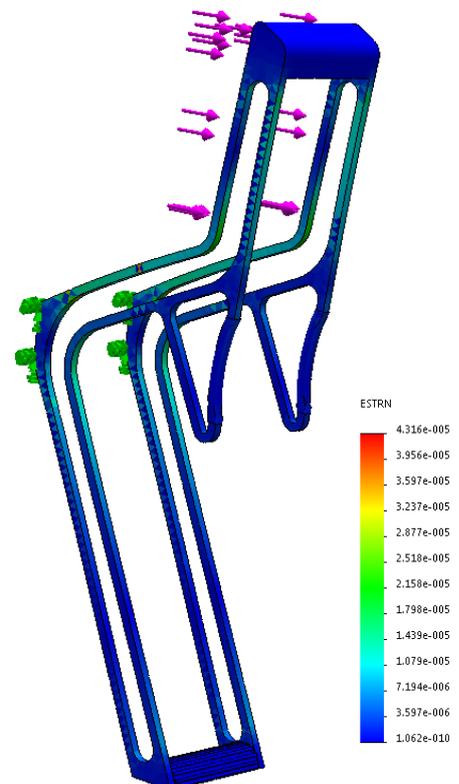
El criterio de tensión normal máxima, también conocido como criterio de Coulomb, se basa en la teoría de tensión normal máxima. Según esta teoría, el fallo se produce cuando la tensión principal máxima alcanza el límite de ruptura del material ante una tensión simple.

Este criterio se utiliza para materiales frágiles. Se supone que el límite de ruptura del material en tensión y compresión es la misma. Esta suposición no es válida en todos los casos. Por ejemplo, las grietas disminuyen considerablemente la resistencia del material a la tensión, mientras que su efecto es mucho menor en la compresión porque tienden a cerrarse.

Esta teoría predice el fallo cuando:

$s_1 = s_{limit}$  donde  $s_1$  es la tensión principal máxima.

El **portabicicletas cumple con las condiciones establecidas** ya que el valor máximo no sobrepasa de  $4,31e-005$ .



# 10. PRESUPUESTO

<i>Nombre de la pieza:</i> <b>Perfil Estructural</b>				
<b>Coste de los materiales</b>				
Materia prima				
Material	€/plancha	Cantidad	Forma de Suministro	Coste €
Laminado HPL	35	3	Plancha (2000x1000x50)mm	105
<b>Subtotal 1</b>				<b>105</b>
<b>Producción:</b> Coste de la máquina y mano de obra				
<i>Gastos de la máquina incluidos en el precio de la mano de obra directa</i>				
Operación	Tiempo (h)	Tipo de Operario	Tasa Horaria	Coste €
Corte por Chorro de Agua	1,25	Oficial de 1º	12	15
Mecanizado	1	Oficial de 2º	8	8
<b>Subtotal 2</b>				<b>23</b>
<b>Total Parcial 1</b>				<b>128€</b>

<i>Nombre de la pieza:</i> <b>Agarradera</b>				
<b>Coste de los materiales</b>				
Materia prima				
Material	€/kilo	Cantidad	Forma de Suministro	Coste €
Goma Sintética	10	2 x 200g	Bobina cilíndrica	4
<b>Subtotal 1</b>				<b>4</b>
<b>Producción:</b> Coste de la máquina y mano de obra				
<i>Gastos de la máquina incluidos en el precio de la mano de obra directa</i>				
Operación	Tiempo (h)	Tipo de Operario	Tasa Horaria	Coste €
Corte por Chorro de Agua	0,5	Oficial de 1º	12	6
Troquelado	0,2	Oficial de 2º	7	1,4
<b>Subtotal 2</b>				<b>7,4</b>
<b>Total Parcial 2</b>				<b>11,4€</b>

<i>Nombre de la pieza:</i> <b>Pantalla protectora de seguridad</b>				
<b>Coste de los materiales</b>				
Materia prima				
<b>Material</b>	<b>€/kilo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Forma de Suministro</b>	<b>Coste €</b>
Polietileno Compactado	17	2 x 290g	Plancha (1500x1000x10)mm	9,86
<b>Subtotal 1</b>				<b>9,86</b>
<b>Producción:</b> Coste de la máquina y mano de obra				
<i>Gastos de la máquina incluidos en el precio de la mano de obra directa</i>				
<b>Operación</b>	<b>Tiempo (h)</b>	<b>Tipo de Operario</b>	<b>Tasa Horaria</b>	<b>Coste €</b>
Corte por Chorro de Agua	0,5	Oficial de 1º	12	6
---	---	---	---	---
<b>Subtotal 2</b>				<b>6</b>
<b>Total Parcial 3</b>				<b>15,86</b>

<i>Nombre de la pieza:</i> <b>Tope delimitador superior</b>				
<b>Coste de los materiales</b>				
Materia prima				
<b>Material</b>	<b>€/kilo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Forma de Suministro</b>	<b>Coste €</b>
Laminado HPL	20	1/2	Plancha (1000x500x50)mm	10
<b>Subtotal 1</b>				<b>10</b>
<b>Producción:</b> Coste de la máquina y mano de obra				
<i>Gastos de la máquina incluidos en el precio de la mano de obra directa</i>				
<b>Operación</b>	<b>Tiempo (h)</b>	<b>Tipo de Operario</b>	<b>Tasa Horaria</b>	<b>Coste €</b>
Corte por Chorro de Agua	0,75	Oficial de 1º	12	9
Mecanizado	0,25	Oficial de 2º	8	2
<b>Subtotal 2</b>				<b>11</b>
<b>Total Parcial 4</b>				<b>21</b>

<i>Nombre de la pieza:</i> <b>Tope delimitador inferior</b>				
<b>Coste de los materiales</b>				
Materia prima				
<b>Material</b>	<b>€/kilo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Forma de Suministro</b>	<b>Coste €</b>
Goma Sintética	10	1 x 120g	Bobina cilíndrica	1,2
<b>Subtotal 1</b>				<b>1,2</b>
<b>Producción:</b> Coste de la máquina y mano de obra				
<i>Gastos de la máquina incluidos en el precio de la mano de obra directa</i>				
<b>Operación</b>	<b>Tiempo (h)</b>	<b>Tipo de Operario</b>	<b>Tasa Horaria</b>	<b>Coste €</b>
Corte por Chorro de Agua	0,5	Oficial de 1º	12	6
Mecanizado	0,2	Oficial de 2º	7	1,4
<b>Subtotal 2</b>				<b>7,4</b>
<b>Total Parcial 5</b>				<b>8,4€</b>

<i>Nombre de la pieza:</i> <b>Base de sujeción</b>				
<b>Coste de los materiales</b>				
Materia prima				
<b>Material</b>	<b>€/plancha</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Forma de Suministro</b>	<b>Coste €</b>
Acero Inoxidable	3	1	Plancha (500x600x100)mm	3
<b>Subtotal 1</b>				<b>3</b>
<b>Producción:</b> Coste de la máquina y mano de obra				
<i>Gastos de la máquina incluidos en el precio de la mano de obra directa</i>				
<b>Operación</b>	<b>Tiempo (h)</b>	<b>Tipo de Operario</b>	<b>Tasa Horaria</b>	<b>Coste €</b>
Corte por Chorro de Agua	1	Oficial de 1º	12	6
Soldadura	0,5	Oficial de 1º	12	6
Mecanizado	0,5	Oficial de 2º	7	3,5
<b>Subtotal 2</b>				<b>15,5</b>
<b>Total Parcial 6</b>				<b>18,5€</b>

<i>Nombre de la pieza:</i> <b>Tornillo ISO 7380</b>	
Comprado a un Proveedor: <b>Matriu. Fabricantes de tornillos y uniones especiales.</b>	
Precio por unidad: <b>0,25€</b>	
Número de Unidades: <b>10</b>	
Características: <b>Métrica 8 / Longitud 80mm</b>	
<b>Total Parcial 7</b>	<b>2,5€</b>

<i>Nombre de la pieza:</i> <b>Tornillo DIN 7505</b>	
Comprado a un Proveedor: <b>Matriu. Fabricantes de tornillos y uniones especiales.</b>	
Precio por unidad: <b>0,17€</b>	
Número de Unidades: <b>4</b>	
Características: <b>Diámetro 6 / Longitud 20mm</b>	
<b>Total Parcial 8</b>	<b>0,68€</b>

<i>Nombre de la pieza:</i> <b>Tornillo DIN 551</b>	
Comprado a un Proveedor: <b>Matriu. Fabricantes de tornillos y uniones especiales.</b>	
Precio por unidad: <b>0,22€</b>	
Número de Unidades: <b>4</b>	
Características: <b>Métrica 8 / Longitud 25mm</b>	
<b>Total Parcial 9</b>	<b>0,88€</b>

<i>Nombre de la pieza:</i> <b>Embellecedor de Tornillos</b>	
Comprado a un Proveedor: <b>Matriu. Fabricantes de tornillos y uniones especiales.</b>	
Precio por unidad: <b>0,12€</b>	
Número de Unidades: <b>4</b>	
Características: <b>Diámetro 8 mm</b>	
<b>Total Parcial 10</b>	<b>0,48€</b>

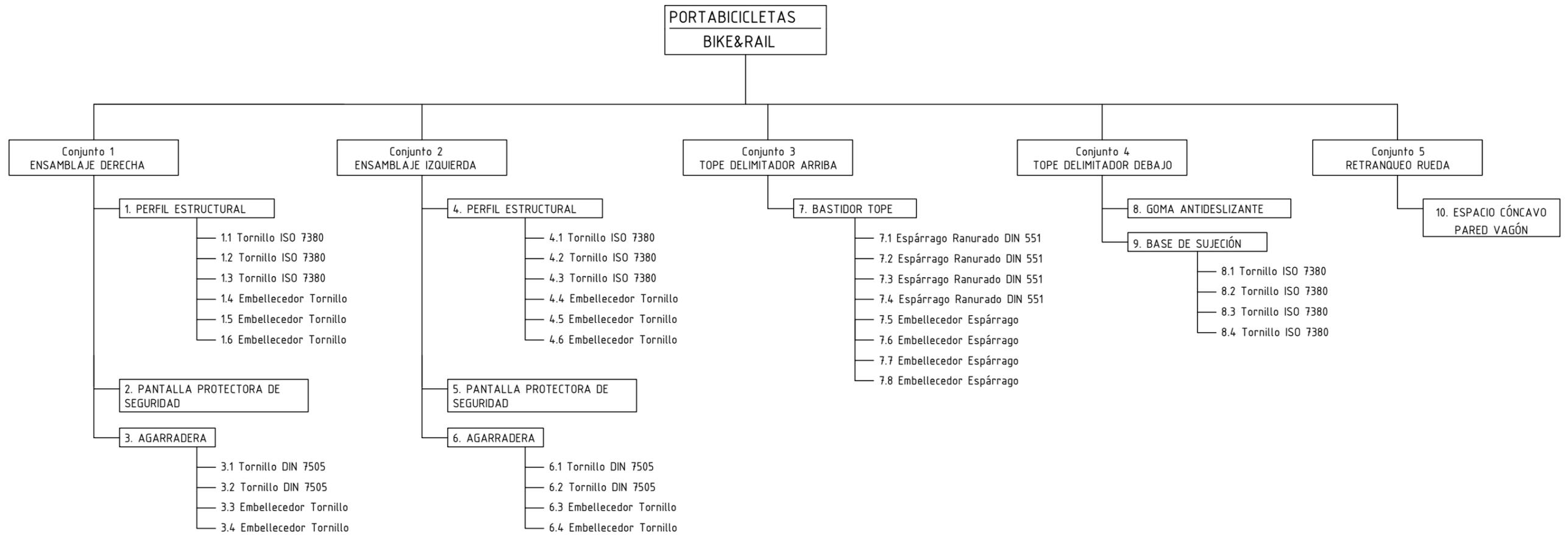
<b>Montaje y Ensamblaje de todos los Componentes</b>				
<b>Operación</b>	<b>Tiempo (h)</b>	<b>Tipo de Operario</b>	<b>Tasa Horaria</b>	<b>Coste €</b>
Montaje	0,5	Oficial de 1º	12	6
Control de Calidad	0,25	Ingeniero de Procesos	24	6
<b>Subtotal 2</b>				<b>15,5</b>
<b>Total Parcial 11</b>				<b>18,5€</b>

<b>CUADRO RESUMEN DEL PRESUPUESTO</b>	
Parcial 1: Perfil Estructural	128€
Parcial 2: Agarradera	11,4€
Parcial 3: : Pantalla protectora de seguridad	15,86€
Parcial 4: Tope delimitador superior	21€
Parcial 5: Tope delimitador inferior	8,4€
Parcial 6: : Base de sujeción	18,5€
Parcial 7: Tornillo ISO 7380	2,5€
Parcial 8: Tornillo DIN 7505	0,68€
Parcial 9: Tornillo DIN 551	0,88€
Parcial 10: Embellecedor de Tornillos	0,48€
Parcial 11: Montaje y Ensamblaje de todos los Componentes	18,5€
<b>Total</b>	<b>226,2€</b>

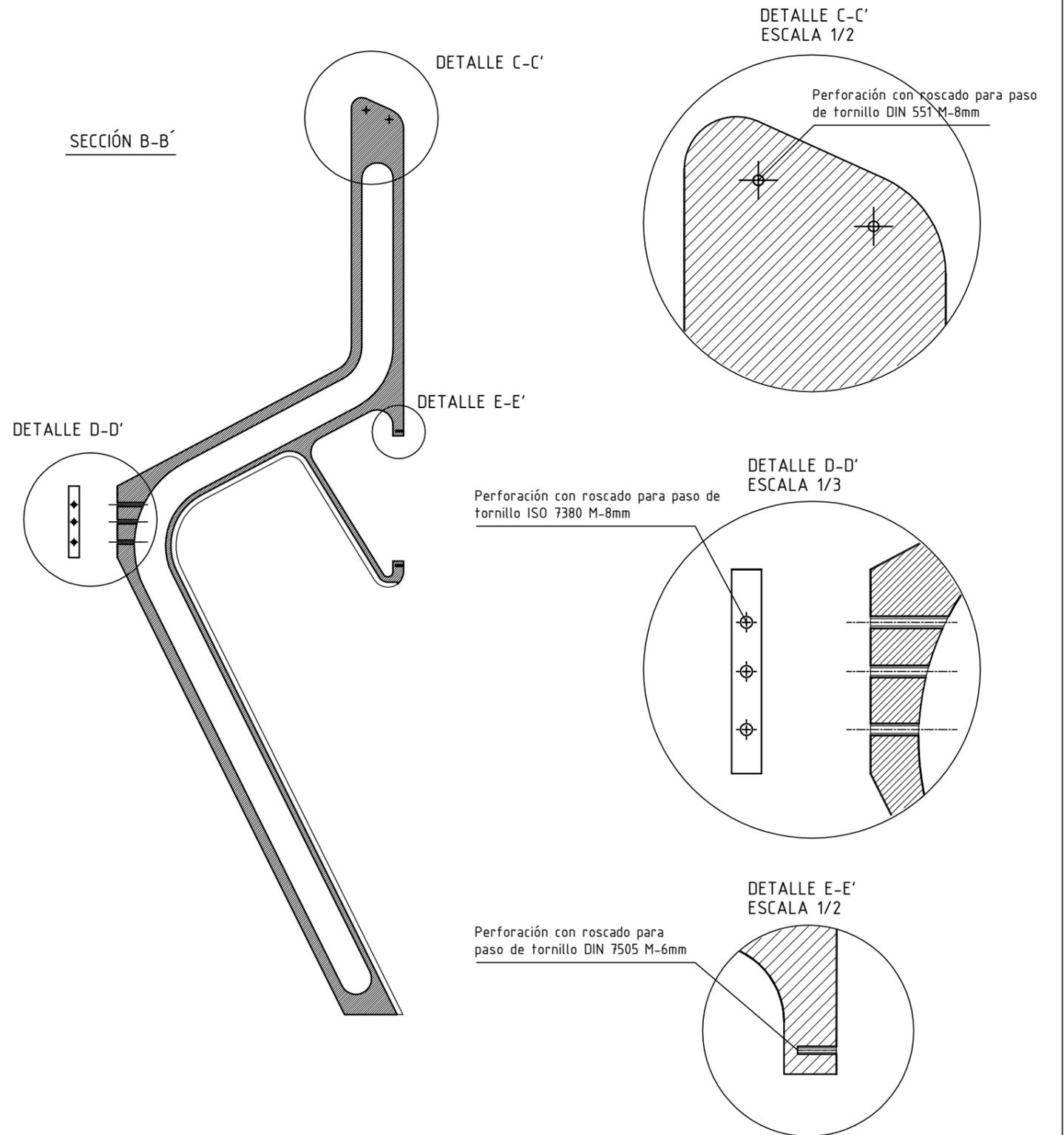
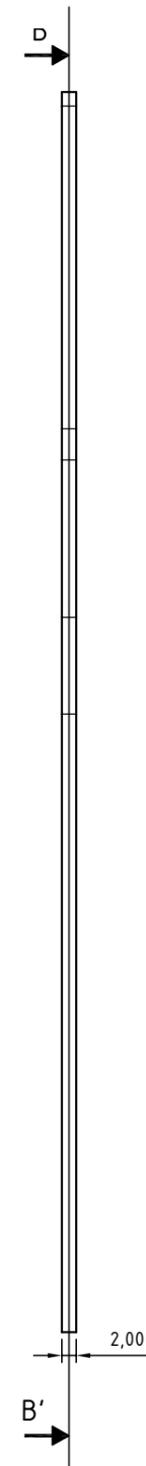
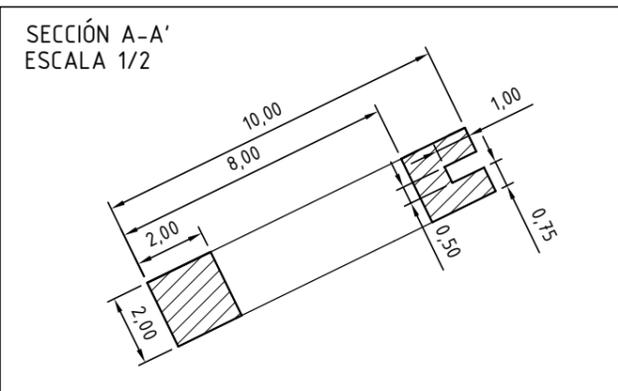
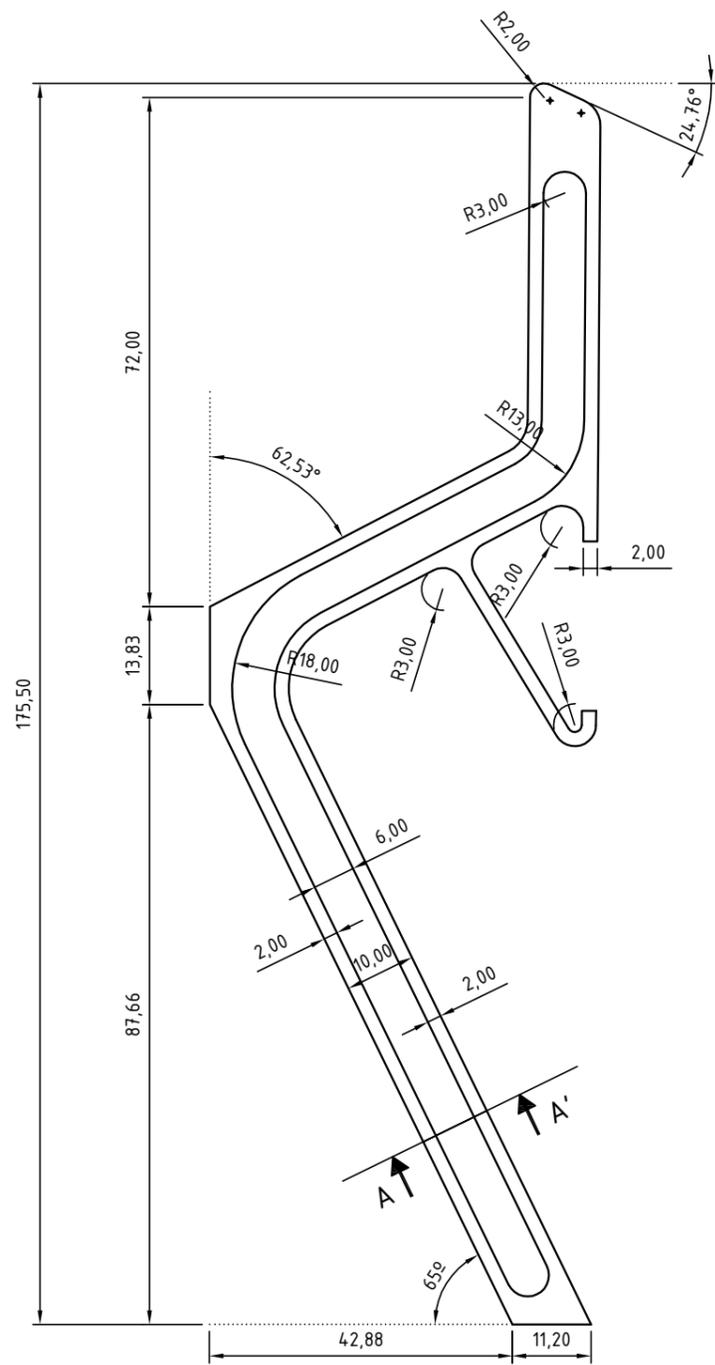
# 11. PLANOS

## ÍNDICE DE PLANOS

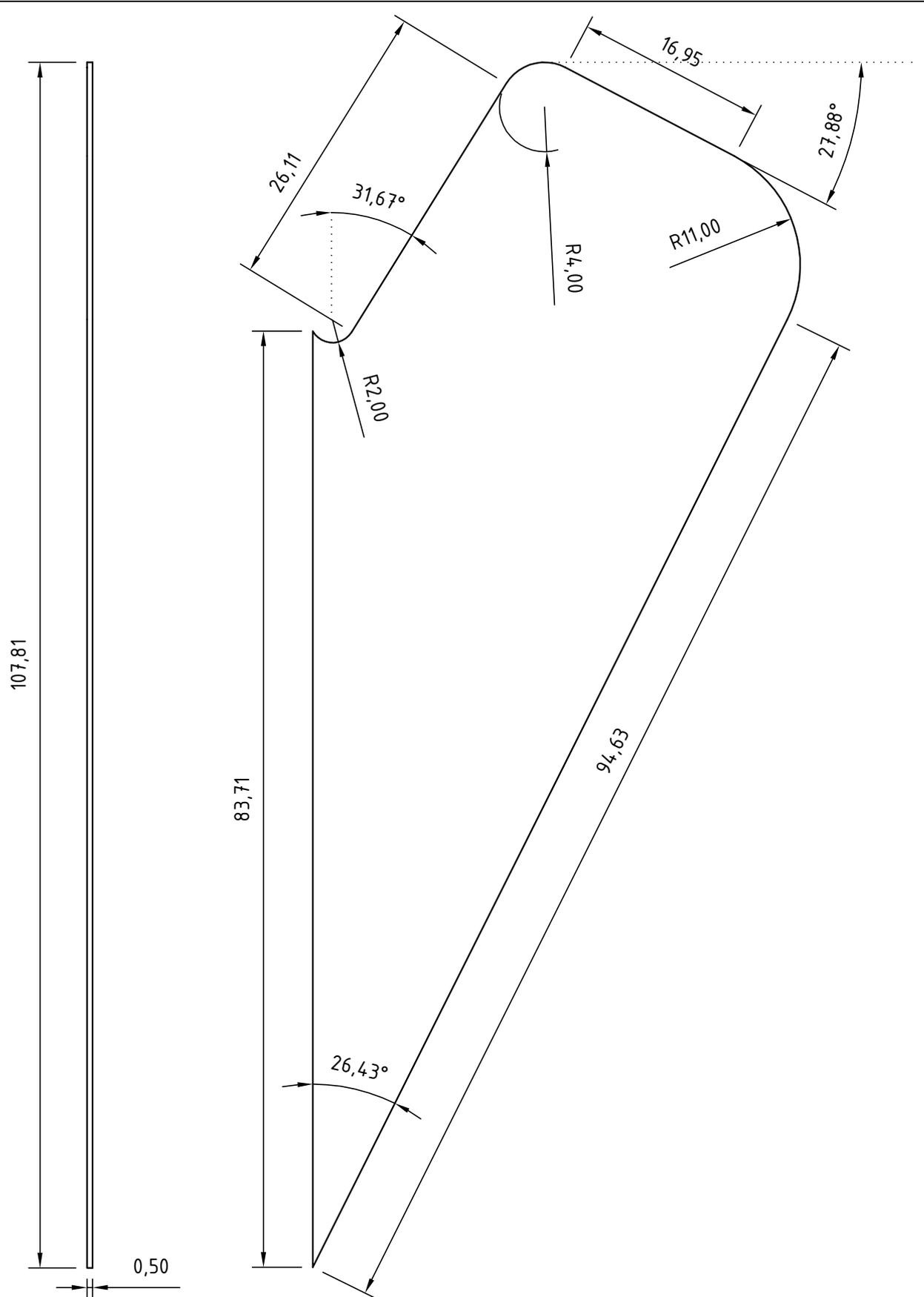
1. ORGANIGRAMA DEL PROYECTO
2. PERFIL ESTRUCTURAL
3. PANTALLA PROTECTORA DE SEGURIDAD
4. RETRANQUEO PARED VAGÓN PARA INSERCIÓN RUEDA
5. AGARRADERA
6. BASE DE SUJECIÓN
7. TOPE DELIMITADOR ARRIBA
8. GOMA ANTIDESLIZANTE

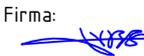


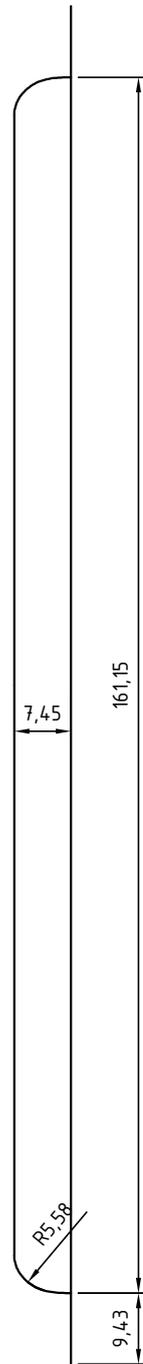
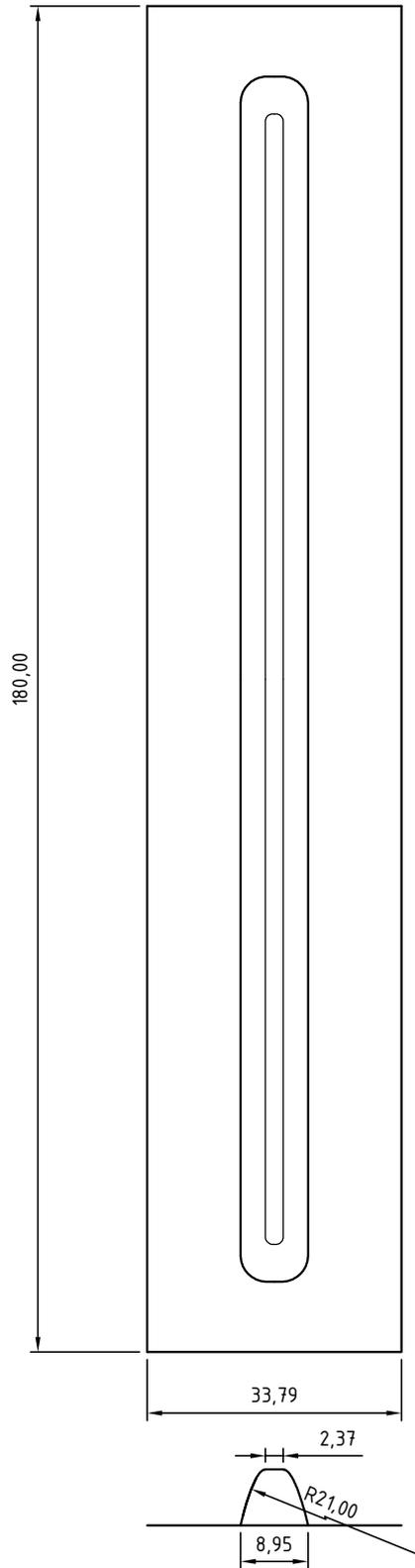
Ref.	Denominación	Nº Pz.	Peso	Material	Color
Nº Plano: <b>1</b>	Dibujado por: Jose Vfe. Bolea a fecha: 18 de Junio del 2016	Firma: 	Proyecto: Diseño funcional de un portabicicletas para trenes y tranvías		
Plano: <b>ORGANIGRAMA DEL PROYECTO</b>		Escala:	Cotas:		
Trabajo de Fin de Grado 2015-2016		<b>S/E</b>	<b>cm</b>		
Observaciones:					



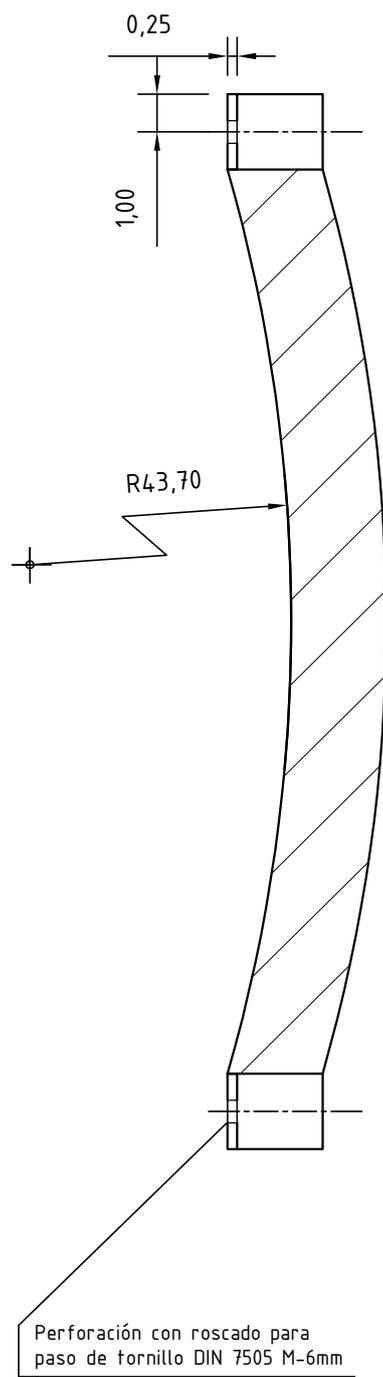
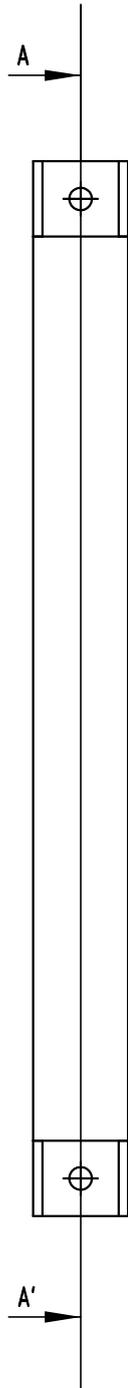
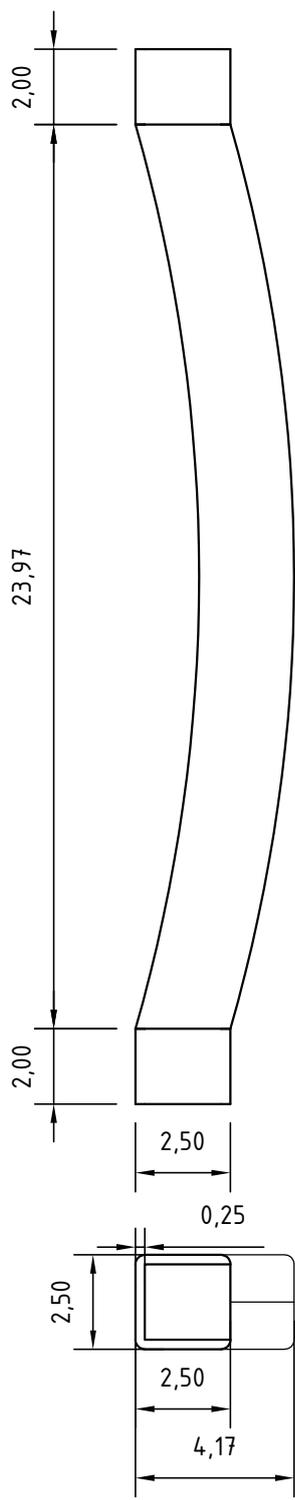
1806-16	Soporte apoyo portabicicletas	1 y 4	500g	Laminado HPL	Blanco
Ref.	Denominación	Nº Pz.	Peso	Material	Color
Nº Plano: <b>2</b>	Dibujado por: Jose Vfe. Bolea a fecha: 18 de Junio del 2016	Firma:	Proyecto: Diseño funcional de un portabicicletas para trenes y tranvías		
Plano:	PERFIL ESTRUCTURAL	Escala:	1/10	Cotas:	cm
Trabajo de Fin de Grado 2015-2016					
Observaciones:					



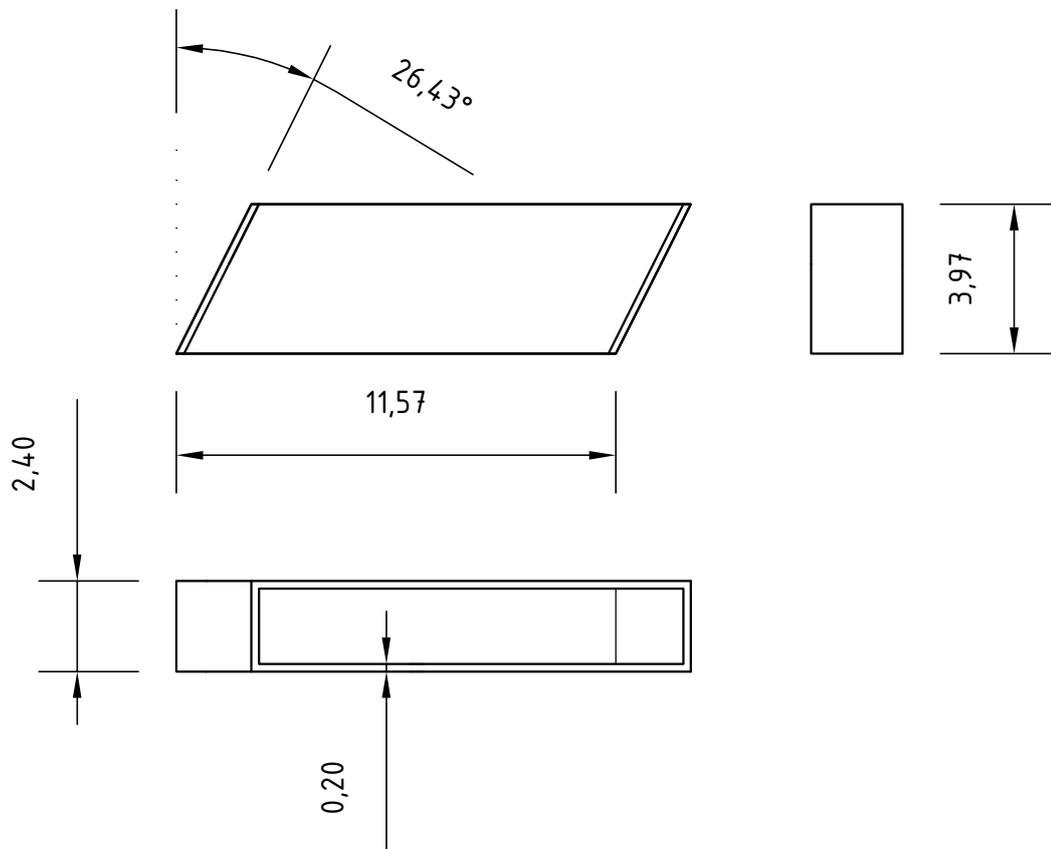
1906-16	Elemento de protección	2 y 5	290g	Policarbonato Compacto	Transparente
Ref.	Denominación	Nº Pz.	Peso	Material	Color
Nº Plano: <b>3</b>	Dibujado por: Jose Vte. Bolea a fecha: 18 de Junio del 2016	Firma: 	Proyecto: Diseño funcional de un portabicicletas para trenes y tranvías		
Plano:	<b>PANTALLA PROTECTORA DE SEGURIDAD</b>	Escala:	<b>1/5</b>	Cotas:	<b>cm</b>
Trabajo de Fin de Grado 2015-2016					
Observaciones:					



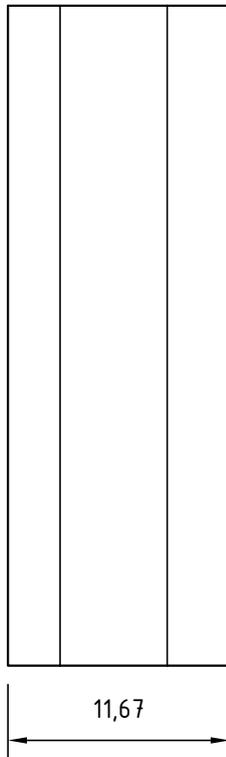
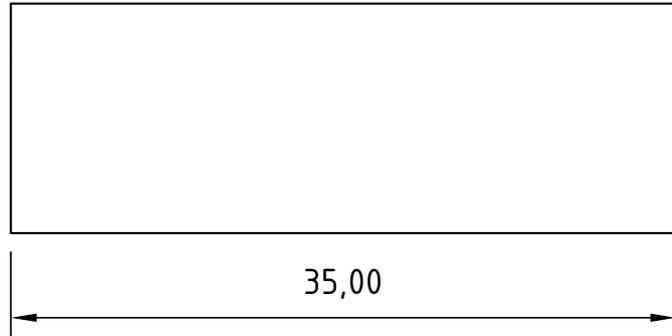
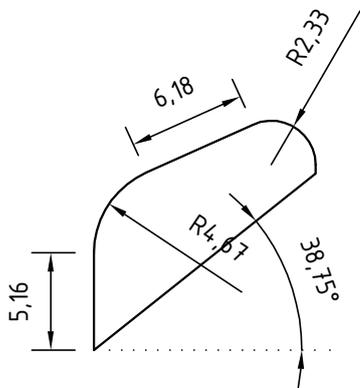
2006-16	Elemento vertical con retranqueo cóncavo	10	560g	Laminado HPL	Blanco
Ref.	Denominación	Nº Pz.	Peso	Material	Color
Nº Plano: <b>4</b>	Dibujado por: Jose Vte. Bolea a fecha: 18 de Junio del 2016	Firma: 	Proyecto: Diseño funcional de un portabicicletas para trenes y tranvías		
Plano:	RETRANQUEO PARED VAGÓN PARA INSERCIÓN RUEDA	Escala:	1/10	Cotas:	cm
Trabajo de Fin de Grado 2015-2016					
Observaciones:					



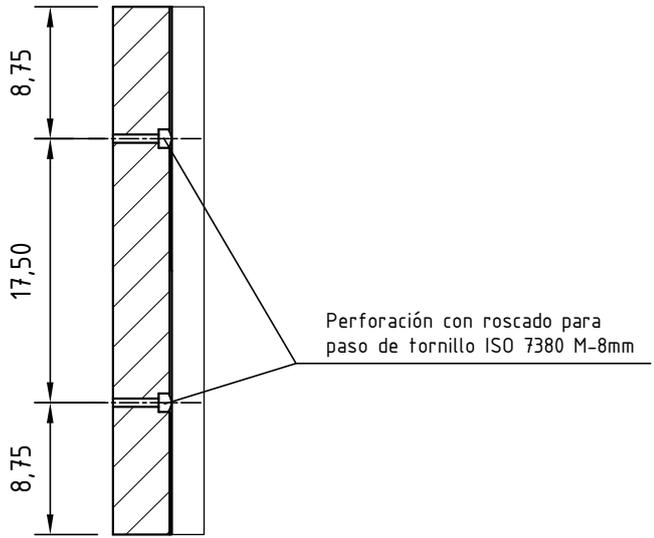
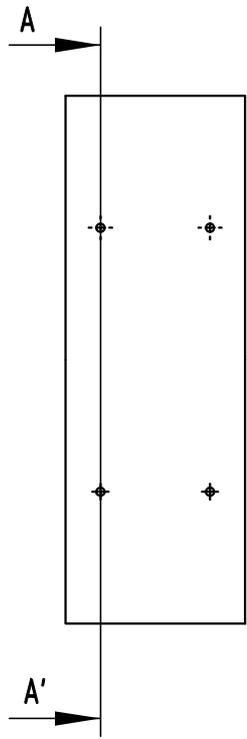
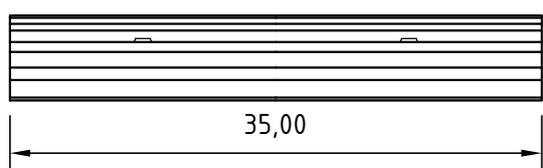
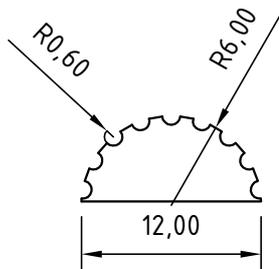
2106-16	Bastidor de agarre para el usuario	3 y 6	100g	Caucho y PVC	Negro
Ref.	Denominación	Nº Pz.	Peso	Material	Color
Nº Plano: <b>5</b>	Dibujado por: Jose Vte. Bolea a fecha: 18 de Junio del 2016	Firma: 	Proyecto: Diseño funcional de un portabicicletas para trenes y tranvías		
Plano:	<b>AGARRADERA</b>	Escala:	<b>1/2</b>	Cotas:	<b>cm</b>
Trabajo de Fin de Grado 2015-2016					UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
Observaciones:					Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño



2206-16	Sujeción de soportes para anclar al suelo	9	250g	Acero Inox. A-304	Gris plateado
Ref.	Denominación	Nº Pz.	Peso	Material	Color
Nº Plano: <b>6</b>	Dibujado por: Jose Vte. Bolea a fecha: 18 de Junio del 2016	Firma: 	Proyecto: Diseño funcional de un portabicicletas para trenes y tranvías		
Plano:	<b>BASE DE SUJECIÓN</b>	Escala:	<b>1/2</b>	Cotas:	<b>cm</b>
Trabajo de Fin de Grado 2015-2016					 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
Observaciones:					 Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño



2306-16	Sistema aguante anti-caída de la rueda	7	150g	Laminado HPL	Blanco
Ref.	Denominación	Nº Pz.	Peso	Material	Color
Nº Plano: <b>7</b>	Dibujado por: Jose Vte. Bolea a fecha: 18 de Junio del 2016	Firma: 	Proyecto: Diseño funcional de un portabicicletas para trenes y tranvías		
Plano:	<b>TOPE DELIMITADOR ARRIBA</b>	Escala:	<b>1/4</b>	Cotas:	<b>cm</b>
Trabajo de Fin de Grado 2015-2016					
Observaciones:					



2406-16	Tope delimitador de rueda trasera	8	120g	Caucho Sintético	Negro	
Ref.	Denominación	Nº Pz.	Peso	Material	Color	
Nº Plano: <b>8</b>	Dibujado por: Jose Vte. Bolea a fecha: 18 de Junio del 2016	Firma: 	Proyecto: Diseño funcional de un portabicicletas para trenes y tranvías			
Plano:	<b>GOMA ANTIDESLIZANTE</b>	Escala:	<b>1/5</b>	Cotas:	<b>cm</b>	
Trabajo de Fin de Grado 2015-2016						
Observaciones:						

## **12. CONCLUSIONES**

Como conclusión cabe comentar que se ha resuelto satisfactoriamente la problemática de introducir la bicicleta en un medio de transporte de uso colectivo, como son los trenes o tranvías. Se ha diseñado un portabicicletas para vagones de tren, que es fácil de usar, rápido y que la sujeción es efectiva y segura para todo tipo de bicicletas. Esta ha sido una solución integral para la movilidad en bicicleta con el fin de promover el uso de este transporte limpio. El uso de ambos transportes contribuye en hacer más funcional y ecológica la movilidad en los ámbitos urbanos.

A nivel personal el haber aplicado el conjunto de las diferentes competencias transversales impartidas durante los cuatro años de carrera me ha ayudado a mejorar en los ámbitos de búsqueda y análisis de información además de profundizar y teorizar la etapa de investigación. Por ello, el haber desarrollado y plasmado todos los conocimientos adquiridos ha sido una experiencia positiva e instructiva para poder desarrollarme en el futuro en el ámbito del diseño a nivel profesional.

# 13. BIBLIOGRAFÍA

Puyuelo Cazorla, M., & Gual Ortí, J. (2010). *Mobiliario urbano: diseño y accesibilidad* (1.a ed.). València: Universitat Politècnica de València.

Guía Adecco: *Accesibilidad en el transporte*. Diseño para todos. (2015)

Cabezas, G., de Cárdenas, J., Delàs, S., & García Milà, X. (1990). *Curso básico sobre accesibilidad al medio físico. Evitación y supresión de barreras arquitectónicas, urbanísticas y del transporte*. Real Patronato de Prevención y Atención a Personas con Minusvalía.

Galán Serrano, J., Muñoz Torres, A., & García Díaz, D. (2011). *Guía de dibujo y presentación de diseños de productos*. Castelló: Publicacions de la Universitat Jaume I.

González Márquez, M., García Salazar, J. L., Melis Manyar, M., & González Fernández, F. J. (s. f.). *El material móvil del Metro de Madrid*. Madrid: Metro de Madrid SA.

Grech, P. (2013). *Introducción a la ingeniería. Un enfoque a través del diseño* (2a ed.). Bogotá: Prentice Hall.

IMSERSO. (s. f.). *¡Preguntame sobre accesibilidad y ayudas técnicas!* IMSERSO.

Javierre Lardiés, C., & Fernández Cuello, Á. (2012). *Criterios de diseño mecánico en tecnologías industriales*. Zaragoza: Prensas Universitarias de Zaragoza.

Moore, M. W., Pearce, A., & Applebaum, S. (2010). *Sensación, significado y aplicación del color*. Santiago de Chile: LFNT.

Schneider, W., & Sappert, D. (1982). *Manual práctico de dibujo técnico* (3a ed.). Barcelona: Reverté.

Trayols Mateu, S., Herraiz Casanova, A., & Alcubilla de la Fuente, F. (2007). *Ingeniería del Transporte. Teoría y práctica*. Delta Publicaciones.

#### Citas dentro del texto:

(Trayols Mateu, Herraiz Casanova, & Alcubilla de la Fuente, 2007)

(Moore, Pearce, & Applebaum, 2010)

(Cabezas, de Cárdenas, Delàs, & García Milà, 1990)

(Galán Serrano, Muñoz Torres, & García Díaz, 2011)

(IMSERSO, s. f.)

(Puyuelo Cazorla & Gual Ortí, 2010)

(González Márquez, García Salazar, Melis Manyar, & González Fernández, s. f.)

(Javierre Lardiés & Fernández Cuello, 2012)

(Grech, 2013)

(Schneider & Sappert, 1982)

## **14. ENLACES DE APOYO**

## ENLACES DE TODAS LAS FUENTES E IMAGENES UTILIZADAS PARA ELABORAR ESTE PROYECTO

Imagen 1: <http://www.pedrodelgado.com/perico/consejos/bicicleta/historia.html>

Imagen 2: <http://www.pedrodelgado.com/perico/consejos/bicicleta/historia.html>

Imagen 3: <http://www.pedrodelgado.com/perico/consejos/bicicleta/historia.html>

Imagen 4: <http://www.pedrodelgado.com/perico/consejos/bicicleta/historia.html>

Imagen 5: <http://www.pedrodelgado.com/perico/consejos/bicicleta/historia.html>

Imagen 6: <http://platea.pntic.mec.es/~mmotta/web11kh/EVOLUCIONBICILETA.htm>

Imagen 7: <http://www.ticketbis.com/entradas-coldplay/ca211?afl=5D9MWTTURH&gclid=CJuPu7SpjswCFfEV0wodeHQRw>

Imagen 8: <http://www.beevoz.com/2015/02/24/la-historia-de-la-bicicleta-origenes-y-curiosidades/>

Imagen 9: [https://es.wikipedia.org/wiki/Ciclismo\\_de\\_competici%C3%B3n#/media/File:Leon\\_Georget\\_1909.jpg](https://es.wikipedia.org/wiki/Ciclismo_de_competici%C3%B3n#/media/File:Leon_Georget_1909.jpg)

Imagen 10: <http://bicicletasraras-bastian.blogspot.com.es/>

Imagen 11: [http://www.thetravelingtripod.com/2010\\_02\\_01\\_archive.html](http://www.thetravelingtripod.com/2010_02_01_archive.html)

Imagen 12: <http://www.pcm-portugal.com/forum/viewtopic.php?f=16&t=9200>

Imagen 13: <http://www.thinkstockphotos.co.uk/image/stock-illustration-set-of-illustrations-different-types/478655656>

Imagen 14: [http://www.copenhagenize.com/2007\\_07\\_01\\_archive.html](http://www.copenhagenize.com/2007_07_01_archive.html)

Imagen 15: <http://velosvintage.over-blog.com/article-velo-alcyon-1930-69443163.html>

Imagen 16: <http://www.transalt.org/sites/default/files/resources/blueprint/chapter13/chapter13c.html>

Imagen 17: <http://www.shorpy.com/node/19013>

Imagen 18: <http://www.cyclelove.net/2013/10/leroica/>

Imagen 19: <https://oldbike.wordpress.com/1960s-raleigh-superbe-gents-4-speed/>

Imagen 20: <http://www.flyingyankee.com/>

Imagen 21: Clasificación de Tipologías de Portabicicletas, 2016

En esta sección se muestran los Tipos de bicicletas:

<http://thumbs.dreamstime.com/z/sistema-de-diversos-tipos-bicicletas-de-los-ejemplos-55403514.jpg>

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/b5/Bicycle\\_evolution-es.svg/800px-Bicycle\\_evolution-es.svg.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/b5/Bicycle_evolution-es.svg/800px-Bicycle_evolution-es.svg.png)

<http://ecx.images-amazon.com/images/I/41f6VLJ-9FL.jpg>

[http://cdn.shopify.com/s/files/1/0637/8327/products/ak-complete\\_large.jpg?v=1430411085](http://cdn.shopify.com/s/files/1/0637/8327/products/ak-complete_large.jpg?v=1430411085)

<http://www.vanillajoy.com/wp-content/uploads/2010/06/trek-kids-bike-jet-16.jpg>

[http://i91.twenga.com/sport/rower-trekkingowy/romet-rowery-trekkingowe-gazela-tp\\_6245677386037278145f.jpg](http://i91.twenga.com/sport/rower-trekkingowy/romet-rowery-trekkingowe-gazela-tp_6245677386037278145f.jpg)

<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/2d/98/ea/2d98ea24e77682be2a9014db9a3d652a.jpg>

[http://www.bikestocks.es/2472-thickbox\\_default/bicicleta-bh-ibiza-lite.jpg](http://www.bikestocks.es/2472-thickbox_default/bicicleta-bh-ibiza-lite.jpg)

[http://www.greenbike-shop.de/out/pictures/master/product/1/28\\_zoll\\_damen\\_hollandrad\\_braun\\_7\\_gang\\_nabendynamo.jpg](http://www.greenbike-shop.de/out/pictures/master/product/1/28_zoll_damen_hollandrad_braun_7_gang_nabendynamo.jpg)

<http://www.mobikerepairpurceville.com/custom/3.jpg>

[https://prijsbest.nl/Image/13078476\\_s-opa-zwart-nostalgia-opafiets.jpg](https://prijsbest.nl/Image/13078476_s-opa-zwart-nostalgia-opafiets.jpg)

[http://brimages.bikeboardmedia.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2012/12/Budnitz\\_No3\\_Honey-Edition-Cromoly-Steel-Cruiser-bicycle.jpg](http://brimages.bikeboardmedia.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2012/12/Budnitz_No3_Honey-Edition-Cromoly-Steel-Cruiser-bicycle.jpg)

<http://www.bikedomeworks.tw/images/Project/2013bikes/Fixed%20Gear-G.jpg>

[http://s7d5.scene7.com/is/image/Specialized/64747?\\$Grid\\$](http://s7d5.scene7.com/is/image/Specialized/64747?$Grid$)

<http://biketec.es/wp-content/uploads/2012/05/bmc-teamelite-te01-29-2013-.jpg>

[http://s14.postimg.org/tedccsnep/rave\\_27.jpg](http://s14.postimg.org/tedccsnep/rave_27.jpg)

<http://www.todomountainbike.es/images/articles/2013/orbea-oiz-2014-2.jpg>

Imagen 22: <http://www.saintclassifiedcanada.com/home-furniture-garden-supplies-1-26>

Imagen 23: <http://www.yesemails.com/caraccidents/bikeracks/>

Imagen 24: <http://www.parkabike.com/newsroom/break-away-bike-racks>

Imagen 25: <http://www.cyclepods.co.uk/products/bike-shelters/>

Imagen 26: <https://www.pinterest.com/romigalindo/i-love-my-bike/>

Imagen 27: <http://www.archiexpo.com/prod/santa-cole/product-52200-195400.html>

Imagen 28: <http://www.greenlaunches.com/transport/bike-arcs-designs-green-bike-racks.php>

Imagen 29: <http://www.inmediatika.es/bike-decoration/>

Imagen 30: <https://es.pinterest.com/jgrapsek/display/>

Imagen 31: <http://es.paperblog.com/bicis-colgando-las-dos-ruedas-2239102/>

Imagen 32: [http://image.rakuten.co.jp/bebike/cabinet/option4/420-2203-01-1\\_3.jpg](http://image.rakuten.co.jp/bebike/cabinet/option4/420-2203-01-1_3.jpg)

Imagen 33: [http://ecx.images-amazon.com/images/I/41g95jguogL.\\_SY300\\_.jpg](http://ecx.images-amazon.com/images/I/41g95jguogL._SY300_.jpg)

Imagen 34: [http://ecx.images-amazon.com/images/I/41qQreuSgPL.\\_SY355\\_.jpg](http://ecx.images-amazon.com/images/I/41qQreuSgPL._SY355_.jpg)

Imagen 35: <http://www.cheapbikeparts360.com/images/b/7838.jpg>

Imagen 36: [https://cdn.cracksandracks.com/media/catalog/product/cache/1/small\\_image/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/r/r/racorpro-pbs-2r-floor-bike-stand.jpg](https://cdn.cracksandracks.com/media/catalog/product/cache/1/small_image/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/r/r/racorpro-pbs-2r-floor-bike-stand.jpg)

Imagen 37: <https://www.usjcycles.com/accessories/bike-storage-rack/bicycle-display-stand-minoura-ds530/>

Imagen 38: <http://www.todosportes.com/Atera-Giro-Speed>

Imagen 39: [http://www.greenvalley.fr/templates/4/medias/produits//porte\\_velo/160620\\_v\\_.jpg.jpg](http://www.greenvalley.fr/templates/4/medias/produits//porte_velo/160620_v_.jpg.jpg)

Imagen 40: <http://www.bikerackhq.com/yakima-frontloader-roof-mount-bike-rack-review/>

Imagen 41: <http://www.roofrackstore.com.au/thule-euroclassic-g6-ba-928-p-300125.html>

Imagen 42: [https://en.wikipedia.org/wiki/File:Metro\\_Copenhagen.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Metro_Copenhagen.svg)

Imagen 43: <http://thecityfix.com/blog/in-denmark-bikes-have-a-seat-on-some-trains/>

Imagen 44: <http://bloomingrock.com/2014/08/25/how-to-ride-a-bike-in-copenhagen/>

Imagen 45: <https://www.pinterest.com/pin/279786195574883245/>

Imagen 46: <https://mydailydenmark.wordpress.com/page/31/>

Imagen 47: <http://logos.wikia.com/wiki/SNCF>

Imagen 48: [http://www.economiadigital.es/es/notices/2010/11/la\\_snfc\\_pone\\_el\\_primer\\_pie\\_en\\_espana\\_14774.php](http://www.economiadigital.es/es/notices/2010/11/la_snfc_pone_el_primer_pie_en_espana_14774.php)

Imagen 49: <http://www.orange.fr/bin/frame.cgi?u=http%3A//pp.auto.search.ke.voila.fr/>

Imagen 50: <http://lapistecyclable.fr/>

Imagen 51: <http://www.26in.fr/news/1107-voyager-en-train-avec-son-velo.html>

Imagen 52: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Logo\\_TER.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Logo_TER.svg)

Imagen 53: <https://www.tourbytransit.com/paris/public-transport/trains>

Imagen 54: <http://bicisaltren.conbici.org/?p=356>

Imagen 55: <http://www.fubicy.org/IMG/jpg/SNCFter-894.jpg>

Imagen 56: <http://www.citycycle.com/20555-prendre-le-train-avec-son-velo>

Imagen 57: [http://www.nordpasdecals.fr/upload/docs/image/jpeg/2012-07/velo\\_train.jpg](http://www.nordpasdecals.fr/upload/docs/image/jpeg/2012-07/velo_train.jpg)

Imagen 58: <http://localfirstaz.com/news/wp-content/uploads/2013/05/VMLogo.jpg>

Imagen 59: <http://www.railtransit.com/images/rtc011003.jpg>

Imagen 60: [http://www.valleymetro.org/news\\_media/image\\_library](http://www.valleymetro.org/news_media/image_library)

Imagen 61: <http://archive.azcentral.com/i/sized/4/8/4/e298/j350/PHP4955CB9BBD484.jpg>

Imagen 62: <https://www.metrotransit.org/Images/MetroTransitLogo.png>

Imagen 63: [http://www.naahp.org/portals/2/NationalMeetings/2016/Graphics/transit\\_train\\_minneapolis.jpg](http://www.naahp.org/portals/2/NationalMeetings/2016/Graphics/transit_train_minneapolis.jpg)

Imagen 64: <http://www.metrotransit.org/bike-n-ride-on-metro-lines>

Imagen 65: <http://www.tcdailyplanet.net/wp-content/uploads/files/bike%20on%20train.jpg>

Imagen 66: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a0/Hiawatha\\_Line-bike\\_rack-20061211.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a0/Hiawatha_Line-bike_rack-20061211.jpg)

Imagen 67: <http://trimet.org/global/img/trimet-logo.png>

Imagen 68:  
[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/da/MAX\\_Light\\_Rail\\_Car\\_\(Multnomah\\_County,\\_Oregon\\_scenic\\_images\)\\_mulDA0008a.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/da/MAX_Light_Rail_Car_(Multnomah_County,_Oregon_scenic_images)_mulDA0008a.jpg)

Imagen 69: <http://www.uscoles.com/bikepix/pdx08bikeonmax1.jpg>

Imagen 70: <http://surreyisthebomb.com/tag/light-rail/>

Imagen 71: <http://4vector.com/free-vector/uta-trax-61884>

Imagen 72: [http://cdmsmith.com/en-US/Insights/Features/-/media/Images/Insights/people-progress/674x315/May2012/UTA\\_TRAX\\_main\\_674x315.ashx](http://cdmsmith.com/en-US/Insights/Features/-/media/Images/Insights/people-progress/674x315/May2012/UTA_TRAX_main_674x315.ashx)

Imagen 73: <http://www.rideuta.com/blog/wp-content/uploads/2015/05/bikerackedit-1-of-1.jpg>

Imagen 74: [http://www.cyclingutah.com/cms/wp-content/uploads/2013/04/KDAYRacing\\_Fronrunner.jpg](http://www.cyclingutah.com/cms/wp-content/uploads/2013/04/KDAYRacing_Fronrunner.jpg)

Imagen 75: <http://www.mbta.com/images/logo-mbta.gif>

Imagen 76:  
[http://assets.nydailynews.com/polopoly\\_fs/1.2461776!/img/httpImage/image.jpg\\_gen/derivatives/article\\_635/driverless-train.jpg](http://assets.nydailynews.com/polopoly_fs/1.2461776!/img/httpImage/image.jpg_gen/derivatives/article_635/driverless-train.jpg)

Imagen 77: <http://bikeportland.org/wp-content/uploads/2008/09/trimetbostontrain.jpg>

Imagen 78: <http://1.bp.blogspot.com/-C3jYv5bVvx4/T7G9o0GooKI/AAAAAAAAAwg/QSQ4iD7ft9U/s1600/MBTA+BIKE+COACH.jpg>

Imagen 79: <http://logonoid.com/images/amtrak-logo.png>

Imagen 80: [http://www.wired.com/images\\_blogs/autopia/2013/05/284331.jpg](http://www.wired.com/images_blogs/autopia/2013/05/284331.jpg)

Imagen 81: <http://rochesterbicyclingalliance.org/amtrak-unboxed-bicycle-carriage-demonstration-2/>

Imagen 82: <http://rochesterbicyclingalliance.org/amtrak-unboxed-bicycle-carriage-demonstration-2/>

Imagen 83: <http://rochesterbicyclingalliance.org/amtrak-unboxed-bicycle-carriage-demonstration-2/>

Imagen 84: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/thumb/0/08/MARC\\_train.svg/1280px-MARC\\_train.svg.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/thumb/0/08/MARC_train.svg/1280px-MARC_train.svg.png)

Imagen 85: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/60/MARC\\_train\\_at\\_Odenton\\_2.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/60/MARC_train_at_Odenton_2.jpg)

Imagen 86: [http://www.railstotrails.org/media/40719/completed-marc-bike-train-car\\_marc-500.jpg](http://www.railstotrails.org/media/40719/completed-marc-bike-train-car_marc-500.jpg)

Imagen 87: <https://www.bikemaryland.org/bikes-on-trains-marc-allows-bikes-on-weekend-penn-service/>

Imagen 88: <http://images.greatergreaterwashington.org/images/201412/121119-1.jpg>

Imagen 89: <https://cdn.downdetector.com/static/uploads/c/300/3b9c7/miamiTransit.png>

Imagen 90: [https://en.wikipedia.org/wiki/Miami-Dade\\_Transit](https://en.wikipedia.org/wiki/Miami-Dade_Transit)

Imagen 91: <http://www.transitmiami.com/miami-dade-transit/metrorail/metrorail-bike-and-ride-gets-a-boost-with-new-hanging-bike-racks>

Imagen 92: <http://www.transitmiami.com/miami-dade-transit/metrorail/metrorail-bike-and-ride-gets-a-boost-with-new-hanging-bike-racks>

Imagen 93: <http://www.transitmiami.com/miami-dade-transit/metrorail/metrorail-bike-and-ride-gets-a-boost-with-new-hanging-bike-racks>

Imagen 94: [https://es.wikipedia.org/wiki/Renfe\\_Operadora](https://es.wikipedia.org/wiki/Renfe_Operadora)

Imagen 95: [http://s379.photobucket.com/user/bikernin/media/968be8ff-7ce2-46b2-b6f6-8783848d9a32\\_zpsa3261acf.jpg.html](http://s379.photobucket.com/user/bikernin/media/968be8ff-7ce2-46b2-b6f6-8783848d9a32_zpsa3261acf.jpg.html)

Imagen 96: <http://www.conbici.org/bicisaltren/wp-content/uploads/2009/04/prototipo-cercanias-valencia-caudiel.jpg>

Imagen 97:  
[http://media.lavozdegalicia.es/scale.php?i=/default/2013/07/16/0012\\_201307V16C4F1jpg/Foto/V16C4F1.jpg&w=300px](http://media.lavozdegalicia.es/scale.php?i=/default/2013/07/16/0012_201307V16C4F1jpg/Foto/V16C4F1.jpg&w=300px)

Imagen 98: <https://ecomovilidad.net/wp-content/uploads/2013/07/imgp0439k.jpg>

Imagen 99: <http://fotos.miarroba.es/fotos/0/2/027f26fa.jpg>

Imagen 100: <https://compartirtrenmesaave.com/wp-content/uploads/2015/04/imagenes-blog-bicicletas-1-640x335.jpg>

Imagen 101:  
[http://s379.photobucket.com/user/bikernin/media/988254\\_10200651997880382\\_386083417\\_n\\_zpsb8a22db3.jpg.html](http://s379.photobucket.com/user/bikernin/media/988254_10200651997880382_386083417_n_zpsb8a22db3.jpg.html)

Imagen 102: <http://bicisaltren.conbici.org/wp-content/uploads/2013/07/5-bicis-+plegable-en-MD-599-2-copia-e1373645708501.jpg>

Imagen 103: <http://www.conbici.org/bicisaltren/wp-content/uploads/2010/08/la-bici-si-es-equipaje.jpg>

Imagen 104: <http://bicisaltren.conbici.org/?p=356>

Imagen 105: <http://mugibili.euskadi.eus/foroa/viewtopic.php?f=12&t=1058>

Imagen 106: <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?p=69189235>

Imagen 107: [http://blog.tstc.org/wp-content/uploads/2011/09/conndot\\_test\\_bhook.jpg](http://blog.tstc.org/wp-content/uploads/2011/09/conndot_test_bhook.jpg)

Imagen 108: [http://www.diybiking.com/2015\\_04\\_01\\_archive.html](http://www.diybiking.com/2015_04_01_archive.html)

Imagen 109: [https://www.adventurecycling.org/default/assets/Image/blog/Building\\_USBRS/Bicycle%20Car%20On%20Czech%20Train.jpeg](https://www.adventurecycling.org/default/assets/Image/blog/Building_USBRS/Bicycle%20Car%20On%20Czech%20Train.jpeg)

Imagen 110: <http://cccpd5.pbworks.com/w/page/10447584/Bicycle%20Accessibility%20and%20Signage%20to%20the%20CTA%20Bus%20and%20L%20Train>

Imagen 111: [http://www.transitmiami.com/wp-content/uploads/2011/12/IMG\\_2934.jpg](http://www.transitmiami.com/wp-content/uploads/2011/12/IMG_2934.jpg)

Imagen 112: <https://www.flickr.com/photos/brianogilvie/7036252189/in/album-72157624445284705/>

Imagen 113: <http://www.rideuta.com/news/2015/05/bike-racks-on-trax/>

Imagen 114: <http://totalwomenscycling.com/lifestyle/travel/commuting-taking-your-bicycle-by-train-12197/#kyTMY6Z49ICGpMrc.97>

Imagen 115: <https://www.flickr.com/photos/jamesbondsv/3905721880>

Imagen 116: [http://www.bikeshophub.com/contentimage/large/metro\\_north\\_streetsblog.jpg](http://www.bikeshophub.com/contentimage/large/metro_north_streetsblog.jpg)

Imagen 117: <http://rtam1206.blogspot.com.es/2012/09/getting-to-salzburg-austria.html>

Imagen 118: [http://media.lavozdegalicia.es/scale.php?i=/default/2013/07/16/0012\\_201307V16C4F1.jpg/Foto/V16C4F1.jpg&w=300px](http://media.lavozdegalicia.es/scale.php?i=/default/2013/07/16/0012_201307V16C4F1.jpg/Foto/V16C4F1.jpg&w=300px)

Imagen 119: <http://walkbikejersey.blogspot.com.es/2014/12/no-bikes-on-nj-transit-trains-christmas.html>

Imagen 120: <http://eldelabici.blogspot.com.es/2013/01/el-necesario-boom-del-cicloturismo.html>

Imagen 121: <http://cycloasis.org/the-cycloasis-cycling-adventure/>

Imagen 122: <http://cycloasis.org/the-cycloasis-cycling-adventure/>

Imagen 123: <http://www.alamy.com/stock-photo-bicycle-transport-in-a-swiss-federal-railways-carriage-27343973.html>

Imagen 124: <http://rochesterbicyclingalliance.org/amtrak-unboxed-bicycle-carriage-demonstration-2/>

Imagen 125: <https://www.pinterest.com/pin/279786195574883245/>

Imagen 126: Comparación de enganches entre trayectos largos y cortos, 2016

Imagen 127: <http://cycloasis.org/the-cycloasis-cycling-adventure/>

Imagen 128: [http://www.nordpasdecalais.fr/upload/docs/image/jpeg/2012-07/velo\\_train.jpg](http://www.nordpasdecalais.fr/upload/docs/image/jpeg/2012-07/velo_train.jpg)

Imagen 129: Comparación de enganches entre trayectos largos y cortos, 2016

Imagen 130: Porcentaje de Disposición de Portabicicletas en Trenes Europeos

Imagen 131: Porcentaje de Disposición de Portabicicletas en Trenes de Estados Unidos

Imagen 132: Porcentaje de Disposición de Portabicicletas en Trenes Internacionales

Imagen 133: Clasificación de Trenes Renfe según su disponibilidad de Portabicicletas

Imagen 134: [http://www.greenvalley.fr/templates/4/medias/produits/porte\\_velo/160620\\_v.jpg.jpg](http://www.greenvalley.fr/templates/4/medias/produits/porte_velo/160620_v.jpg.jpg)

Imagen 135: [http://img.pe.class.posot.com/es\\_pe/2015/08/29/Rack-2015082911204.jpg](http://img.pe.class.posot.com/es_pe/2015/08/29/Rack-2015082911204.jpg)

Imagen 166: [http://www.roofbox.co.uk/gal/bkc/TU9103\\_02G.jpg](http://www.roofbox.co.uk/gal/bkc/TU9103_02G.jpg)

Imagen 137: <http://www.todosportes.com/Atera-Giro-Speed>

Imagen 138: <http://www.bikerackhq.com/yakima-frontloader-roof-mount-bike-rack-review/>

Imagen 139: <http://www.ebay.es/itm/Automaxi-Mont-Blanc-Allroad-4-4-bici-enganche-portador-ciclo-/380522298732>

Imagen 140: [http://www.norauto.es/producto/portabicis-enganche-thule-euroride-3-bicis-7pins\\_882100.html](http://www.norauto.es/producto/portabicis-enganche-thule-euroride-3-bicis-7pins_882100.html)

Imagen 141: <http://www.roofrackstore.com.au/thule-euroclassic-g6-ba-928-p-300125.html>

Imagen 142: [http://ecx.images-amazon.com/images/I/41g95jguogL.\\_SY300\\_.jpg](http://ecx.images-amazon.com/images/I/41g95jguogL._SY300_.jpg)

Imagen 143: [http://ecx.images-amazon.com/images/I/41qQreuSgPL.\\_SY355\\_.jpg](http://ecx.images-amazon.com/images/I/41qQreuSgPL._SY355_.jpg)

Imagen 144: <http://www.ebay.com/itm/Cycling-Bike-Storage-Garage-Wall-Mount-Rack-Hanger-Bicycle-Steel-Hook-Holder-/191733324498>

Imagen 145: <http://www.amazon.com/2pc-Heavy-Duty-Bike-Hooks-Lifetime/dp/B003VQ4ZS8>

Imagen 146: <http://www.zoxoro.com/Products/Health-Personal-Care/Household-Supplies/Household-Cleaning/Crawford-STFSR13-Duramount-Flip-Up-Bike-Hook.html>

Imagen 147: [http://www.pricepoint.com/\\_productimages/default/350x350/250\\_tathi3\\_2.jpg](http://www.pricepoint.com/_productimages/default/350x350/250_tathi3_2.jpg)

Imagen 148: [http://image.rakuten.co.jp/bebike/cabinet/option4/420-2203-01-1\\_3.jpg](http://image.rakuten.co.jp/bebike/cabinet/option4/420-2203-01-1_3.jpg)

Imagen 149: <http://www.minoura.jp/products/storage/tower/biketower10/biketower10-m.jpg>

Imagen 150: <https://secure.img1.wfrcdn.com/lf/187/hash/23011/8071486/1/Platinum-Series-2-Bike-Freestanding-Storage-Rack-33062-33064.jpg>

Imagen 151: <https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/564x/8b/08/f1/8b08f12d2d151003afc4db7fa386e5b5.jpg>

Imagen 152:

[https://cdn.cracksandracks.com/media/catalog/product/cache/1/small\\_image/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/r/a/racopro-pbs-2r-floor-bike-stand.jpg](https://cdn.cracksandracks.com/media/catalog/product/cache/1/small_image/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/r/a/racopro-pbs-2r-floor-bike-stand.jpg)

Imagen 153: <http://thumbs.ebaystatic.com/images/g/U8gAAOSwl-BWILg4/s-l225.jpg>

Imagen 154: <https://www.usjcycles.com/accessories/bike-storage-rack/bicycle-display-stand-minoura-ds530/>

Imagen 155: <https://www.cyclesolutions.co.uk/images/products/Pro-Bike-Display-Stand-24383-Medium.jpg>

Imagen 156: <http://www.cheapbikeparts360.com/images/b/7838.jpg>

Imagen 157: <http://www.cyclingdeal.com.au/assets/thumb/CB-750-4A.jpg>

Imagen 158: <http://ecx.images-amazon.com/images/I/41A5a45xqQL.jpg>

Imagen 159: <http://2.bp.blogspot.com/-ZqKKiBokjCk/Uo8-alubDol/AAAAAAAAABKs/UqSRwbKDWBk/s1600/bodegonsimond.jpg>

Imagen 160: <http://www.ferrovicmar.com/imagen-herramientas/mosqueton-alpinismo-pegasowg/mosqueton-pegasowg.jpg>

Imagen 161: <http://www.barrabes.com/images/tienda/products/large/73857.jpg>

Imagen 162: <http://www.cabproducts.com/wp-content/uploads/2014/02/CAB-J-Hoks.jpg>

Imagen 163: [http://ecx.images-amazon.com/images/I/41Pn0mtz9SL.\\_AC\\_UL320\\_SR252,320\\_.jpg](http://ecx.images-amazon.com/images/I/41Pn0mtz9SL._AC_UL320_SR252,320_.jpg)

Imagen 164: <http://www.flowbikestore.com/image/cache/data/M-WAVE/Soporte%20Colgador%20Bicicletas%20pared%20M-wave%20Plegable%20430217%20Negro%20Azul%20LOGO-120x120.jpg>

Imagen 165. PORTABICICLETAS JUNTO A PUERTA DE ACCESO - Ilustración realizada por Jose Vicente Bolea en AutoCad e Illustrator.

Imagen 166. PORTABICICLETAS EN LATERAL LONGITUDINAL DEL VAGÓN - Ilustración realizada por Jose Vicente Bolea en AutoCad e Illustrator.

Imagen 167. PORTABICICLETAS EN ZONA DE AREA DE APARQUE - Ilustración realizada por Jose Vicente Bolea en AutoCad e Illustrator.

Imagen 168. PORTABICICLETAS EN EXTREMOS DE VAGÓN JUNTO A ARTICULACIÓN DE GIRO - Ilustración realizada por Jose Vicente Bolea en AutoCad e Illustrator.

Imagen 169. PORTABICICLETAS EN ZONA CENTRAL DEL VAGÓN - Ilustración realizada por Jose Vicente Bolea en AutoCad e Illustrator.

Imagen 170. Bicicleta Fixie marca 'Colnago'. Fotografía realizada por Jose Vicente Bolea con cámara digital Sony DSC-HX60.

Imagen 171. Usuario con la bicicleta Fixie dispuesta en horizontal. Fotografía realizada por Jose Vicente Bolea con cámara digital Sony DSC-HX60.

Imagen 172. Inclinación de la bicicleta a 45° aproximadamente para su correcta colocación. Fotografía realizada por Jose Vicente Bolea con cámara digital Sony DSC-HX60.

Imagen 173. Usuario colocando la bicicleta en disposición vertical para introducirlo en el portabicicletas del vagón. Fotografía realizada por Jose Vicente Bolea con cámara digital Sony DSC-HX60.

Imagen 174. Vista frontal del usuario junto con la bicicleta de forma paralela. Fotografía realizada por Jose Vicente Bolea con cámara digital Sony DSC-HX60.

Imagen 175. Tabla de Medidas Generales de Ergonomía para la bicicleta Fixie. Elaboración propia por Jose Vicente Bolea.

Imagen 176. Bicicleta Carretera marca 'Giant' Fotografía realizada por Jose Vicente Bolea con cámara digital Sony DSC-HX60.

Imagen 177. Usuario con la bicicleta de Carretera dispuesta en horizontal. Fotografía realizada por Jose Vicente Bolea con cámara digital Sony DSC-HX60.

Imagen 178. Inclinación de la bicicleta a 45° aproximadamente para su correcta colocación. Fotografía realizada por Jose Vicente Bolea con cámara digital Sony DSC-HX60.

Imagen 179. Usuario colocando la bicicleta en disposición vertical para introducirlo en el portabicicletas del vagón. Fotografía realizada por Jose Vicente Bolea con cámara digital Sony DSC-HX60.

Imagen 180. Vista frontal del usuario junto con la bicicleta de forma paralela. Fotografía realizada por Jose Vicente Bolea con cámara digital Sony DSC-HX60.

Imagen 181. Tabla de Medidas Generales de Ergonomía para la bicicleta de Carretera. Elaboración propia por Jose Vicente Bolea.

Imagen 182. Bicicleta de Paseo marca 'Catron'. Fotografías realizadas por Jose Vicente Bolea con cámara digital Sony DSC-HX60.

Imagen 183. Usuario con la bicicleta de Paseo dispuesta en horizontal. Fotografía realizada por Jose Vicente Bolea con cámara digital Sony DSC-HX60.

Imagen 184. Inclinación de la bicicleta a 45° aproximadamente para su correcta colocación. Fotografía realizada por Jose Vicente Bolea con cámara digital Sony DSC-HX60.

Imagen 185. Usuario colocando la bicicleta en disposición vertical para introducirlo en el portabicicletas del vagón. Fotografía realizada por Jose Vicente Bolea con cámara digital Sony DSC-HX60.

Imagen 186. Vista frontal del usuario junto con la bicicleta de forma paralela. Fotografía realizada por Jose Vicente Bolea con cámara digital Sony DSC-HX60.

Imagen 187. Tabla de Medidas Generales de Ergonomía para la bicicleta de Paseo. Elaboración propia por Jose Vicente Bolea.

Imagen 188. Bicicleta de Montaña marca 'Boomerang'. Fotografía realizada por Jose Vicente Bolea con cámara digital Sony DSC-HX60.

Imagen 189. Usuario con la bicicleta de Montaña dispuesta en horizontal. Fotografía realizada por Jose Vicente Bolea con cámara digital Sony DSC-HX60.

Imagen 190. Inclinación de la bicicleta a 45° aproximadamente para su correcta colocación. Fotografía realizada por Jose Vicente Bolea con cámara digital Sony DSC-HX60

Imagen 191. Usuario colocando la bicicleta en disposición vertical para introducirlo en el portabicicletas del vagón. Fotografía realizada por Jose Vicente Bolea con cámara digital Sony DSC-HX60.

Imagen 192. Vista frontal del usuario junto con la bicicleta de forma paralela. Fotografía realizada por Jose Vicente Bolea con cámara digital Sony DSC-HX60.

Imagen 193. Tabla de Medidas Generales de Ergonomía para la bicicleta de Montaña. Elaboración propia por Jose Vicente Bolea.

Imagen 194. Gráfico del Mapa Conceptual para la etapa de Creatividad en el Diseño: Brainstorming. Elaboración propia por Jose Vicente Bolea.

Imagen 195. Tabla de Prioridades de Diseño. Elaboración propia por Jose Vicente Bolea.

Imagen 196. Tabla Codificación de Características. Elaboración propia por Jose Vicente Bolea.

Imagen 197. Tabla Matriz de Valoración. Elaboración propia por Jose Vicente Bolea.

Imagen 198. Tabla del Porcentaje. Elaboración propia por Jose Vicente Bolea.

Imagen 199. Tabla Resultado y Posiciones. Elaboración propia por Jose Vicente Bolea.

Imagen 200. Tabla Regla de la Mayoría. Elaboración propia por Jose Vicente Bolea.

Imagen 201. Tabla Resultado y Posiciones. Elaboración propia por Jose Vicente Bolea.

Imagen 202. Tabla Método DATUM con sistema Áureo. Elaboración propia por Jose Vicente Bolea.

Imagen 203. Tabla Resultado y Posiciones. Elaboración propia por Jose Vicente Bolea.

Imagen 204. Tabla Técnica de la Suma Ponderada. Elaboración propia por Jose Vicente Bolea.

Imagen 205. Tabla Resultado y Posiciones. Elaboración propia por Jose Vicente Bolea.

Imagen 206. Portabicicletas integrado en el vagón de tren. Elaboración propia por Jose Vicente Bolea.

Imagen 207. La estructura principal se basa en láminas de HPL. Elaboración propia por Jose Vicente Bolea.

Imagen 208. Vista lateral del vagón con la distribución de sus elementos. Elaboración propia por Jose Vicente Bolea.

Imagen 209. El tope de goma evita que la rueda salga hacia el pasillo. Elaboración propia por Jose Vicente Bolea.

Imagen 210. El aprovechamiento del espacio en los vagones es clave. Elaboración propia por Jose Vicente Bolea.

Imagen 211. Vista Explosionada de los diferentes componentes del portabicicletas "BIKE & RAIL". Elaboración propia por Jose Vicente Bolea.

Imagen 212. Organigrama descriptivo de todos los componentes del portabicicletas "BIKE & RAIL". Elaboración propia por Jose Vicente Bolea.

Imagen 213. Diferentes tamaños y colores del laminado HPL. Elaboración propia por Jose Vicente Bolea.

Imagen 214. Composición del laminado HPL. Elaboración propia por Jose Vicente Bolea.

Imagen 215. Tabla descriptiva de propiedades del HPL. Elaboración propia por Jose Vicente Bolea.

Imagen 216. Diferentes tamaños y colores del laminado HPL. Elaboración propia por Jose Vicente Bolea.

Imagen 217. Vista seccionada de las láminas que conforman el HPL. Elaboración propia por Jose Vicente Bolea.

Imagen 218. Diferentes tamaños y grosores del policarbonato compacto. Elaboración propia por Jose Vicente Bolea.

Imagen 219. Tabla de propiedades del policarbonato compacto. Elaboración propia por Jose Vicente Bolea.

Imagen 220. La gama de colores es variada, siempre manteniendo la transparencia. Elaboración propia por Jose Vicente Bolea.

Imagen 221 y 222. Desde la materia prima, al caucho se le puede dar infinidad de usos. Elaboración propia por Jose Vicente Bolea.

Imagen 223. Planchas de Acero, que serán destinadas para distintos usos. Elaboración propia por Jose Vicente Bolea.

Imagen 224. Tabla de propiedades del Acero AISI 304. Elaboración propia por Jose Vicente Bolea.

Imagen 225. Esquema del corte por chorro. Elaboración propia por Jose Vicente Bolea.

Imagen 226. Máquina de corte por chorro de agua. Elaboración propia por Jose Vicente Bolea.

Imagen 227. Máquina taladradora CNC. Elaboración propia por Jose Vicente Bolea.

Imagen 228. Taladro con "macho de roscar" para realizar el roscado. Elaboración propia por Jose Vicente Bolea.

Imagen 229. Esquema con el listado de proveedores para conformar el portabicicletas. Elaboración propia por Jose Vicente Bolea.

