



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

**STADLER**  
*Clevere Lösungen auf der Schiene*

# MEMORIA DESCRIPTIVA

“Diseño e industrialización de un  
testero para la plataforma de  
locomotoras EuroDual de Stadler”



**Autor:** Eduardo Vide Arribas

**Tutor:** Víctor Andrés Cloquell Ballester

**Tutor de empresa:** Jose Enrique Alhambra

**Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos  
2015 - 2016**



## **i** ÍNDICE DE SECCIONES

<b>1. INTRODUCCIÓN GENERAL.....</b>	<b>7</b>
1.1 OBJETIVO PRINCIPAL DEL PROYECTO.....	9
1.2 EL CONCEPTO EURODUAL.....	10
<b>2. ESTUDIO DE LA NORMATIVA EXISTENTE.....</b>	<b>11</b>
2.1 DEFINICIÓN.....	13
2.1.1 ORGANISMOS REGULADORES CON INFLUENCIA EN EL SECTOR FERROVIARIO.....	13
2.2 NORMATIVA DE APLICACIÓN EN EL DISEÑO DE TESTEROS.....	14
2.2.1 GÁLIBO.....	15
2.2.1.1 UNE EN 15273-2.....	15
2.2.1.2 UIC 505-1.....	24
2.2.2 LUCES DE BALIZAMIENTO Y POSICIONAMIENTO DEL VEHICULO.....	28
2.2.2.1 UIC 534.....	28
2.2.2.2 UIC 532.....	32
2.2.2.3 NF F 14-401.....	34
2.2.3 VISIBILIDAD EN CABINA.....	38
2.2.3.1 UIC 651.....	38
2.2.4 ESTRIBOS.....	46
2.2.4.1 UNE-EN 16116-1.....	46
2.2.5 ACOPLES.....	49
2.2.5.1 UNE-EN 15020:2008.....	49
2.2.6 TSI.....	53
2.3 CUADRO RESUMEN DE REQUERIMIENTOS PARA EL DISEÑO DEL TESTERO.....	56
<b>3. CREACIÓN DEL MODELO DE CONTORNO.....</b>	<b>57</b>
3.1 DEFINICIÓN.....	59
3.2 VIRTUALIZACIÓN DE LAS RESTRICCIONES.....	59
3.2.1 ESTRUCTURA GLOBAL.....	59
3.2.2 FOCOS Y PILOTOS.....	61
3.2.3 PORTASEÑALES Y PORTABANDERAS.....	62
3.2.4 ASIDEROS.....	62
3.2.5 ELEMENTOS DE CONEXIÓN Y TELEMANDO.....	63
3.2.6 RECTÁNGULO DE BERNA.....	63
3.2.7 ERGONOMÍA VISUAL.....	64
3.2.8 TELEINDICADOR.....	64
3.2.9 LÍMITES ESTRUCTURALES DE INTERÉS PARTICULAR.....	65
3.3 RESUMEN DE LAS VIRTUALIZACIONES.....	66
<b>4. DESARROLLO DE LOS CONCEPTOS.....</b>	<b>67</b>
4.1. DEFINICIÓN.....	69
4.2 ANÁLISIS PREVIO DE ESTILO PROPIO.....	69
4.2.1 VOSSLOH.....	70
4.2.2 STADLER.....	71

4.3 MÉTODOS DE GENERACIÓN DE IDEAS.....	74
4.3.1 MATRIZ DE COMBINACIONES FORMALES.....	74
4.3.2 CROSSOVER DE MARCAS.....	75
4.4 OBTENCIÓN Y DESARROLLO DE SEIS BRUTOS CONCEPTUALES DE PARTIDA.....	78
4.4.1 TERCERA TÉCNICA DE CREATIVIDAD: REDEFINICIÓN.....	81
4.5 DESCARTE, ADAPTACIÓN Y MEJORA DE LOS DISEÑOS MÁS DESTACABLES.....	81
4.6 SUBSIGUIENTES AJUSTES, DETALLADO Y ACABADO ESTÉTICO DE LAS PROPUESTAS.....	86
4.7 VALORACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN DEL DISEÑO A INDUSTRIALIZAR.....	88
4.7.1 PRIMERA ENCUESTA: ASIGNACIÓN DE PESOS.....	89
4.7.2 SEGUNDA ENCUESTA: EVALUACIÓN DE LOS DISEÑOS.....	91
4.7.3 VOLCADO DE LAS PUNTUACIONES Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	92
4.8 INCLUSIÓN DE ELEMENTOS DISTINTIVOS.....	97
4.8.1 COMPARACIÓN DE MEJORAS SOBRE LA PROPUESTA ELEGIDA.....	98
4.9 PROTOTIPADO RÁPIDO DE LA PROPUESTA ELEGIDA.....	100
<b>5. INDUSTRIALIZACIÓN.....</b>	<b>101</b>
5.1 DEFINICIÓN.....	103
5.2 CONSIDERACIONES DE FABRICACIÓN.....	103
5.3 ÁRBOL DE SUBENSAMBLAJES.....	104
5.4 LISTADO DE CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES.....	109
5.5 UTILLAJE.....	121
5.5.1 GANCHO SUPERIOR.....	121
5.5.2 BARRA DE GANCHOS INFERIOR.....	122
5.5.3 ÚTIL DE TRANSPORTE.....	123
5.6 ESPECIFICACIONES DEL MODO DE MONTAJE.....	125
5.7 BLOQUE GENERAL “TESTERO EURODUAL” ENSAMBLADO.....	133
<b>6. ERGONOMÍA DE USO.....</b>	<b>135</b>
6.1 DEFINICIÓN.....	137
6.2 ACCESO AL FOCO DE ALTA.....	137
6.3 ACCESO A LOS PILOTOS INFERIORES.....	138
6.4 EQUIPO DEL LIMIAPARABRISAS/MANDO MÚLTIPLE.....	139
6.5 PORTÓN DEL EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO.....	141
6.5.1 DESMONTAJE DEL DISPOSITIVO TELEINDICADOR.....	143
6.6 ANOTACIONES.....	144
<b>7. ANEXOS.....</b>	<b>145</b>
ANEXO 1. MATRIZ DE COMBINACIONES FORMALES.....	147
ANEXO 2. REFERENCIAS PRODUCTOS FERROVIARIOS.....	165
ANEXO 3. RENDERS DE LAS PROPUESTAS EVALUADAS.....	171
ANEXO 4. REFERENCIAS SECTOR AUTOMOCIÓN.....	181
ANEXO 5. ESPECIFICACIONES DE MATERIALES.....	187
ANEXO 6. INSERTOS.....	191
ANEXO 7. REFUERZOS.....	199
<b>8. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>203</b>

**p** **ÍNDICE DE PALABRAS CLAVE**

Acople.....	49	Gancho.....	51
Análisis de estilo.....	69	GTW.....	73
Balizamiento.....	28	Gálibo cinemático.....	27
Bocina.....	54	Gálibo constructivo.....	26
Brutos conceptuales.....	78	Kiss aeroexpress.....	72
Características componentes.....	109	Legislación gálibo.....	15
Concepto EuroDual.....	10	Límites estructurales.....	65
Conectores mando múltiple.....	52	Matriz de combinaciones.....	147
Contorno asideros.....	62	Mazda 3.....	76
Contorno de Berna.....	63	Modelo de contorno.....	57
Contorno pilotos.....	61	Modo de montaje.....	125
Contorno portaseñales.....	62	Normativa.....	11
Contorno teleindicador.....	64	Objetivo del proyecto.....	9
Contorno telemando.....	63	Pasamanos.....	46
Coordenadas normales.....	25	Portabanderas.....	34
Crossover.....	76	Portaseñales.....	28
Cuadro resumen.....	56	Posición conductor.....	38
Dimensionado de gálibo.....	15	Propuesta final.....	98
Distintivos Stadler.....	82	Propuestas testero.....	86
Encuestas de pesos.....	89	Prototipo.....	100
Encuestas de valoración.....	91	Puntuaciones.....	92
Ensamble general.....	133	Redefinición.....	81
Ergonomía foco de alta.....	137	Resumen de virtualizaciones.....	66
Ergonomía limpiaparabrisas.....	139	Seat Ateca.....	76
Ergonomía pilotos.....	138	Señalización fija.....	28
Ergonomía portón.....	141	Soporte portaseñales.....	31
Ergonomía visual.....	64	Subensamblajes.....	108
Espacio de Berne.....	48	TSI.....	53
Especificaciones bloques.....	104	Utillaje.....	121
Especificaciones moldeo.....	103	Ventanas.....	39
Estribos.....	46	Visibilidad.....	45
Estructura EuroDual.....	60		
Flirt 3.....	70		
Flirt Fortworth.....	73		
Flirt NSB.....	73		





## INTRODUCCIÓN GENERAL



Stadler Valencia (conocida al inicio de este trabajo como Vossloh España o Vossloh Rail Vehicles) se encuentra desarrollando la cuarta generación de locomotoras diseñadas íntegramente en sus instalaciones, la locomotora *EuroDual*. Se trata de una nueva familia de locomotoras híbridas (tracción diésel y eléctrica) basadas en la versatilidad y universalidad. La principal ventaja de este tipo de locomotoras es la posibilidad de operar diferentes servicios de pasajeros y de mercancías, con el mismo vehículo.

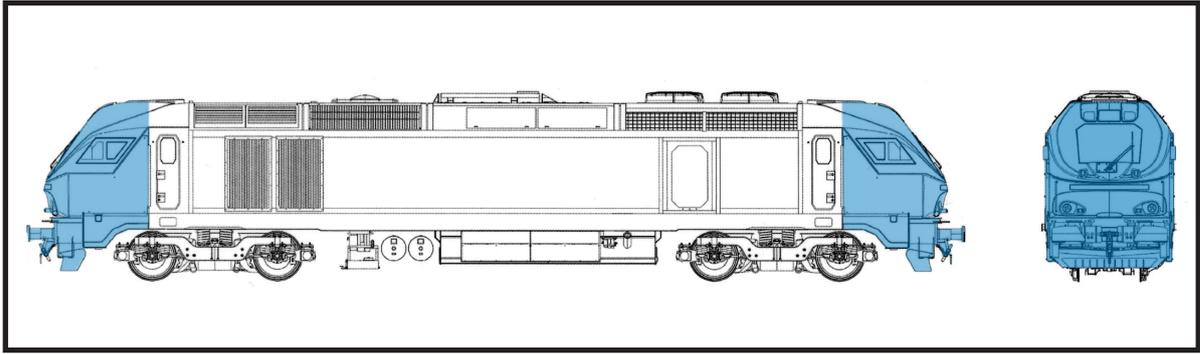


Render de la locomotora EuroDual, extraído de un catálogo de la empresa.

Por otro lado, y dentro del marco de estudios del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos, se presentó la oportunidad de realizar el denominado TFG *Trabajo Fin de Grado*, que sintetiza las competencias adquiridas durante la formación universitaria, con Vossloh España, aprovechando la implantación de una cátedra de convenio entre ésta y la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño *ETSID*. El proyecto partía de un trabajo de diseño sobre la plataforma tecnológica desarrollada en torno a la *EuroDual*.

## 1.1 OBJETIVO PRINCIPAL DEL PROYECTO

Se propone rediseñar el frontal de dicha locomotora EuroDual para cambiar su imagen sin necesidad de readaptar otros componentes del vehículo, y así poder variar el aspecto de ésta con el menor coste. Se aprovecha todo el cuerpo de la locomotora a excepción de las áreas denominadas testeros, objeto del presente trabajo. Los testeros comprenden la zona frontal y directamente lateral del vehículo y que es responsable en gran parte de la imagen o personalidad de la locomotora.



Las zonas a tratar objeto del trabajo, los testeros. La imagen no corresponde a la locomotora Eurodual en sí, si no a otro modelo anterior de Vossloh España, la Euro3000AC.

## 1.2 EL CONCEPTO EURODUAL

Esta plataforma de locomotoras surge como solución a la necesidad de los operadores ferroviarios de prestar diferentes tipos de servicios con el menor número posible de movimientos de material rodante y su consiguiente coste.

El concepto se basa en la idea de una máquina, que puede operar tanto por vías dotadas de electrificación por medio de catenaria como por aquellas que no la poseen. Este concepto de locomotora se denomina *dual*. Por otro lado, la locomotora es apta para el arrastre de trenes tanto de viajeros como de mercancías; esta característica se denomina *universal* en el argot ferroviario.

Una de las estrategias de mercado de Vossloh es, en la medida de lo posible, ofrecer un vehículo en serie personalizado (más allá de las condiciones técnicas) para atraer una mayor cuota de mercado. En el caso de esta plataforma de locomotoras, se puede *customizar* estéticamente el de testero, lo que comporta que a una misma estructura base del cuerpo principal de la locomotora, se le pueda variar el carenado que va situado en el testero de la máquina, según los diseños disponibles o nuevos que se puedan realizar expresamente por gusto del cliente.



**2**

ESTUDIO DE LA NORMATIVA EXISTENTE



## 2.1 DEFINICIÓN

Con el fin de asegurar el correcto diseño de cualquier nuevo material rodante a construir, existe una serie de normativas, de ámbito nacional e internacional que obligan a las empresas constructoras y a las administraciones ferroviarias a acotar el dimensionamiento de los diferentes órganos y estructuras que comprenden el futuro vehículo. Se busca así un correcto funcionamiento de la gestión ferroviaria, en aras de términos como la *seguridad* o la *interoperabilidad*.

En su vertiente de universalidad y posibilidad de que el material rodante pueda circular por varios países, la *interoperabilidad* resulta de importante relevancia para la empresa constructora ya que, a raíz de unificar el diseño del material rodante para una serie de países, se consigue un diseño más óptimo del vehículo. Este diseño, con las mínimas modificaciones, puede ofrecerse a una mayor área regional de venta, lo que se traduce en una mayor cantidad de operadores y empresas ferroviarias que puedan adquirir el vehículo.

En el caso del diseño de testers, objeto de este trabajo, las normas aplicables hacen referencia a las dimensiones y/o posición de los siguientes elementos: gálibo total, sistema de posicionamiento lumínico, visibilidad de cabina y ángulos de visión ergonómicos, situación de elementos de seguridad y asideros y, finalmente, los acoples entre vehículos.

Así pues, en este punto se estudia toda la normativa que puede ser relevante en el caso del presente proyecto, mencionando aquellos puntos de la misma que condicionan de forma directa el diseño frontal. En particular, las normas analizadas son de ámbito Europeo (como se especifica en el apartado 2.1.1, *Organismos reguladores con influencia en el sector ferroviario*) y han sido cedidas en particular por Vossloh/Stadler para la realización de este trabajo.

Por otro lado, de la normativa analizada se omite muchas veces información referente a otros tipos de vehículos ferroviarios, tales como coches, vagones, unidades múltiples, etc. Esto es debido a que la normativa especifica claramente cuál es el objeto de la norma en la mayoría de los casos, y para otras tipologías de vehículos las características cambian, no siendo las adecuadas para el desarrollo del vehículo objeto del trabajo (locomotora *EuroDual*). Sin embargo, y como se verá en la fase de diseño conceptual, sí se toman elementos de estos otros tipos de unidades para generar diseños globales o de piezas particulares.

### 2.1.1 ORGANISMOS REGULADORES CON INFLUENCIA EN EL SECTOR FERROVIARIO

Genéricamente, cada país dispone de su propia normativa particular debido a particularidades diversas, vinculadas en muchos de los casos a particularidades culturales e históricas de la evolución ferroviaria de cada país. Ello se traduce en unas condiciones de circulación que difieren entre los distintos países; no obstante, como ya hemos apuntado, con el paso del tiempo la normativa tiende a unificar criterios en pos de la interoperabilidad. Usualmente a más reciente fecha de publicación de la norma, mayor es el ámbito regional que abarca.

Los organismos que regulan las normas consultadas son los siguientes:

**UIC - Union Internationale des Chemins de Fer - *Unión Internacional de Ferrocarriles***  
 Es la asociación mundial para la cooperación de los diferentes entes del sector ferroviario. Tiene una influencia histórica muy importante en el desarrollo de normas a nivel global, y más marcadamente en el ámbito europeo desde el primer cuarto del s.XX. Su origen francés indica también la influencia y el poder industrial de este país a la hora de desarrollar tecnología ferroviaria.

- **ERA - European Railway Agency - Agencia Ferroviaria Europea**

Encargada de la redacción y revisión de la normativa TSI Technical Specification for Interoperability. De reciente creación, su matriz se halla en el Parlamento de la Unión Europea.

- **CEN - Comité Europeo de Normalización**

Elabora las normativas EN Estándar Europeo en colaboración con diferentes países de la Unión y otros socios externos.

- **ENAC - Entidad Nacional de Acreditación**

De ámbito español, junto con otros organismos estatales como el CTN Comité Técnico de Normalización y productores, administraciones, etc. de un país, generan las normas UNE Una Norma Española

- **AFNOR - Association française de Normalisation - Asociación francesa de Normalización**

Equivalente a la AENOR Asociación Española de Normalización en el ámbito francés y redactora de la normativa NF Norme Française.

## 2.2 NORMATIVA DE APLICACIÓN EN EL DISEÑO DE TESTEROS

Se han agrupado en bloques las normas analizadas utilizando el criterio de ámbito de aplicación, resultando cinco grupos :

- Gálibos.
- Luces, balizamiento y posicionamiento del vehículo.
- Visibilidad de cabina.
- Estribos y accesorios.
- Acoples.

A lo largo de este apartado se menciona, en primera lugar, un breve resumen del contenido de la norma, extraído directamente de cada uno de los documentos a analizar.

Tras cada introducción, se citan los párrafos convenientes a tener en cuenta, así como una referencia al punto al que pertenece en el documento normativo. También se incluyen las figuras o esquemas asociados, si los hubiera.

Todas aquellas notas o citas extraídas de las normas se traducen inmediatamente al castellano.

Finalmente se listan los conceptos clave extraídos de la norma para facilitar su localización durante fases posteriores del trabajo.

Adicionalmente, y debido a las referencias y diferentes fechas de publicación de las distintas normas, se ha seguido el siguiente criterio de prioridad para analizarlas:

- Norma de más reciente publicación.
- Norma más detallada
- Norma con más países abarcados.

(\*) En el caso de las normas UIC, se especifica según el apartado si es recomendable u obligatoria; para el trabajo se han tomado todas las condiciones como obligatorias preferentemente para la obtención de un testero fiel a una normativa más restringida.

## 2.2.1 GÁLIBO

### 2.2.1.1 UNE EN 15273-2

- **Aplicaciones ferroviarias / Gálivos / Parte 2: Gálivos de material rodante. Año: 2013**

- **Resumen**

Esta norma es la versión oficial, en español, de la norma Europea EN 15273-2:2013 (p.1)

La norma analizada determina el dimensionamiento general del vehículo a construir en aras de respetar los gálivos de circulación libres de obstáculos dentro del ámbito europeo, tal y como aparecereflejado en su apartado 1 Objeto y campo de aplicación:

[...]

Este documento es aplicable por las autoridades implicadas en todos los tipos de actividades ferroviarias. Esta norma europea se aplica a nuevos diseños, a los vehículos modificados y a la verificación del gálivo de los vehículos existentes.

La aplicación de las reglas de esta norma europeahace posible determinar el límite de las dimensiones de los vehículos que permiten respetar los gálivosde los obstáculos.

Esta norma europea incluye:

-Las reglas asociadas referentes al material rodante, para todos los gálibos. [...] (p.17)

#### • Análisis

La norma ha de ser cumplida en aras de conseguir la circulación interoperable del vehículo, en especial de los procedentes de la TSI Technical Specification for Interoperability – ETI Especificación Técnica de interoperabilidad:

[...]

#### 5 REQUISITOS COMUNES

- a) Es obligatorio respetar la asociación prevista en cada gálibo entre su perfil y sus reglas asociadas.
- b) Aunque el vehículo en cuestión no respete, total o parcialmente, los requisitos exigidos de esta norma, puede aprobarse para circular con limitaciones. Sin embargo, no es compatible con todas las infraestructuras liberadas para el gálibo del mismo nombre. Si se trata de gálivos previstos a nivel de la ETI (Especificación Técnica de Interoperabilidad), es posible que el vehículo no responda, desde el punto de vista del gálibo, a los requisitos de interoperabilidad. [...] (p.23)

Se indica la obtención del gálibo para diversas situaciones y su correspondiente cálculo:

[...]

#### 5.1 Gálivos estáticos y cinemáticos

##### 5.1.1 Descripción del método de cálculo

Teniendo en cuenta las desviaciones o desplazamientos laterales de los vehículos (especificadas en las reglas asociadas a cada gálibo), las semianchuras de los vehículos considerados deben ser como mucho iguales a las semianchuras correspondientes del perfil de referencia, reducidas en los valores  $E_i$  o  $E_a$ , calculados aplicando las fórmulas dadas en esta norma europea. Las reducciones  $E_i$  y  $E_a$  deben tomarse en sus valores positivos, si son negativos. [...] (p.23)

Se define la tipología del vehículo:

[...]

##### 5.1.2 Clases de vehículos

Para aplicar las fórmulas correctas a cada tipo de vehículo, los vehículos se han clasificado de la siguiente forma:

- Locomotora: unidad tractora equipada con bogies motores. No están destinadas a transportar viajeros ni mercancías; [...] (p.23)

Se indican además ciertos condicionantes para el uso de los gálibos estáticos y dinámicos,

[...]

#### 5.1.4 Límites para la utilización de los gálibos estáticos

La utilización de gálibos estáticos está autorizada con la condición de que el coeficiente de flexibilidad del vehículo en cuestión sea inferior al valor límite indicado en las reglas asociadas a cada gálibo estático (0,2 para el gálibo G1 y 0,3 para los gálibos GA, GB, GB1, GB2 y GC, etc.).

Si el coeficiente de flexibilidad del vehículo examinado sobrepasa este valor límite, es obligatorio utilizar otros gálibos, cinemáticos o dinámicos, que permitan tener en cuenta la inclinación, adicional con respecto a los valores límite admisibles para gálibos estáticos.

#### 5.1.5 Condiciones de utilización de los gálibos cinemáticos

a) Las fórmulas especificadas en cada gálibo cinemático deben aplicarse introduciendo todos los parámetros de "caso más desfavorable", es decir, con los parámetros considerados en sus valores máximos (por ejemplo, holguras, desplazamientos laterales y verticales, etc.), mientras que se tienen en cuenta combinaciones realistas de parámetros. [...] (p.25)

Las tolerancias dimensionales admisibles en el cálculo del gálibo:

[...]

#### 5.1.6 Tolerancias dimensionales de los vehículos

Estas tolerancias son las diferencias entre los valores dimensionales nominales y los valores que la tecnología de construcción permite alcanzar realmente.

Las dimensiones de los vehículos terminados se deben mantener dentro del gálibo máximo de construcción del vehículo.

Para los gálibos cinemáticos incluidos en esta norma, se admite que el cálculo despreja una parte de las tolerancias, hasta:

- 0,01 m sobre las alturas de las partes superiores e inferiores;
- 0,0025 m sobre las semianchuras b.

Este margen no puede adoptarse para aumentar sistemáticamente las dimensiones nominales de los vehículos. [...] (p.26)

Y las formas de obtener el gálibo constructivo:

[...]

## 5.2 Métodos dinámicos

### 5.2.1 Principios generales

La explotación segura de material rodante ferroviario sobre una estructura dada exige el mantenimiento de las distancias suficientes entre el vehículo y las infraestructuras vecinas, así como entre los vehículos que circulan sobre las vías adyacentes.

Estas distancias se determinan restando de las infraestructuras y de otras estructuras situadas en el borde de la línea, el gálibo dinámico del material rodante y la distancia entre éste y los obstáculos.

Esta norma europea incluye:

- a) un catálogo de los principales perfiles de referencia para el método dinámico existentes en Europa y sus reglas asociadas, por medio de las cuales se determinan o verifican las dimensiones máximas de los materiales rodantes;
- b) las reglas asociadas con el método absoluto, por medio de las cuales se determinan o verifican las dimensiones máximas de los materiales rodantes.

### 5.2.2 Método dinámico basado en un perfil de referencia

Un perfil de referencia para el método dinámico es una sección transversal general dada que, en las condiciones especificadas, no deben sobrepasar los vehículos.

Se debe calcular una envolvente de barrido por el vehículo, definiendo el espacio máximo que debe ocupar el vehículo en condiciones normales de servicio y en condiciones de avería. Esta envolvente se debe mantener dentro del perfil de referencia, en las redes por las que debe circular el material rodante.

El método de determinación del gálibo de acuerdo con esta norma describe dos formas diferentes de cálculo de los movimientos del material rodante.

#### 1) Cálculo de los movimientos con la ayuda de fórmulas geométricas:

Las fórmulas geométricas dan valores de movimientos extremos para ciertos casos y ciertas secciones, de forma que se permita un dimensionado previo del vehículo o un método simplificado de determinación del gálibo. [...] (p.26-p.27)

A continuación, el documento incluye una serie de anexos normativos específicos para las diferentes administraciones ferroviarias europeas, de los cuales adjuntamos aquellos que abarquen una mayor área geográfica y se adecuen a las características de la locomotora de desarrollar y por tanto son susceptibles de ser utilizados en el trabajo.

[...]

## A.2 Gálibo estático G1

### A.2.1 Perfiles de referencia de las partes laterales y de las partes altas

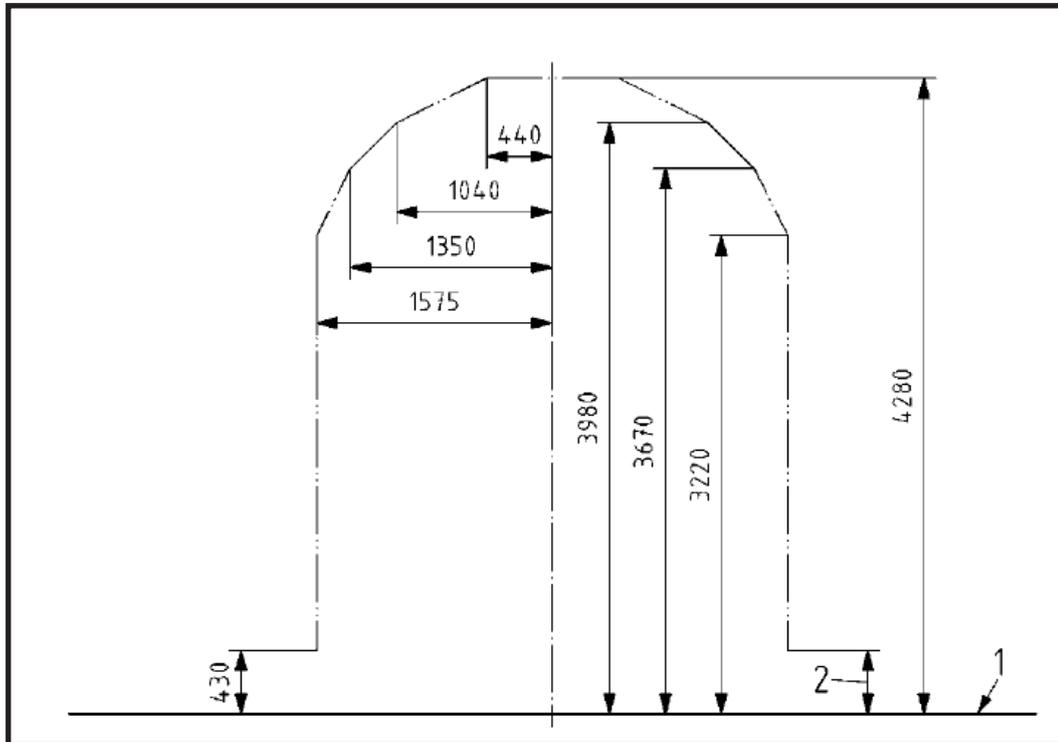


Figura A.1 – Perfil de referencia del gálibo estático G1

### Leyenda

1. Plano de rodadura.
2. Partes bajas según el apartado A.2.2.

[...](p.29)

[...]

### A.2.2.2 Perfil de referencia estático GI2 de las partes inferiores

El perfil GI2 aplica a los vagones que no pasan ni sobre las vías en lomo de asno de las estaciones de clasificación ni sobre los frenos de vía en posición activada (véase la figura A.3).

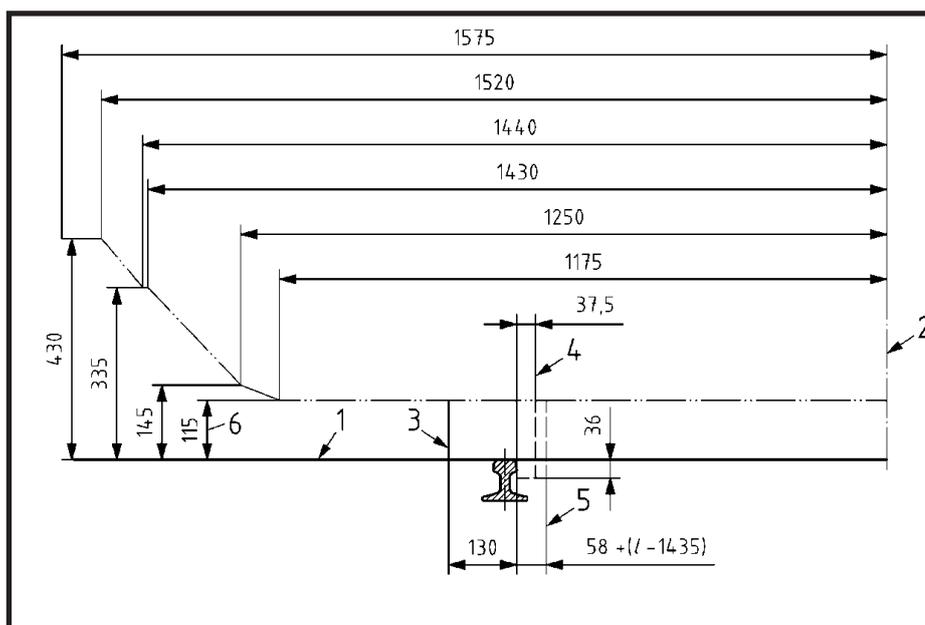


Figura A.3 – Perfil de referencia de las partes inferiores del gálbo estático GI2

### Leyenda

1. Plano de rodadura.
2. Eje del perfil de referencia.
3. Posición límite de la cara externa de la rueda.
4. Anchura máxima teórica del perfil de las pestañas, teniendo en cuenta la oblicuidad posible de los ejes en la vía.
5. Posición efectiva de la cara interna de la llanta cuando el eje está empujado contra el carril opuesto.
6. Valores que puedan reducirse en 15 mm para las partes no suspendidas.

[...](p.30-p.31)

[...]

### A.3 Gálibo cinemático G1

#### A.3.1 Generalidades

El gálibo G1 es el gálibo que deja libre la infraestructura en la mayor parte de los países de Europa continental.

Se divide en dos partes:

- Parte alta, definida por encima de un plano situado a 400 mm del plano de rodadura, común a todos los vehículos;
- Parte baja, definida a partir y por debajo del plano situado a 400 mm del plano de rodadura. Esta parte es diferente según que los vehículos deban o no circular sobre los frenos de vía y otros dispositivos de clasificación y de parada en posición activa (parte por debajo de 130 mm).

Los coches cargados deben respetar las reglas del perfil GI2, cuando se encuentran sobre una vía no curvada verticalmente.

Los furgones y los vagones, vacíos y cargados, deben respetar el perfil GI1.

#### A.3.2 Perfiles de referencia de las partes laterales y de las partes altas del gálibo G1

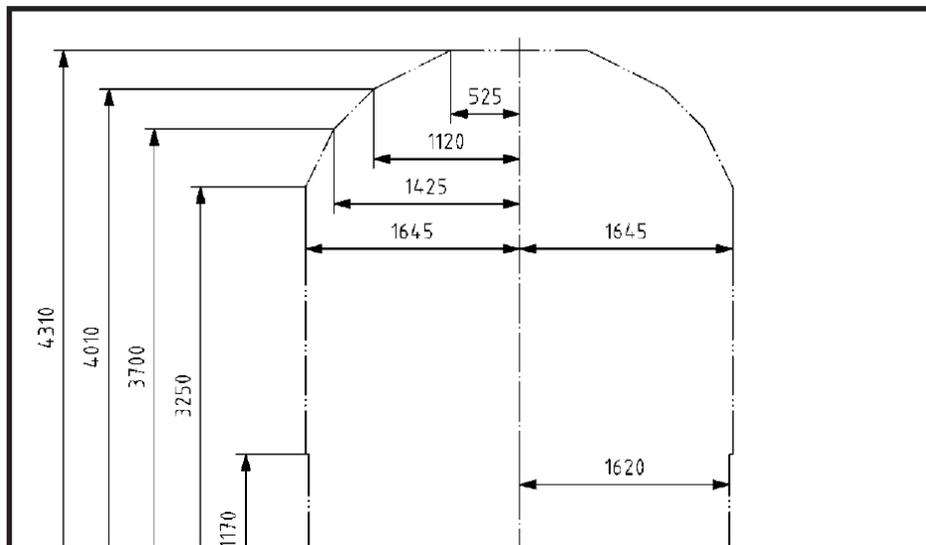


Figura A.4 – Perfil de referencia del gálibo cinemático G1

#### Leyenda

1. Plano de rodadura
2. Partes inferiores del perfil, según el apartado A.3.3

[...](p.33-p.34)

[...]

### A.3.3.2 Perfil de referencia GI2

GI2: perfil de la parte por debajo de 130 mm para a los vehículos que no deben circular sobre los frenos de vía y otros dispositivos de maniobra y parada en posición activa (véase la figura A.6).

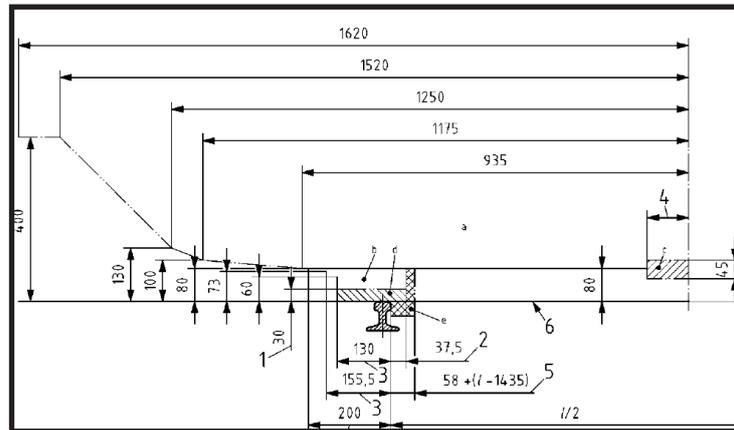


Figura A.6 – Perfil de referencia de las partes inferiores para el gálibo cinemático GI2

### Leyenda

- a. Zona para las partes alejadas de las ruedas.
  - b. Zona para las partes en la proximidad inmediata de las ruedas.
  - c. Zona de las escobillas de los contactos fijos de vía.
  - d. Zona para las ruedas y otras partes que entran en contacto con los carriles.
  - e. Zona ocupada exclusivamente por las ruedas.
1. Límite, que no se puede exceder, de las partes situadas en la parte exterior de los ejes extremos (quitapiedras, expendedores de arena, etc.) para el paso sobre los detonadores. Sin embargo, este límite puede no ser respetado por las partes situadas entre las ruedas, siempre que permanezcan dentro de la estela de las ruedas.
  2. Anchura máxima teórica del perfil de la pestaña en el caso de los contracarriles.
  3. Posición límite efectiva de la cara exterior de la rueda y de las partes asociadas con la rueda.
  4. Cuando el vehículo está inscrito, en cualquier posición, en una vía en curva de radio  $R=250$  m (radio mínimo para la instalación del contacto fijo de vía) y con un ancho de vía de 1,465 mm, ninguna parte del vehículo que pueda caer por debajo de 0,100 m por encima de la superficie de rodadura de los carriles, excepto las escobillas de contacto, se debe encontrar a menos de 0,125 m del eje de la vía (véase la figura A.12). Para las partes u órganos situados entre los bogies, esta dimensión es de 0,150 m.
  5. Posición límite efectiva de la cara interna de la rueda cuando la rueda opuesta tiene a su pestaña en contacto con el carril contrario. Esta dimensión varía con el aumento del ancho de vía.
  6. Plano de rodadura.

[...](p.36)

[...]

A.3.4.2 Determinación de las alturas máximas por encima del plano de rodadura  
Para el caso de un vehículo vacío, sin desgaste, y de sus órganos situados en la cercanía de la parte superior del gálibo, las alturas máximas por encima del plano de rodadura,  $h \geq 3,25$  m, se determinan teniendo en cuenta los desplazamientos verticales descritos en los apartados siguientes.

A.3.4.2.2 Recuperación de las suspensiones

La recuperación de las suspensiones se tiene en cuenta considerando un desplazamiento global de 10 mm por cada etapa de suspensión.

No se tiene en cuenta la componente vertical de los desplazamientos cuasi estáticos.[...](p.48)

[...]

A.3.8 Consideración de las desviaciones transversales de los vehículos

Estos desplazamientos son la suma de los desplazamientos siguientes:

1. Desplazamientos geométricos que resultan de la inscripción en curva y en vía en alineación recta del vehículo (salientes, holguras transversales, etc.), con el eje del vehículo considerado perpendicular al plano de rodadura;
2. Desplazamientos cuasi estáticos, resultantes del balanceo de las partes suspendidas por efecto de la gravedad (vía con peralte) y/o de la aceleración centrífuga (vía en curva);
3. Flechas transversales de caja, que en general se desprecian salvo para los tipos de vagones especiales o fuertemente cargados, para los que estos valores son particularmente altos. [...](p.53)

• **Palabras clave**

- Legislación gálibo
- Cálculo, condiciones y tolerancias del gálibo
- Dimensionado del gálibo (estático)
- Dimensionado del gálibo (dinámico)
- Condicionantes añadidos de dimensionado del gálibo.

### 2.2.1.2 UIC 505-1

#### • Railway transport stock / Rolling stock construction gauge. Año: 2006

##### • Resumen

En la anterior norma UNE EN 15273-2 aparece referenciada esta norma como parte de su bibliografía; debido a ello, gran parte del contenido será idéntico y se seguirán los criterios de prioridad de análisis de la normativa.

Tal y como indica la norma, es del ámbito de aplicación del proyecto:

[...]

The provisions in this Leaflet [...] are obligatory for all types of rolling stock to be built (powered vehicles, coaches, vans, wagons) for use in international service.

[...] (p.3)

[...]

Los datos aportados en este documento [...] son obligatorios para cualquiera de los tipos de vehículos a construir (autopropulsados, coches, furgones, vagones) para su uso en servicio internacional.[...]

Y describe el contenido de la norma:

[...]

A gauge comprises two fundamental elements:

- A reference profile,
- Rules associated with this profile.[...]

The latter comprise a set of formulae and application conditions which, on the basis of the reference profile, make it possible to determine:

- For the Rolling Stock Departments, the maximum construction gauge.[...](p.2)

[...]

Un gálibo comprende dos elementos fundamentales:

- Un gálibo de referencia,
- Reglas asociadas a dicho gálibo.[...]

Esto último comprende un conjunto de fórmulas y unas condiciones de aplicación que, basadas en el gálibo de referencia, permiten determinar:

- Para los departamentos de material rodante, el gálibo máximo de construcción.[...]

• Análisis

La norma posee un apartado de definiciones técnicas relativas a la construcción y cálculo del gálibo, de las cuales citamos las relativas al trabajo a desarrollar:

[...]

3 – Definitions

3.1 – Normal Coordinates

The expression “normal coordinates” is used for orthogonal axes defined in a plane normal to the longitudinal centreline of the rails in nominal position; one of this axes, sometimes called horizontal, is the intersection of the specified plane and the running surface; the other is the perpendicular to this intersection at equal distance from the rails.

For calculation purposes this centerline and the vehicle centerline must be considered as coincident in order to be able to compare the vehicle construction gauges and the lineside structure limit gauges, both calculated on the basis of the kinematic gauge reference profile which is common to both.

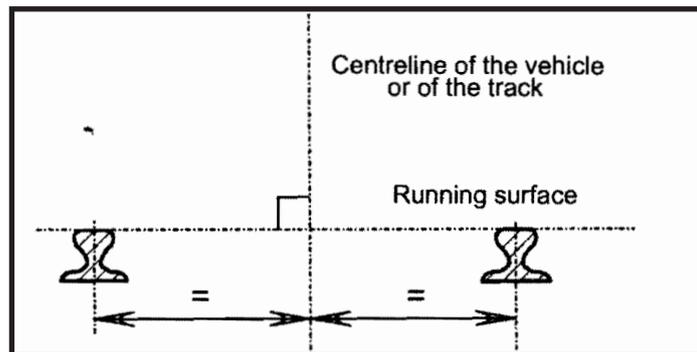


Fig. 1 - Centreline of the track in nominal position

[...] (p.4)

[...]

3- Definiciones

3.1-Coordenadas normales

La expresión “coordenadas normales” se usa para los ejes ortogonales definidos en un plano normal al eje longitudinal central de los raíles en posición nominal; uno de estos ejes, llamado también horizontal, es la intersección del plano especificado y la superficie de desplazamiento; el otro es perpendicular a dicha intersección y centrado entre los raíles.

Por motivos de cálculo esta línea central y la del vehículo deben ser consideradas coincidentes para comparar los gálibos constructivos del vehículo y de la infraestructura, ambos basados en el cálculo del gálibo cinemático de referencia.  
 [...]

[...]

### 3.2 – Reference profile

Profile related to normal coordinates, always accompanied by associated rules used, for rolling stock, to define the maximum construction gauge.[...] (p.3)

[...]

### 3.2 – Perfil de referencia

Perfil relacionado con las coordenadas normales, acompañado siempre de reglas asociadas utilizadas, para el material rodante, para definir el gálibo constructivo máximo.[...]

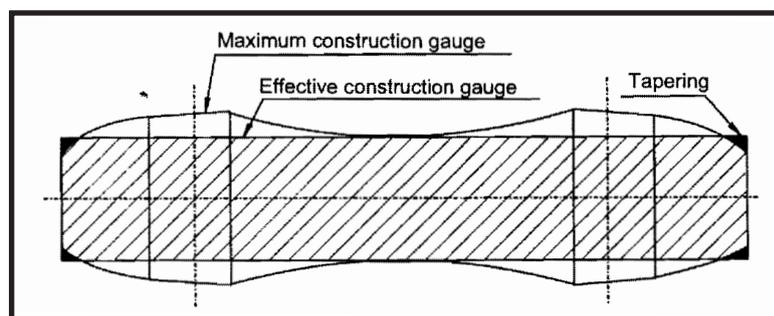
La definición 3.7 de la norma 505-1 es importante a tener en cuenta ya que advierte de un fenómeno habitual en el diseño de vehículos, el tapering, consistente en un achaflanado característico en muchas unidades de material rodante construidas y que se deriva de la limitación de dimensiones de la caja del vehículo en curva.

[...]

### 3.7 – Maximum construction gauge for rolling stock

The maximum construction gauge is the maximum profile[...] which the various parts of the rolling stock must respect.

In general, the effective construction gauge uses only partially the non-hatched areas within the maximum construction gauge for the installation of foot-steps, hand-rails, etc.



3.7 – Maximum construction gauge for rolling stock

[...] (p.7)

[...]

### 3.7 – Gálibo máximo constructivo para material rodante

*El máximo gálibo constructivo es el perfil máximo [...] que los diferentes componentes del material rodante deben respetar.*

*En general, el gálibo de construcción efectiva usa solo parcialmente las zonas no tramadas de la imagen en el máximo gálibo constructivo para la instalación de escaleras, pasamanos, etc.[...]*

[...]

### 3.8- Kinematic gauge

This covers the furthest positions in relation to the centres of the normal coordinates likely to be taken by various parts of rolling stock, taking into account the most unfavourable positions of the axles on the track, the lateral play and semi-static movements attributable to the rolling stock to the track.[...] (p.7)

[...]

### 3.8- Gálibo cinemático

*Cubre las posiciones extremas en relación con los centros de las coordenadas normales susceptibles de ser utilizadas por los diferentes equipos del material rodante, teniendo en cuenta las posiciones más desfavorables de los ejes, el movimiento lateral y los movimientos cuasi-estáticos atribuibles al material rodante en la vía. [...]*

Aparece a continuación un punto de comentarios relacionados con los cálculos y una referencia a los diferentes gálibos no relacionados con el material rodante (infraestructura, instalaciones fijas, etc.).

El siguiente punto de interés, nombrado en la norma como 5-Reference profile for the kinematic gauge Perfil de referencia para el gálibo cinemático, es prácticamente idéntico a aquellos referidos al gálibo cinemático G1 aparecido en la norma UNE EN 15273-2, resultando idénticas las definiciones, dimensiones y dibujos aparecidos.

El resto del documento son los métodos de cálculo y ejemplos del gálibo, que carecen de relevancia directa para el desarrollo del trabajo.

#### • Palabras clave

- Coordenadas normales
- *Tampering*
- Gálibo constructivo
- Gálibo cinemático

## 2.2.2 LUCES DE BALIZAMIENTO Y POSICIONAMIENTO DEL VEHICULO

A continuación se analizan todas las normas relativas a aquellos dispositivos que, propios al tren o externos, indican su posición día y noche durante su uso comercial. Las normas se tratan con el orden de prioridad utilizado en este trabajo.

### 2.2.2.1 UIC 534

• **Signal-lamps and signal-lamp brackets for locomotives, railcars and all tractive and self-propelled stock. Año: 2012**

#### • Resumen

En el apartado *Scope* se indica claramente que el ámbito de esta norma es el material de tipo autopropulsado (como es el caso de una locomotora) y la colocación de los elementos señales y portaseñales:

[...]

The provisions set out in this leaflet shall apply to the fitting of signals and signal brackets to locomotives, railcars, multiple-unit trains and driving trailers used in international traffic.[...] (p.2)

[...]

*Las disposiciones mostradas en este documento deben aplicarse al posicionamiento de las señales y portaseñales en las locomotoras, vagones, unidades de tren múltiple y remolques con cabina usados en el tráfico internacional.[...]*

#### • Análisis

El apartado 2 del documento define las características técnicas de las luces fijas, empezando por el posicionamiento:

[...]

2.1 - Locomotives, rail motors vehicle and motor-coach trains must be equipped, at both ends, with two permanently-fixed electric signal-lamps, placed on the same horizontal plane, at a height above rail between 1,50 m and 1,70 m.[...] (p.3)

[...]

*2.1 - Las locomotoras, vehículos ferroviarios y coches ferroviarios motorizados deben estar equipados, en ambos extremos, con dos lámparas de señalización eléctricas permanentemente fijadas, colocadas en el mismo plano horizontal, a una altura sobre el carril de entre 1,50 m y 1,70 m.[...]*

En el caso particular del diseño para 200 km/h, el apartado 2.2 arroja flexibilidad de condiciones:

[...]

2.2 - The spacing between the two signals must be as wide as possible, without falling below 1,30m; this measurement may, as an exception, be reduced to 1 m for streamlined stock. [...] (p.3)

[...]

2.2 - El espacio entre las dos señales debe ser lo más amplio posible, sin descender por debajo de 1,30 m; Esta medida puede, como excepción, ser reducida a 1 m en material rodante aerodinámico. [...]

En diversos países la señalización del vehículo se realiza mediante un triángulo lumínico, lo que nos lleva a diseñar el testero para aceptar dicha señal en aras de una mayor interoperabilidad; ya sea bajo o sobre la luna delantera siempre y cuando se encuentre de la mitad superior del vehículo en adelante:

[...]

2.3 - In addition, locomotives, rail motor vehicles and motor coach trains must be designed in such a way that they may be fitted, when required, with a third permanently-fixed electric signal lamp, placed, at each end, in the upper central section of the powered unit[...] (p.3)

[...]

2.3 - Además, las locomotoras, vehículos ferroviarios y coches ferroviarios motorizados deben estar diseñados de tal forma que, cuando sea necesario, puedan equiparse con una tercera lámpara de señalización eléctrica permanentemente fijada, en cada extremo, en la parte central superior de la unidad motorizada. [...]

Se especifica además la presencia de un dispositivo de cambio de color, relacionado con el sentido de la marcha del vehículo:

[...]

2.4 - Each of the two lower permanently-fixed electric signal-lamps must be fitted with an aspect changeover device enabling either a white or red aspect to be shown, except when these signals consist of superimposed optical lenses[...] (p.3)

[...]

2.4 - Cada una de las dos señales eléctricas permanentemente fijadas debe estar equipada con un sistema de cambio de aspecto que permita mostrar ya sea un aspecto blanco o uno rojo, excepto cuando estas señales consisten en lentes ópticas superimpuestas. [...]

Y se añade, en el aspecto de cambio de color, una recomendación:

[...]

2.5 - It is recommended that the electric signal-lamps [...] be provided with holders to take coloured glasses (yellow or green)[...] (p.3)

[...]

2.5 - se recomienda que las señales eléctricas [...] se provean de anclajes para colocar lentes tintadas (amarillas o verdes) [...]

Se indica el dimensionamiento:

[...]

2.6 - Circular lamps must have a diameter of at least 170 mm. Rectangular lamps must be at least 110 mm wide in the horizontal plane.[...] (p.3)

[...]

2.6 -Las lámparas circulares deben tener un diámetro mínimo de 170 mm. Las lámparas rectangulares deben de ser de al menos 110 mm de ancho sobre el plano horizontal. [...]

El resto de subpuntos no citados del punto 2 alude a características de luminosidad y funcionamiento o mantenimiento de las luces. El punto 3 de la norma informa de la existencia de luces no permanentes y su acomodación en el vehículo, en el testero, mediante *porta-señales*:

[...]

3.1 - Independently of the permanently fixed electric signal lamps, locomotives [...] must be equipped, at each end, with two signal-lamp brackets intended to accommodate discs or flags for day signalling or, when necessary, emergency lamps.[...] (p.5)

[...]

3.1 - Independientemente de las luces eléctricas permanentes, las locomotoras [...] deben equiparse, en cada extremo, de dos porta-señales para insertar discos o banderas para señalización diurna o, si fuera necesario, luces de emergencia. [...]

[...]

3.2 - The signal-lamp brackets of streamlined stock may be retractable or removable. [...] (p.5)

[...]

3.2 - Los portaseñales del material rodante aerodinámico pueden ser o bien retractables o removibles. [...]

[...]

3.3 - These signal-lamp brackets shall, generally, be placed between the buffers and the corner of the vehicle at a height of between 1,50 m and 1,70 m above the rail level. [...] (p.5)

[...]

3.3 - Estos portaseñales deben, generalmente, estar situados entre los topes y las esquinas del vehículo a una altura de entre 1,50 m y 1,70 m sobre el nivel del carril. [...]

Los puntos 3.5 y 3.6 indican como debe ser el propio portaseñales, que hace referencia a la norma UIC 532, norma que trataremos a continuación:

[...]

3.5 - The signal-lamp brackets must have a rectangular fixing slot [...] as defined in UIC Leaflet 532, plate 1. [...] (p.5)

[...]

3.5 - Los portaseñales deben llevar un soporte de fijación rectangular[...]tal y como se define en el documento UIC 532, ficha 1. [...]

[...]

3.6 - The signal lamp brackets must be placed in such a way that the space necessary for the signals (lamp or discs), laid down in UIC Leaflet 532, Plate 3, remains free. [...] (p.5)

[...]

3.6 - Los portaseñales deben colocarse de tal forma que respeten el espacio necesario para las señales (lámparas o discos) definidos en el documento UIC 532, ficha 3. [...]

• **Palabras clave**

- Posición señalización fija
- Número señalización fija
- Dimensionamiento señalización fija
- Posición portaseñales
- Número de portaseñales

### 2.2.2.2 UIC 532

#### • Matériel remorqué / Porte signaux // Voitures / Signaux électriques fixes. Año: 1991

##### • Resumen

Tras analizar la norma, esta hace referencia a material remolcado y ramas (como indica en su título), y por lo tanto las características y dimensiones, si bien similares, no complementan a los ya indicados por la norma 534 al tratarse de vehículos distintos al desarrollado en el trabajo, locomotoras. Por lo tanto, de esta norma se han extraído aquellos requerimientos solicitados por la norma 534.

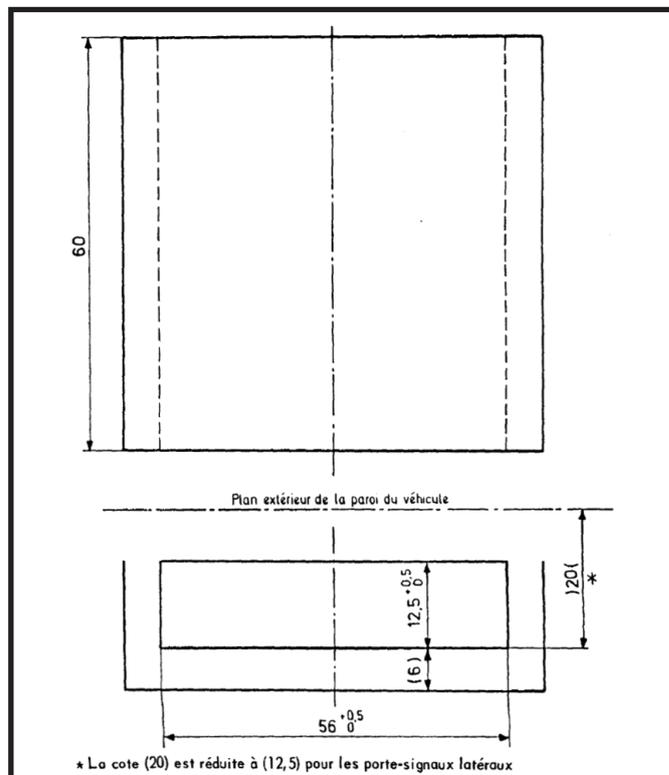
##### • Análisis

Recordemos que los apartados requeridos por la norma UIC 534 son:

[...]

3.5 – Los portaseñales deben llevar un soporte de fijación rectangular[...]tal y como se define en el documento UIC 532, ficha 1. [...]

Dicho soporte aparece en el *Anexo 1* de la norma UIC 532:



(\*) La cota (20) se reduce a (12.5) para los porta-señales laterales.

Dimensiones del porta-señales. Annexe 1. Porte signaux (532)

[...]

3.6 – Los portaseñales deben colocarse de tal forma que respeten el espacio necesario para las señales (lámparas o discos) definidos en el documento UIC 532, ficha 3. [...]

La señal estandarizada para extremos aparece reflejada en el anexo 2 de la norma UIC 532 :

[...]

L'enveloppe ménage au-dessus de la lanterne la plus haute, l'espace nécessaire à sa mise en place.[...]

[...]

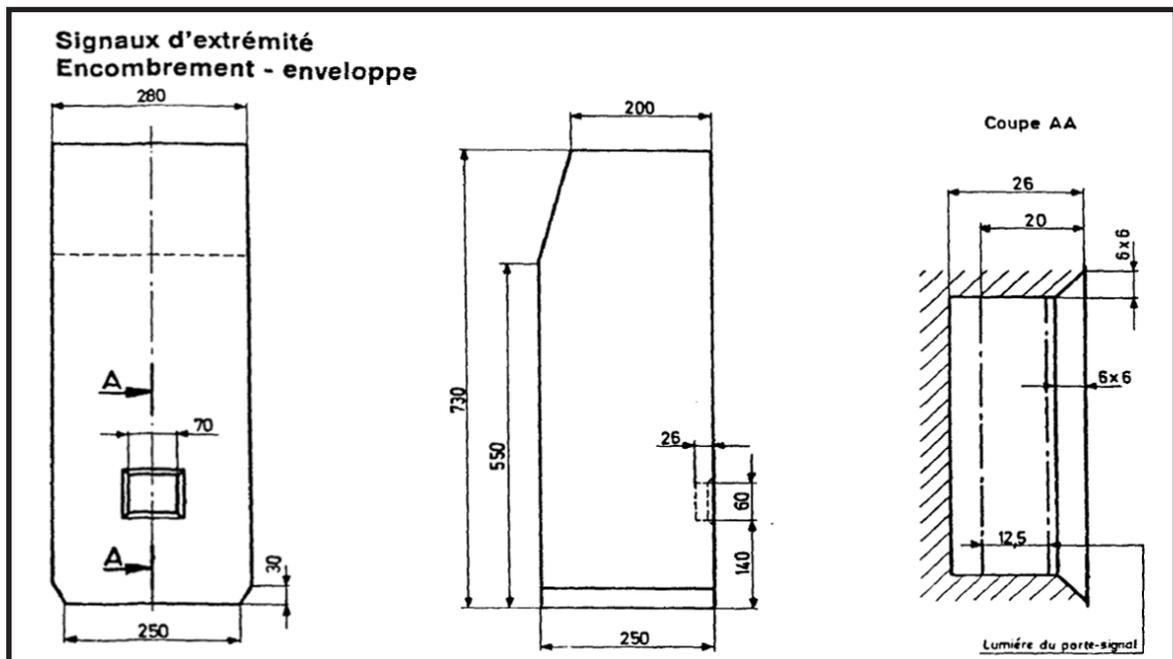
El recubrimiento mostrado indica el espaciado necesario para la colocación.[...]

[...]

Les dimensions de l'évidement situe á l'arriere de l'enveloppe correspondent a l'encobrement d'un porte-signal unifié soudé en applique.[...]

[...]

Las dimensiones de la cavidad trasera corresponden al recubrimiento de un portaseñales unificado.[...]



Señal estandarizada. Annexe 2. Signaux d'extrémité. Encombrement - enveloppe.

• Palabras clave

- Porta-señales: Placa
- Porta-Señales: Señal unificada

### 2.2.2.3 NF F 14-401

#### • Porte-Drapeau et porte-signal / Disposition sur les vehicles. Año: 1980

##### • Resumen

La última norma a tratar en materia de señalización corresponde a esta norma, cuyo contenido se basa en las normas ya tratadas UIC 532 y 534. Su ámbito de uso está demarcado por Francia y su explotación ferroviaria estatal (SNCF, Sociedad Nacional de los Ferrocarriles Franceses) pero aporta disposiciones añadidas en cuanto a un elemento de señalización no tratado en las otras normas: los *banderines*.

[...]

Les prescriptions de la présente norme répondent aux règles de signalisation régies par le Règlement S1E du Règlement Général de Sécurité (RCS) de la S.N.C.F. (Société Nationale des Chemins de fer Français). Elles sont conformes à celles des fiches du code UIC (Union Internationale des Chemins de fer) suivantes:

- 532 « Matériel remarqué : porte-signaux - Voitures : signaux électriques fixes
- 534 « Signaux et porte-signaux des locomotives, autorails et de tous engins moteurs et automoteurs[...] (p.2)

[...]

*Las preescipciones de la presente norma responden a las reglas de señalización establecidas por el reglamento S1E del Reglamento General de Seguridad (RGS) de la SNCF (Sociedad Nacional de los Caminos de Hierro Franceses). Son conformes a las fichas del código UIC (Unión internacional de Ferrocarriles) siguientes:*

- 532: *Material remolcado: porta señales; Coches: Señales eléctricas fijas*
- 534 *Señales y Porta-Señales de locomotoras, automotores y cualquier máquina o automotriz.[...]*

[...]

La présente norme détermine, pour les matériels moteurs et remarqués :

- l'emplacement des porte-drapeau et des porte-signal,
- l'enveloppe à réserver sur les véhicules pour la mise en place des drapeaux et des signaux amovibles.[...] (p.2)

[...]

*La presente norma determina, para el material motor y remolcado:*

- La posición de los portabanderas y los portaseñales*
- La zona a reservar en los vehículos para poder colocar las banderas las señales móviles.[...]*

• Análisis

La norma indica claramente la disposición de los portabanderas:

[...]

5. DISPOSITION DES PORTE-DRAPEAU

Tous les véhicules moteurs sont munis, à leurs deux extrémités, de deux porte-drapeau (quatre porte-drapeau par véhicule). [...] Les porte-drapeau sont situés dans les zones délimitées par les parois latérales du véhicule et les tampons, de manière que les drapeaux soient toujours visibles par un observateur placé le long de la paroi latérale du véhicule [...] (p.2)

[...]

5 DISPOSICIÓN DE LOS PORTABANDERAS

Todos los vehículos motores deben llevar, en cada extremo, dos portabanderas (cuatro por vehículo). [...] Los portabanderas se sitúan en las zonas delimitadas por la pared lateral y los toques del vehículo, de tal forma que son visibles por un observador situado en el lateral del vehículo.[...]

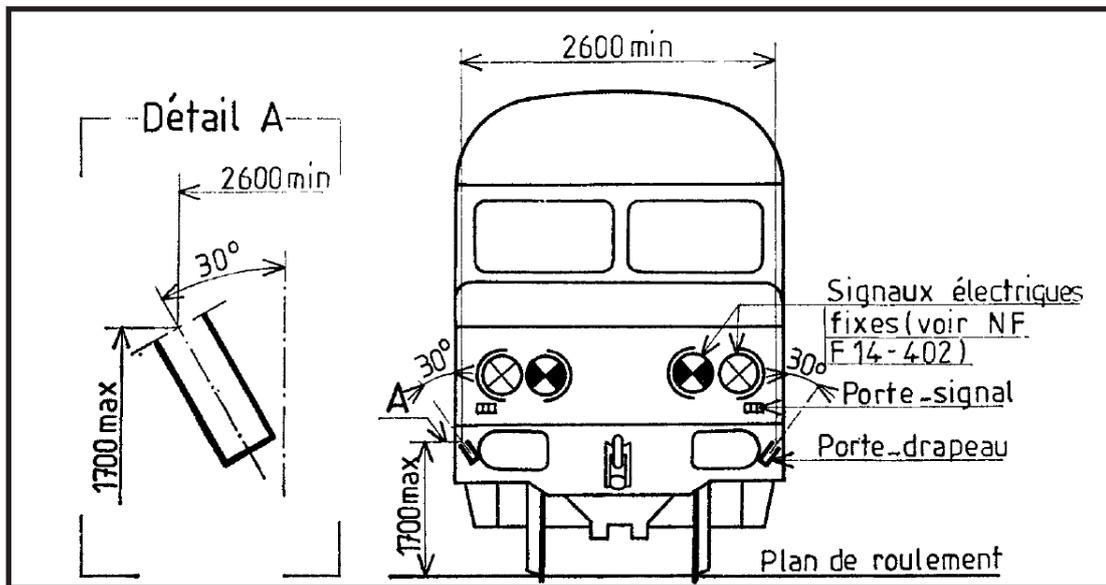


Figura 1. Posición límite de los porta-banderas en el material rodante.

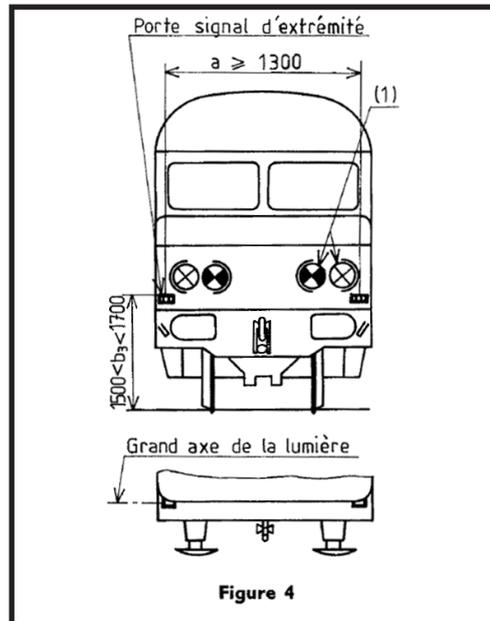
En cuanto a los porta-señales, se indican dos parámetros adicionales: el espaciado mínimo y una tercera señal, al estilo de las luces fijas de la norma UIC 534:

[...]

Les porte-signal d'extrémité sont, en principe, situés dans les zones délimitées par la verticale des tampons et les parois latérales du véhicule. Si cette disposition ne peut être retenue, leur espacement [...] ne doit en aucun cas être inférieur à 1300. [...] (p.3)

[...]

Los porta-señales de los extremos son, inicialmente, situados dentro de las zonas delimitadas por la vertical de los topes y la pared lateral del vehículo. Si esta disposición no pudiera conseguirse, el espaciado [...] no será en ningún caso inferior a 1300 mm.[...]



(1): Señales eléctricas fijas según norma NF F 14-402 (obsoleta).

Figura 4: Disposición de porta-banderas en vehículos motrices.

[...]

Les véhicules moteurs[...] appelés a circuler en service international, doivent être aptes à recevoir une signalisation frontale (fixe et amovible), située dans l'axe longitudinal et vers le haut du véhicule. [...] (p.4)

[...]

Los vehículos motores [...] destinados al servicio internacional tendrán una señalización frontal (fija y móvil) situada dentro del eje longitudinal y en la parte superior del vehículo [...]

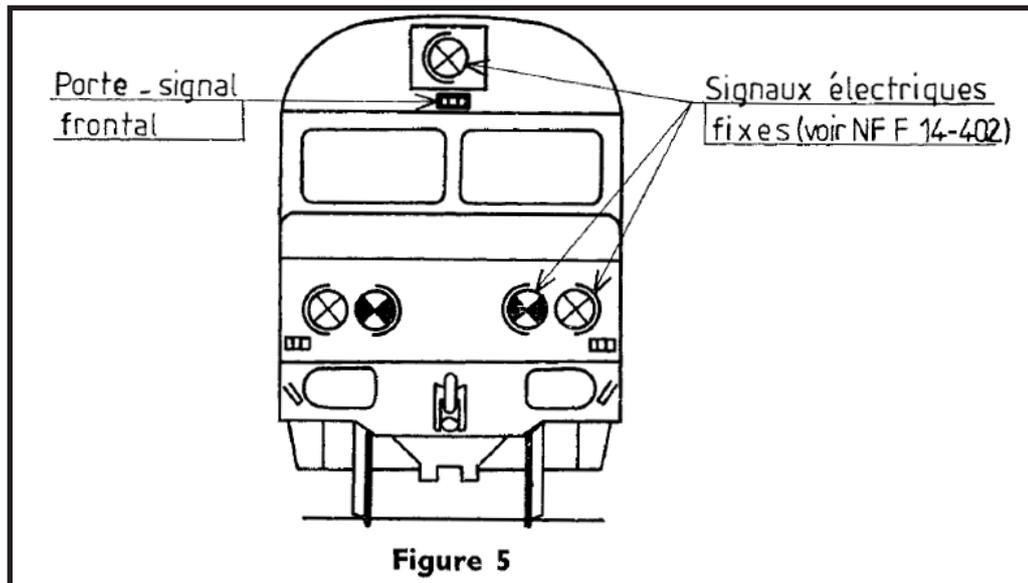


Figura 5: Disposición de la señal móvil complementaria.

Adicionalmente, se ofrecen las dimensiones oportunas para que el banderín pueda ser retirado del vehículo sin dificultad. También se indican asimismo las del porta-señales pero son idénticas a la norma UIC 532.

[...]

#### 7. ENVELOPPES A RESERVER SUR LES VÉHICULES POUR LA MISE EN PLACE ET LE RETRAIT DES DRAPEAUX ET DES SIGNAUX AMOVIBLES

Ces enveloppes délimitent les espaces à réserver autour des porte-drapeau et des porte-signal, pour la mise en place des drapeaux et des signaux amovibles. Il y a lieu de prévoir, également, un volume d'accès à l'enveloppe, afin de faciliter la mise en place du drapeau ou du signal, ainsi que sa visibilité.

##### 7.1 Enveloppe pour la mise en place d'un drapeau

Une enveloppe cylindrique doit être réservée dans l'axe du porte-drapeau (figure 11). [...] (p.6)

[...]

#### 7. ESPACIOS A RESPETAR PARA LA COLOCACIÓN Y RETIRADA DE BANDERAS Y SEÑALES PORTÁTILES

Estos espacios delimitan aquellos a reservar para el porta-banderas y la placa del porta-señales. Además, es necesario reservar un espacio para la colocación de éstos para facilitar el acceso y la visibilidad.

##### 7.1 Espacio para la colocación de la bandera

Un espacio cilíndrico debe reservarse desde el eje del porta-banderas (figura 11).[...]

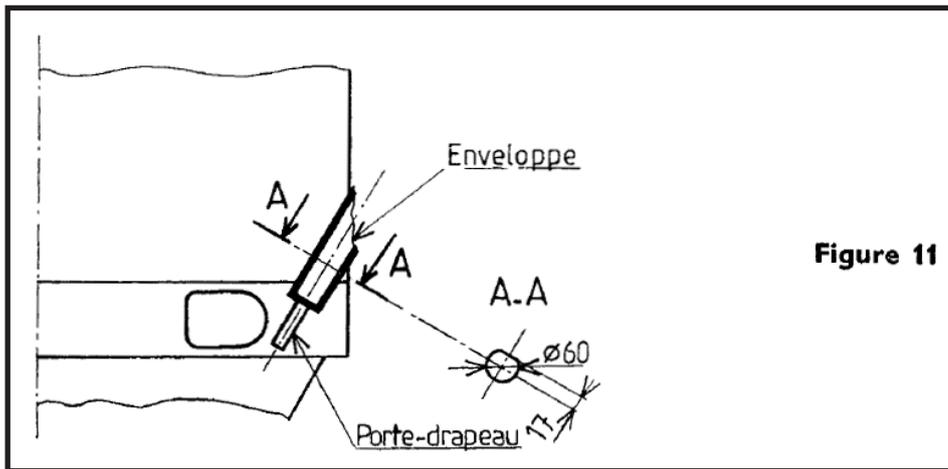


Figura 11: Espacio a reservar en el porta-banderas

- Palabras clave

- Posición porta-banderas
- Número de porta-banderas
- Dimensiones porta-banderas
- Posición añadida porta-señales

## 2.2.3 VISIBILIDAD EN CABINA

### 2.2.3.1 UIC 651

- Layout of driver's cabs in locomotives, railcars, multiple unit trains and driving trailers.  
Año: 2002

- Resumen

La norma define la configuración espacial de la cabina, lo que redundará en la colocación de diferentes elementos en el exterior del testero; principalmente, en el dimensionado de ventanas.

[...]

These provisions apply to locomotives [...] They are not only designed to facilitate international traffic, but also to give general pointers for the layout of drivers' cabs. [...](p.1)

[...]

Estas normas se aplican a locomotoras [...] No solo están diseñadas para facilitar el tráfico internacional, sino que además dan nociones básicas de la disposición de la cabina del conductor. [...]

La norma además está en consonancia con los gálibos analizados en la norma UIC 505:

[...]

The rules contained in this leaflet are based on the gauge definition given in UIC Leaflet 505[...] (p.1)

[...]

*Las reglas contenidas en este documento se basan en la definición de gálibo dada en el documento UIC 505 [...]*

#### • Análisis

Para empezar, debemos tener en cuenta la posición del conductor para determinar sus ángulos de visión desde el puesto de conducción:

[...]

1.2 - Driver's seat

1.2.1 - The driver's cab of locomotives, [...] must be laid-out in such a way that the driver is seated and facing the track when driving. [...] (p.2)

[...]

1.2 – Asiento del conductor

1.2.1 – La cabina de las locomotoras [...] debe ser colocada de tal forma que el conductor esté sentado de cara a la vía durante la conducción. [...]

[...]

1.2.3 - The driver's cab of locomotives must be designed so that the driver can also drive in the standing position, [...] (p.2)

[...]

1.2.3 – La cabina debe ser diseñada para que el conductor pueda conducir de pie también. [...]

Seguidamente, extraemos aquellas normas aplicadas a las ventanas que se utilizarán en el diseño del futuro testero:

[...]

2.7 - Windows of drivers' cabs

2.7.1 - Types of Windows

Only the following three categories of window shall be taken into consideration:

- Front Windows: panes built wholly or partly into external walls or doors positioned transversely to the running direction and used for observing the track and signals.

- Side Windows: panes built into the side walls or side doors.
- Other Windows: all other panes with an area greater than 250cm<sup>2</sup> [...] (p.6)

[...]

## 2.7 – Ventanas de la cabina

### 2.7.1 - Tipos de ventanas

Sólo las siguientes categorías deben ser consideradas:

- Ventanas frontales: aquellas construidas en huecos de paredes externas o puertas posicionadas transversalmente a la dirección de movimiento y utilizadas para ver la vía y señales.
- Ventanas laterales: aquellas construidas en huecos de paredes o puertas laterales.
- Otras ventanas: todas aquellas en huecos con un área mayor a 250 cm<sup>2</sup> [...]

[...]

### 2.7.2 - Arrangement and dimensions of Windows

The front windows must be suitably dimensioned to enable the driver and the second man, if any, to observe the track and (visual) signals correctly, while complying with the conditions specified in point 3 - page 13. Consequently, the distance from the top edge of the front window or of the heated second window (if any) to the floor on which the driver stands upright, must not be less than 1 800 mm.

Each of the two side walls or side doors of the cab must be provided with at least one window through which, when open, crew may observe the train [...] The dimensions of at least one of the side windows on each side of every driver's cab must be such that, in an emergency, the staff are able to exit from the cab through a window after breaking the glass, if other suitable facilities are not provided.

All window panes in drivers' cabs must be positioned with reference to the external visual signals and the internal sources of light, etc. in such a way that crew in the normal working position cannot be misled or inconvenienced by reflections.

### 2.7.3 - Materials of window panes

All window panes in the three categories mentioned [...] must be made of safety glass and must bear a distinctive indelible sign. [...] The types of safety glass used for the front windows, and any heated windows [...] of drivers' cabs must not alter the colour of signals and their quality must be such (generally laminated glass) that the glass, when pierced or starred, remains in position and affords staff protection and sufficient visibility to enable the train to continue its journey.

The type of safety glass used for side window panes must comply with the conditions of point 2.7.2 - page 6 (generally toughened safety glass).[...] (p.6 – p.7)

[...]

### 2.7.2 – Disposición y dimensiones de las ventanas

Las ventanas frontales deben ser dimensionadas de tal forma que el conductor y acompañante (si hubiera) puedan ver la vía y las señales visuales correctamente, cumpliendo los requisitos de la {disposición interna de la cabina}. Consecuentemente, la altura del borde superior de esta ventana o una ventana interna térmica (si la hubiera) al suelo donde se apoya el conductor no debe ser menor a 1800 mm.

Cada una de las paredes o puertas laterales deben llevar al menos una ventana a través de la cual la tripulación pueda ver el tren. Las dimensiones de al menos una de las ventanas en cada lateral debe ser tal que, en caso de emergencia, la tripulación pueda salir por una de las ventanas rompiendo el cristal, si otros medios no se aportan.

### 2.7.3 – Materiales de las lunas de las ventanas

Todas las lunas de los tres tipos mencionados [...] deben realizarse en cristal de seguridad y portar por ello un signo distintivo. [...] Los tipos de cristal de seguridad utilizados en la luna frontal o en cualquier otra luna térmica [...] de la cabina no debe alterar el color de la señalización y su calidad debe ser tal (por lo general, cristal laminado) que el cristal, cuando se ralle o se resquebraje, permanezca en su sitio y proporcione protección y visibilidad suficiente a la tripulación para continuar el viaje.

El tipo de cristal utilizado en las lunas laterales debe cumplir las condiciones {descritas en el punto 2.7.2} (por lo general, cristal templado). [...]

[...]

2.8.1 - It must be possible, in daylight, for all the details in the drivers' cabs, especially the means of access and escape, to be easily distinguishable. [...] (p.8)

[...]

2.8.1 – Debe ser posible, a la luz del día, para todos los detalles relacionados con las salidas de emergencia, ser fácilmente distinguibles [...]

Y finalmente, la norma ofrece los condicionantes de visión, ilustrados mediante unos apéndices que se muestran al final de la traducción de la cita:

[...]

## 3 - Visibility from drivers' cabs

### 3.1 - General

...The following rules govern the conditions of visibility for each running direction along straight track and in curves with a radius of 300 m and more. They apply to the position of the driver as well as to that of the second man, when this latter position is a permanent fixture.

## 3.2 – Application

### 3.2.1 - Reference position of vehicle in relation to track

This is defined as follows:

Horizontally:

- On straight track, the vehicle shall be assumed to be in the median position, i.e. with its longitudinal axis coinciding with the track centre;
- On curved track, the vehicle shall be assumed to have its longitudinal axis centrally perpendicular to the curve radius.

Vertically:

- The vehicle shall be assumed to have semi-worn tyres and to carry two-thirds of its supplies.

### 3.2.2 - Reference position for the eyes of crew members

The position of the driver's eyes, when driving in a sitting or standing posture, is represented in each case by a reference surface centered on the longitudinal axis of the driver's seat (see Appendix D - page 28). For postures defined in Appendices F - page 30 and H - page 34, the upper and lower limits of these two reference surfaces are determined by the actual eye position of the smallest and tallest driver considered...

...The reference surface for driving in the standing position is always assumed to be vertical...

## 3.3 - Conditions of visibility

### 3.3.1 - Visibility of high signals

High signals located up to 2,50 m to the right or left of the track centre, and positioned at a height of up to 6.30 m above the running surface, must be visible - from every point within the reference surfaces defined [...] over a distance of 10 m or more between them and the front plane of the buffers.

When driving in the standing posture, a reduction in the visibility of high signals is permitted, but the distance between cab floor and the upper edge of the front window pane must not be less than the minimum distance stipulated.

### 3.3.2 - Visibility of low signals

3.3.2.1 - Low signals located to the right or left of the track, level with the running surface, and at a distance of up to 1,75 m from the track centre, must remain continually visible - from every point within the reference surfaces defined [...] over a distance of 15 m or more between them and the front plane of the buffers. [...] (p.13 - p.14)

[...]

### 3 – Visibilidad desde la cabina de conducción

#### 3.1 – General

*...Las siguientes normas disponen las condiciones de visibilidad para ambos sentidos de circulación en rectas y curvas de radio superior a 300 m. Se aplican a la posición del maquinista y su acompañante, si la posición de este último es permanente.*

#### 3.2 – Aplicación

##### 3.2.1 – Referencia de posición del vehículo respecto a la vía

Se define como sigue:

Horizontalmente:

- En rectas, se asume que el vehículo se halla en una posición media, por ejemplo, con su eje longitudinal coincidiendo con el centro de la vía.
- En curvas, se asume que el vehículo tiene su eje longitudinal perpendicular al radio de la curva.

Verticalmente:

- Se asume que el vehículo posee las llantas desgastadas a la mitad de subida útil y carga con dos tercios de su equipamiento (nota: en este caso, equipamiento se refiere a todas aquellas cargas auxiliares necesarias para hacer funcionar el vehículo, como los líquidos refrigerantes o el aire del sistema de freno).

##### 3.2.2 – posición de referencia de los ojos de la tripulación

*La posición de los ojos del maquinista, conduciendo sentado o de pie, se representa en cada caso mediante una superficie centrada en el eje longitudinal del asiento del maquinista (apéndice D, página 28). Para las posturas definidas en los apéndices F, página 30 y H, página 34, los límites superior e inferior de estas superficies se determinan por la posición real de los maquinistas de estatura más baja y más alta considerados.*

*...La superficie de referencia para conducir de pie se asume siempre vertical...*

#### 3.3 – Condiciones de visibilidad

##### 3.3.1 – Visibilidad de señales altas

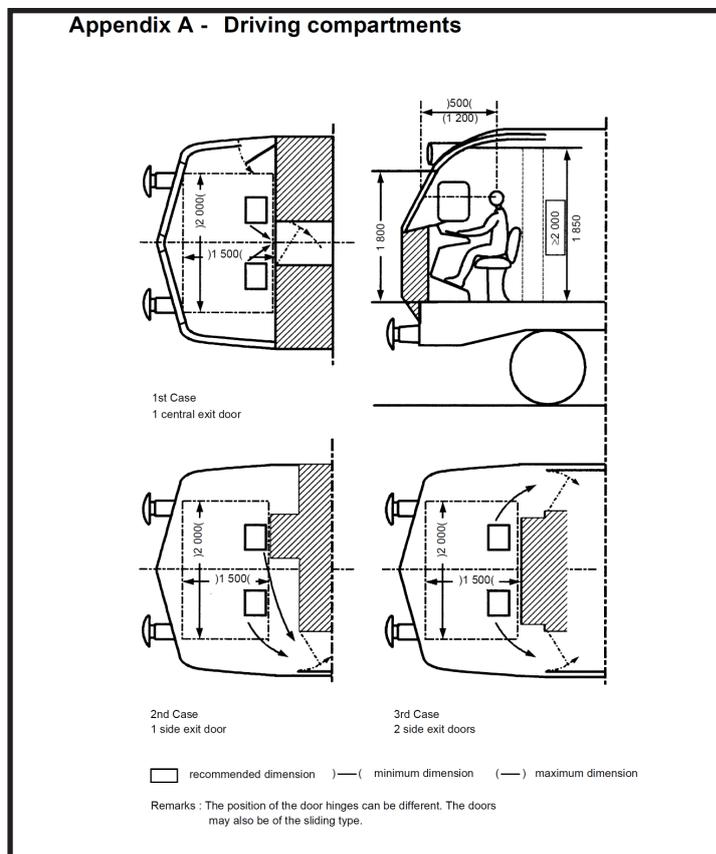
*Las señales altas situadas a más de 2,5 m a izquierdas o derechas de la vía, y situadas a una altura de 6,30 m sobre el plano de rodadura, deben ser visibles (para cada punto de las superficies de referencia definidas) [...] a una distancia de 10 metros o más entre ellas y el plano frontal de los topes.*

Cuando se conduce de pie, se permite una reducción de la visibilidad de las señales, pero la distancia entre el suelo de la cabina y el borde superior de la cabina no debe ser menor que la distancia mínima estipulada.

### 3.3.2 – Visibilidad de señales bajas

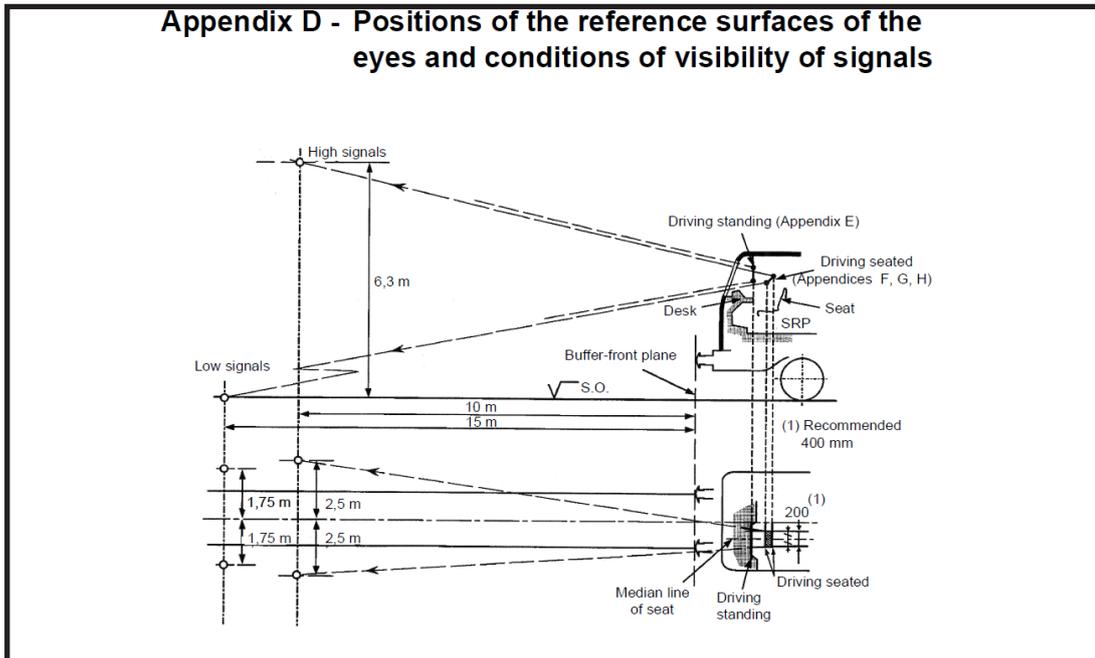
3.3.2.1 – Las señales bajas situadas a izquierdas o derechas de la vía, al nivel del plano de rodadura, y a una distancia de 1,75 m del eje de la vía, deben permanecer visibles continuamente (desde cada punto dentro de las superficies de referencia definidas) [...] y a una distancia de 15 m o más entre la señal y el plano frontal de los topes [...]

En el gráfico adjunto del apéndice A se extrae la posición del maquinista en la cabina.



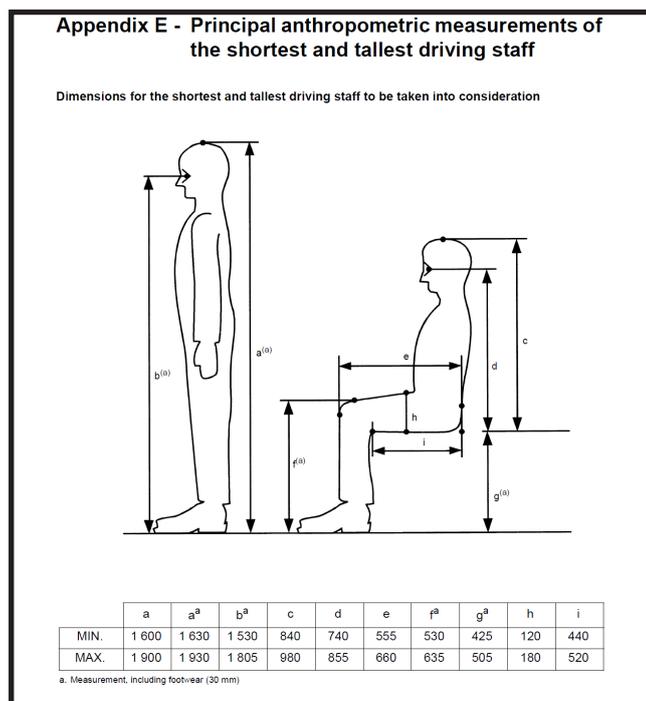
Apéndice A – Departamento de conducción.

El apéndice D indica las posiciones de las señales en relación a un punto genérico de visión desde cabina.



Apéndice D – Posiciones de las superficies de referencia de los ojos y la visibilidad de las señales.

Finalmente el apéndice E permite determinar las alturas límite del punto genérico de visión no determinado en el apéndice D. Se han tomado como condiciones extremas el maquinista de estatura más baja sentado y el maquinista más alto de pie.



Apéndice E – Principales medidas antropométricas de los maquinistas más altos y bajos.

- **Palabras clave**

- Posición conductor
- Número de ventanas
- Posición de Ventanas
- Dimensiones de Ventanas
- Materiales de Ventanas

## 2.2.4 ESTRIBOS

### 2.2.4.1 UNE-EN 16116-1

- **Aplicaciones ferroviarias / Requisitos de diseño para estribos, pasamanos y accesos destinados para el personal / Parte 1: Vehículos de viajeros, furgones de equipajes y locomotoras. Año: 2014**

- **Resumen**

[...]

Esta norma europea especifica los requisitos ergonómicos y estructurales de integridad mínimo para los estribos y pasamanos que utiliza el personal ferroviario para acceder a los vehículos de viajeros, los furgones de equipaje, las locomotoras y las unidades motorizadas del material rodante. Su aplicación se extiende también a los vagones para el transporte de automóviles.[...] (p.6)

- **Análisis**

[...]

Definiciones básicas:

- **Holgura:** Espacio libre definido que se necesita para garantizar el correcto funcionamiento y seguridad durante la manipulación de dispositivos.
- **Estribo:** Escalón con características definidas únicamente para uso del personal.
- **Agente de maniobras:** Persona autorizada encargada de la maniobra que acopla y desacopla y dirige los movimientos.
- **Estribo del agente de maniobras:** Estribo específico para el puesto de maniobra.
- **Pasamanos:** Pasamanos con características definidas únicamente para el uso del personal.
- **Pasamanos del agente de maniobras:** Pasamanos específico situado en la traviesa delantera debajo de cada tope.
- **Puesto de maniobra:** Estribo del agente de maniobras en combinación con un pasamanos para el uso específico del personal con el fin de permitir la sujeción del agente de maniobras fuera del vehículo durante la maniobra.
- **Espacios reservados:** Espacio libre definido que se necesita para garantizar unas condiciones de trabajo seguras para el personal de maniobras durante el acoplamiento y el desacoplamiento de los enganches de tornillo.
- **Posición de trabajo segura:** Posición que permite al agente de maniobras la visión para dirigir la conducción durante las operaciones de acoplamiento.[...] (p.6)

Especificaciones esenciales para el diseño del frontal:

[...]

4. - Requisitos generales para estribos y pasamanos.

...Los pasamanos no deben presentar bordes afilados. Cuando los pasamanos presentan secciones rectangulares las esquinas de dichas partes deben redondearse. Salvo que se especifique lo contrario en esta norma, las dimensiones de la sección transversal deben ser: entre 20 mm y 35 mm para la forma redondeada o una dimensión mínima de 12 mm de espesor y 35 mm de anchura y una dimensión máxima de 40 mm para forma ovalada...

...Salvo que se especifique lo contrario en esta norma, los pasamanos deberían tener una holgura mínima de 100 mm que se podría reducir a un mínimo de 40 mm si fuera necesario". (4. Requisitos generales para estribos y pasamanos)...

...Los estribos y los pasamanos utilizados por el personal deben asegurarse como se indica continuación: con bloqueo positivo o, con pernos de longitud adecuada y autobloqueo adecuado o, con pernos de anillo con bloqueo de alta resistencia o, soldados en su sitio como se especifica en la Norma EN 15085...

...Para garantizar que la rejilla esté lo suficientemente bien adaptada a las condiciones de invierno se debe dejar una proporción de al menos el 50% de la superficie total vacía". (4. Requisitos generales para estribos y pasamanos).[...]  
(p.7-p.8)

[...]

6.2.1. Espacio para el agente de maniobras durante la maniobra (Rectángulo de Berne)

Los vehículos se deben diseñar de tal forma que el personal no se exponga a riesgos innecesarios durante el acoplamiento y desacoplamiento. Si se usan acoples de topes laterales y cadena, los espacios requeridos que se muestran en la figura 2 no deben tener partes fijas. Todas las mangueras y cables de conexión flexibles así como las partes elásticas deformables de las pasarelas pueden estar dentro de este espacio. No debe haber dispositivos que entorpezcan el acceso al espacio bajo topes[...]  
(p.13)

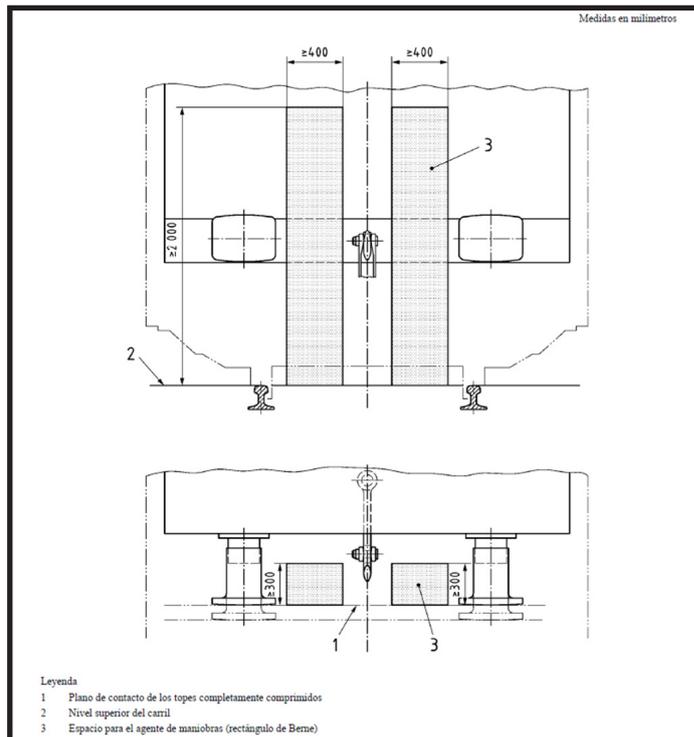


Figura 1. 6.2.1. Espacio requerido para el agente de maniobras durante el acoplamiento y el desacoplamiento (16116-1=2014)

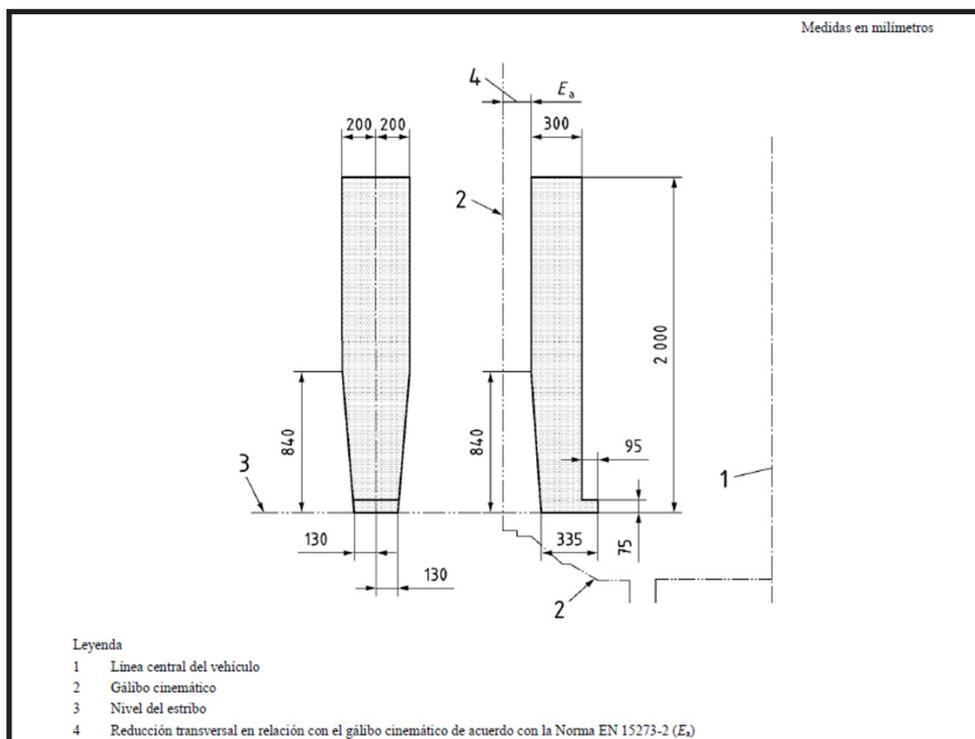


Figura 2. 6.2.2. Espacio reservado por encima de los estribos en la esquinas de las unidades motorizadas (16116-1=2014)

[...]

### 8.1. Acceso a otro equipo. Generalidades.

Para el acceso seguro al equipo exterior de un vehículo, como por ejemplo los parabrisas, los limpiaparabrisas o las luces, los pantógrafos o la conexión del conector UIC, se deben instalar estribos y pasamanos adicionales siempre que sea necesario tal y como se especifica en esta norma europea.[...](p.18)

[...]

### 8.3. Pasamanos.

La altura del extremo inferior del pasamanos que se usa desde tierra no debe exceder de 1500 mm por encima del nivel de carril... La distancia entre los pasamanos que se utilizan para pasar de un lado del vehículo al otro lado no debe ser de más de 600 mm para garantizar un movimiento seguro. [...](p.19)

#### • Palabras clave

- Localización estribos
- Perfil estribos
- Fijación estribos
- Holgura estribos
- Espacio Berne
- Pasamanos

## 2.2.5 ACOPLÉS

### 2.2.5.1 UNE-EN 15020:2008

• Aplicaciones ferroviarias / Enganche de socorro / Requisitos relativos a las prestaciones, geometrias de interfaces y métodos de ensayo. Año: 2014

#### • Resumen

[...]

Esta norma europea especifica los requisitos para el enganche de socorro para los trenes que cumplan la Especificación Técnica de Interoperabilidad para el material rodante de alta velocidad. Define las interfaces a las que se tiene que adaptar durante las operaciones de socorro o de rescate. Es adecuada para locomotoras equipadas con cabeza de enganche y topes según la ficha UIC 520, es decir, gancho de tracción móvil y enganche adecuado para carga de compresión.[...](p.6)

- Análisis

[...]

#### 4.3 - Procedimiento de montaje

El enganche de socorro instalado, debe tener por lo menos un movimiento vertical de  $\pm 6$  con respecto a la horizontal durante la operación[...](p.7)

[...]

#### 4.4.1 - Acoplamiento automático

Debe ser posible enganchar una unidad de tren a un vehículo de socorro en una curva con un radio de 150m.[...](p.8)

[...]

#### Anexo A

La línea central del enganche se coloca a una altura de 1025(+15)/(-3) mm por encima de la cara superior del carril, para un vehículo vacío, en orden de marcha y con ruedas nuevas.[...](p.12)

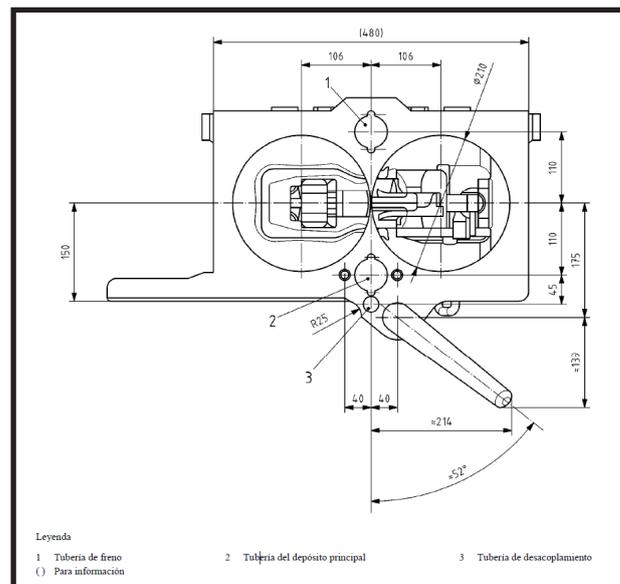


Figura 1. Anexo A. Enganche de socorro (15020)

[...]  
Anexo C

Las medidas generales del gancho de tracción de la locomotora están de acuerdo con la figura C1. La línea central del gancho de tracción se coloca a una altura de 1045 mm por encima de la cara superior del carril para un vehículo vacío, en orden de marcha y con ruedas nuevas[...] (p.20)

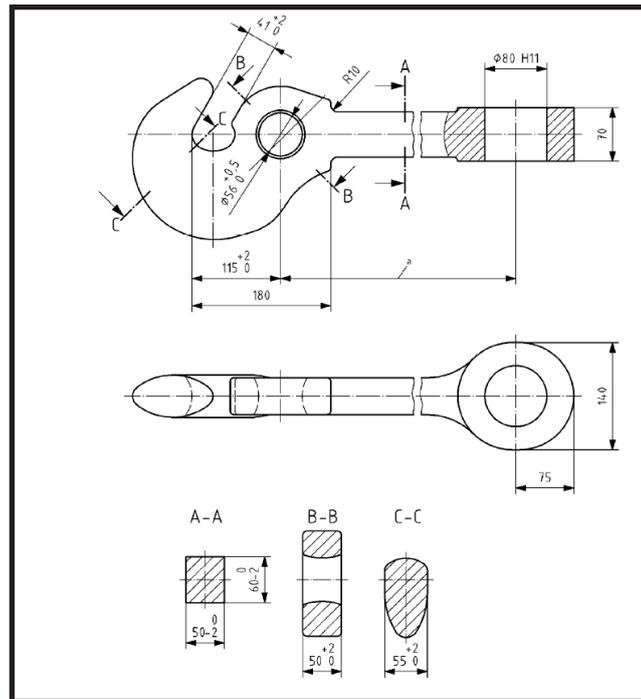


Figura 2. Anexo C. Enganche de socorro (15020)

[...]  
Algunas locomotoras están provistas de un escalón, situado encima del gancho. El escalón es de 410 mm de ancho y se localiza en el eje longitudinal de la locomotora. La figura C2 muestra la posición del escalón en el testero de la locomotora[...] (p.21)

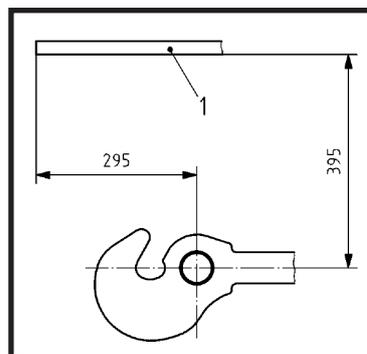


Figura 3. Anexo C. Enganche de socorro (15020)

[...]

La conexiones para los cables eléctricos y las tuberías neumáticas en los testeros de los vehículos de socorro son como se indican en la figura C3[...] (p.21)

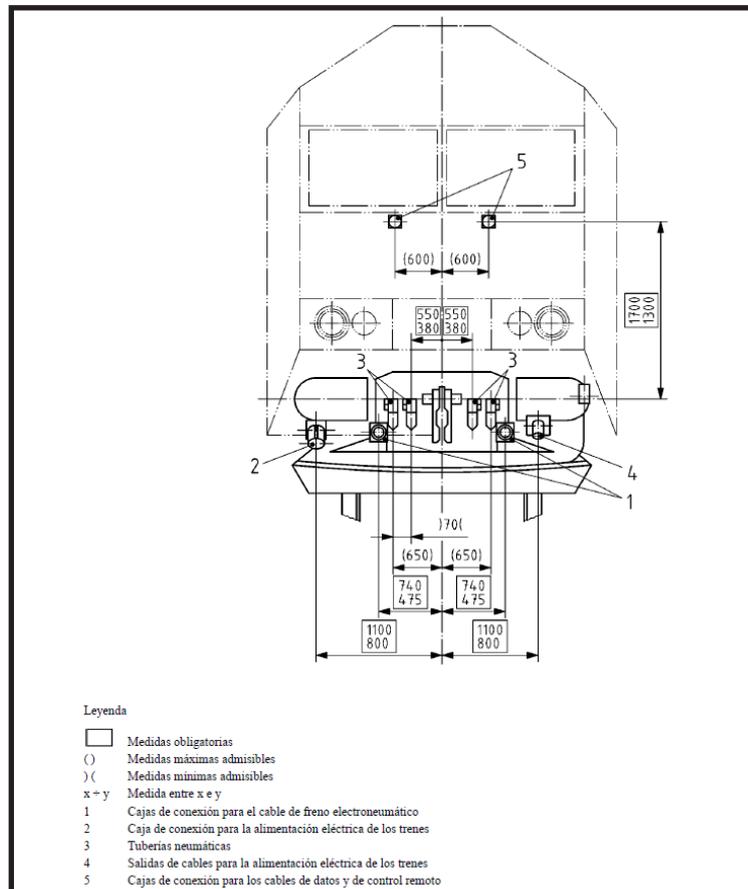


Figura 4. Anexo C. Enganche de socorro (15020)

### • Palabras clave

- Tolerancias gálibo acople
- Dimensiones acople
- Posiciones acople
- Acople tipo automático/socorro
- Acople tipo Gancho Tracción
- Conexionado de Socorro

## 2.2.6 TSI

### • Resumen

La norma TSI *Technical Specification for Interoperability* es la más completa y reciente en cuanto a tamaño y ámbito de influencia en publicación, y como ya hemos comentado en el punto 2.1.1, viene motivada por la creación de un estándar de interoperabilidad ferroviaria desde la Unión Europea .

Debido a esta naturaleza extensa, se indicarán solamente aquellas referencias que modifican o complementan directamente a toda la normativa analizada y sobre las cuales posee prioridad por fecha de publicación y ámbito geográfico de extensión. La norma se halla publicada en el Official Journal of The European Union del 12 de Diciembre de 2014, documento al que referenciamos a la hora de citar esta norma.

[...]

The TSI shall apply to the 'rolling stock' subsystem [...] which is, or is intended to be, operated on the rail network [...] and which falls under one of the following types:  
(a) Self-propelling thermal or electric trains; [...] (L 356/229)

[...]

La TSI debe aplicarse a todo el subsistema "material rodante" [...] el cual, es o debe ser es su objetivo, ser operado en una red ferroviaria [...] y que puede ser de los siguientes tipos:

(a) Material autopulsado térmico o eléctrico [...]

La norma es de aplicación en la locomotora a diseñar, como podemos ver, abarcando la gama de posibilidades técnicas que esta ofrece (Eléctrica, diésel o híbrida).

### • Luces

Por un lado, aparecen dos tipos de luces: por un lado disponemos las Head Lights (Luces de cabeza), que ayudan a la visión de la vía al maquinista:

[...]

#### 4.2.7.1.1. Head lights

- (1) This clause applies to units fitted with a driver's cab.
- (2) Two white headlamps shall be provided at the front end of the train in order to give visibility for the train driver.
- (3) These head lamps shall be located:
  - at the same height above the rail level, with their centres between 1 500 and 2 000 mm above the rail level,
  - symmetrically compared to the centre-line of rails, and with a distance between their centres not less than 1 000 mm. [...](L 356/291)

[...]

#### 4.2.7.1.1 Luces de cabeza

(1) Esta cláusula se aplica a todas las unidades con cabina.

(2) Dos lámparas blancas deben colocarse en cada testero para dar visibilidad al maquinista.

(3) Estas luces de cabeza deben ser colocadas:

- A la misma altura sobre el carril, con centros a una altura entre 1500 y 2000 mm sobre el carril,

- Comparadas simétricamente respecto al eje de la vía, la distancia no debe ser menor a 1000 mm.[...]

Como podemos ver, estas luces coinciden físicamente con las luces de la norma 534, sólo que éstas podían ser tres y no alumbran si no que son señales para poder ver el tren. De hecho, y así lo establece la TSI, estas luces pueden montarse sobre el soporte de las señales de la norma 534, que también recoge la TSI; además, especifica para dichas luces la separación mínima respecto a la tercer luz, cosa que en la norma 534 no figura:

[...]

#### 4.2.7.1.2 Marker lights...

(4) The third marker lamp shall be located centrally above the two lower lamps, with a vertical separation between their centres equal to or greater than 600 mm.

(5) It is permitted to use the same component for both head lights and marker lights.[...] (L356/292)

[...]

#### 4.2.7.1.2 Luces de posición...

(4) La tercer lámpara debe colocarse centrada sobre las otras dos inferiores, con una separación vertical mínima entre sus centros igual o superior a 600 mm.

(5) Se permite utilizar el mismo componente para las luces de cabeza y las luces de

### • Bocinas

Si bien no se ha especificado ningún dimensionamiento, ni ha aparecido en otras normas, en el futuro concepto es importante tener en cuenta esta característica a la hora de prever su colocación, si estas se posicionan, como es habitual, cerca o en el testero.

[...]

#### 4.2.7.2.3 Protection

(1) Warning horns and their control systems shall be designed or protected, so far as is practicable, to maintain their function when impacted by airborne objects such as debris, dust, snow, hail or birds.[...] (L356/293)

[...]

#### 4.2.7.2.3 Protección

(1) Las bocinas y sus sistemas de control deben ser diseñados o protegidos, como sea posible, para que sigan funcionando tras impactar contra objetos voladores tales como escombros, polvo, nieve, granizo o pájaros.[...]

### • Cabina

En relación al concepto a desarrollar , merece ser nombrada esta cláusula:

[...]

#### 4.2.11.2. Train exterior cleaning

##### 4.2.11.2.1 Cleaning of driver's cab windscreen

(1) This clause is applicable to all units equipped with a driver's cab

(2) It shall be possible for the front windows of drivers' cabs to be cleaned from outside the train without need to remove any component or covering. [...](L356/311)

[...]

#### 4.2.11.2 Limpieza exterior del tren

##### 4.2.11.2.1 Limpieza de la luna del maquinista

(1) Esta cláusula se aplica a todas las unidades equipads con cabina de conducción

(2) Debe ser posible limpiar las lunas frontales de la cabina desde fuera del tren sin necesidad de retirar ninguna pieza o tapa.[...]

### • Palabras clave

- Posicionamiento tercer piloto
- Tipologías y superposición de luces delanteras
- Diseño bocina
- Diseño limpieza

### 2.3 CUADRO RESUMEN DE REQUERIMIENTOS PARA EL DISEÑO DEL TESTERO

		SECCIONES AFECTADAS POR NORMATIVA											
		NORMA	ESPECIFICACIONES	ESTRUCTURA GLOBAL	FOCOS Y PILOTOS	PORTA SEÑALES	PORTA BANDERAS	BOCINA	ASDEROS	ELEMENTOS CONEXION	ACOPLES	PROTECCION	ERGONOMIA VISUAL
GÁLIBO				UNE EN 15273-2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gálibo estático G1</li> <li>Gálibo cinemático G1</li> </ul>								
		UIC 505-1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gálibo máximo constructivo</li> </ul>										
BALIZAMIENTO Y POSICIONAMIENTO DEL VEHICULO		UIC 534	<ul style="list-style-type: none"> <li>Un par de pilotos simétricos en cada testero</li> <li>Altura pilotos: <math>1500 \leq X \leq 1700</math> mm</li> <li>Separación pilotos: <math>X \leq 1300</math> mm</li> <li>Separación pilotos streamlined: <math>X \leq 1000</math> mm</li> <li>Diámetro pilotos: <math>X \geq 170</math> mm</li> <li>Dimensión pilotos rectangulares: <math>X \geq 110</math> mm de base</li> <li>Preinstalación para tercera lámpara</li> <li>Pilotos capaces de mostrar dos aspectos</li> <li>Dos portaseñales en cada testero</li> </ul>										
		UIC 532	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dimensiones portaseñales: 60 · 60 mm</li> </ul>										
		NF F 14-401	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dos portaseñales en cada testero</li> <li>Dos portabanderas en cada testero</li> <li>Altura máxima portabanderas: 1700 mm</li> <li>Inclinación portabanderas: 30°</li> <li>Separación entre portabanderas: <math>X \geq 2600</math> mm</li> <li>Altura máxima portaseñales: 1700 mm</li> <li>Separación entre portaseñales: <math>X \geq 1300</math> mm</li> <li>El material internacional debe tener una tercera luz fija situada en el eje longitudinal y parte superior del vehículo</li> </ul>										
		TSI	<ul style="list-style-type: none"> <li>Existencia de un tercer piloto</li> <li>Altura del tercer piloto a partir de 600mm sobre los otros dos pilotos</li> <li>Pilotos en mismo componente que faros head lights</li> <li>Bocina protegida frente a agentes externos</li> </ul>										
CABINA		UIC 651	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cabina diseñada para la conducción en posición de pie</li> <li>Altura mínima desde el suelo de la cabina al borde superior de la ventana frontal: 1800 mm</li> <li>Condiciones de visibilidad: Señales altas a 6,3 m de altura y 10m de distancia al plano de los topes; Señales bajas a ras de suelo (0m) y a 15 m de distancia al plano de los topes</li> </ul>										
		TSI	<ul style="list-style-type: none"> <li>Limpieza de luna frontal sin retirar piezas</li> </ul>										
ESTRIBOS		UNE-EN 16116-1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grosor pasamanos: <math>20 \leq X \leq 35</math> mm diámetro</li> <li>Grosor pasamanos ovalado: 12mm de espesor; <math>35 \leq X \leq 40</math> mm de anchura</li> <li>Holgura de pasamanos: <math>40 \leq X \leq 100</math> mm</li> <li>Altura mínima parte inferior pasamanos: 1500 mm</li> <li>Separación máxima entre pasamanos: 600 mm</li> <li>Rejilla con 50% de área vacía</li> <li>Dimensionado del espacio de Berna</li> </ul>										
		UNE EN 15020:2008	<ul style="list-style-type: none"> <li>Posibilidad de enganche en radios de vía 150 m</li> <li>Enganche de socorro</li> <li>Número de conectores de datos: 2</li> <li>Altura conectores de datos: <math>1300 \leq X \leq 1700</math> mm respecto al centro de los topes</li> <li>Separación máxima entre conectores de datos: 600 mm respecto al eje de la caja</li> </ul>										
LUCES		TSI	<ul style="list-style-type: none"> <li>Un par de luces para asegurar visibilidad en cada testero</li> <li>Altura luces: <math>1500 \leq X \leq 2000</math> mm</li> <li>Separación luces: <math>X \leq 1000</math> mm</li> <li>Pilotos en mismo componente que faros head lights</li> </ul>										

**3**

CREACIÓN DEL MODELO DE CONTORNO



### 3.1 DEFINICIÓN

Tras estudiar las condiciones y, especialmente, restricciones dimensionales que la normativa actual aplica sobre el diseño de testers, es necesario transcribir estos datos tanto a un formato bidimensional como uno tridimensional a fin de disponer de un conjunto de referencia sobre el cual poder desarrollar las propuestas de diseño que se plantearán en la posterior fase de concepto.

Así pues, el modelo de contorno está formado por una malla 3D principal que se corresponde con la estructura de la locomotora EuroDual por la parte a la que debe ser adherido el diseño carenado frontal; el túnel de gálibo, correspondiente a la materialización en forma de malla de las fórmulas presentes en las normas de gálibo **UIC 505-1** y **UNE EN 15273-2** que condicionan los límites máximos a partir de los cuales ningún elemento de la locomotora debe sobresalir si ésta pretende cumplir con la normativa de gálibo. Se añaden posteriormente, los rectángulos que demarcan bidimensionalmente marcan los volúmenes en los que cada uno de los elementos principales estudiados en la normativa del frontal de la máquina deben estar situados.

### 3.2 VIRTUALIZACIÓN DE LAS RESTRICCIONES

Tanto la estructura de la EuroDual como el túnel de gálibo son condiciones invariables y sin posibilidad de ajuste. En cambio, las restricciones de la normativa de aplicación respecto a la posición de los elementos principales no tienen definido su alcance máximo o mínimo en lo que se refiere a la profundidad en sentido longitudinal de la locomotora, yaciendo cada uno de éstos a diferentes profundidades dependiendo de la función que cumplan.

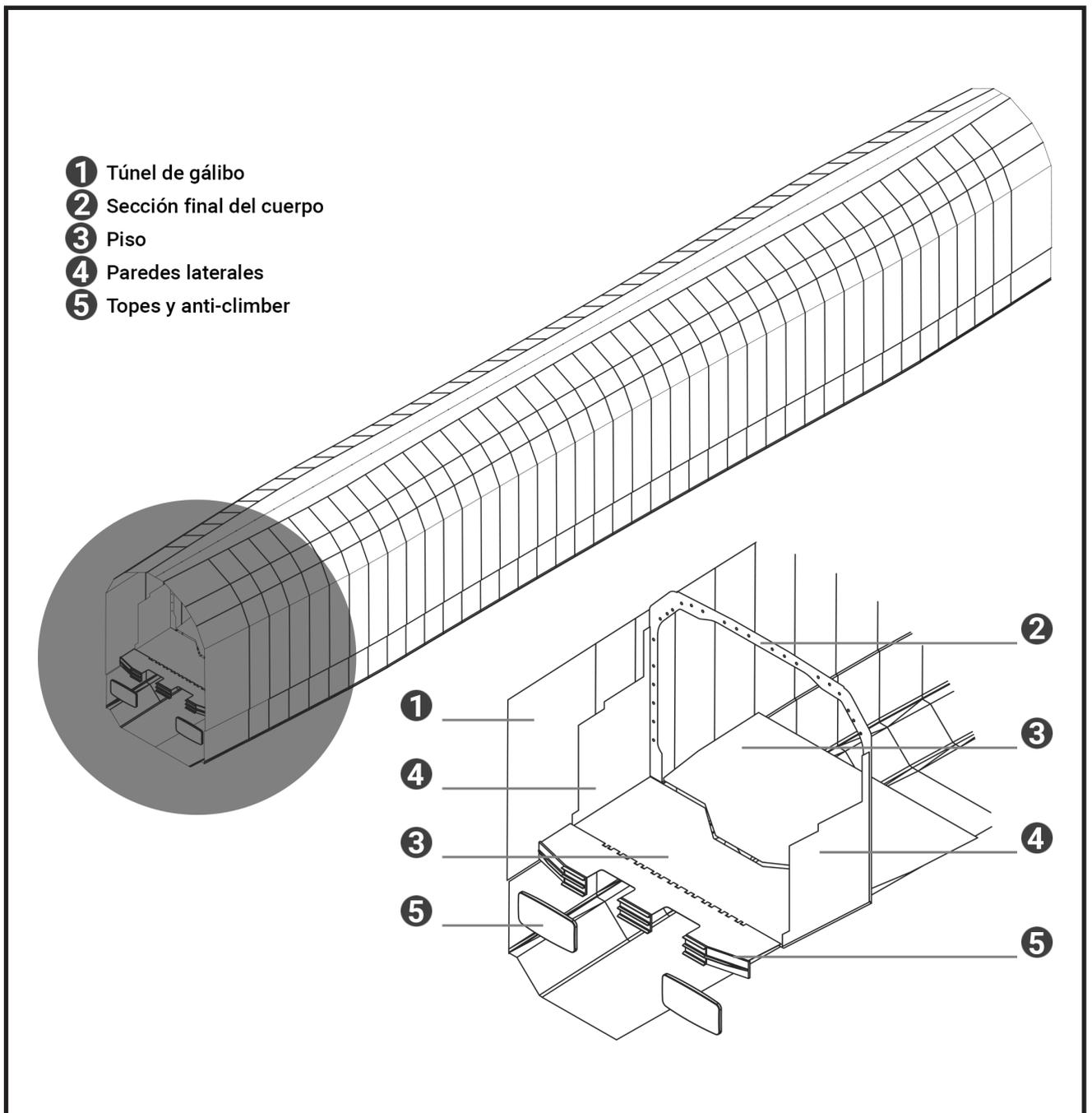
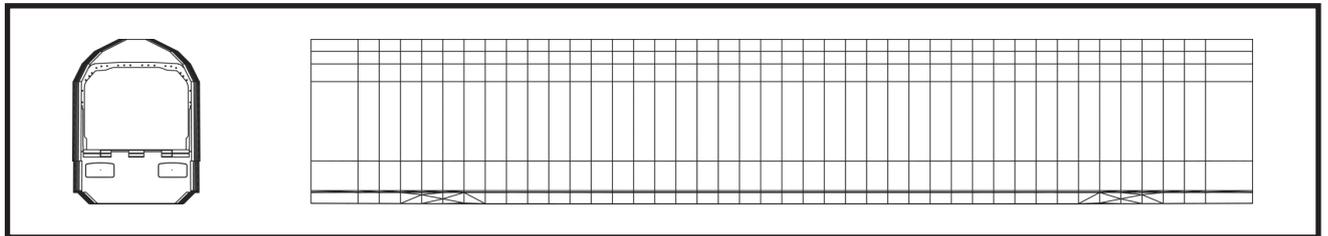
Teniendo en cuenta esto, y a modo práctico, las condiciones de contorno que se representan en los siguientes subpuntos sólo cuentan con la vista en relación al frontal de la locomotora, quedando el plano de perfil, correspondiente a la longitud en sí de la máquina, relegado al punto de concepto donde cobra una mayor importancia al ser en éste donde se define en gran medida la estética aerodinámica del diseño.

#### 3.2.1 ESTRUCTURA GLOBAL

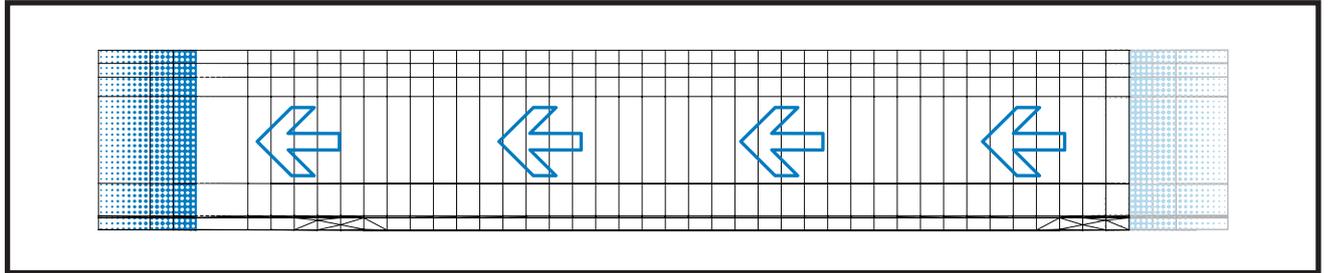
La estructura global, como se ha indicado anteriormente, son las dimensiones correspondientes al cuerpo principal de la locomotora EuroDual que delimita dónde comienza y dónde acaba el diseño con respecto a la locomotora. El concepto debe aproximarse e integrarse lo máximo posible a la misma dentro de la permisibilidad que otorgan el resto de restricciones.

El modelo lo conforman el mencionado anteriormente túnel de gálibo, la sección que forma el resto del vehículo en la pared que separa el testero de cuerpo principal de la locomotora, el piso de la cabina de la locomotora, las zonas correspondientes a las paredes laterales de la cabina y la estructura de acople y anti-impacto del vehículo.

El modelo virtual tridimensional correspondiente ha sido cedida por la empresa Vossloh para este proyecto al haber sido esta calculada previamente para la realización del resto de la locomotora EuroDual anteriormente.



En el caso del material streamlined, se da la característica de que se puede anular la cabina trasera (al estar la posterior enfrentada al resto de la composición y ser inexistente) y obtener el espacio ganado de esta cabina en longitud:



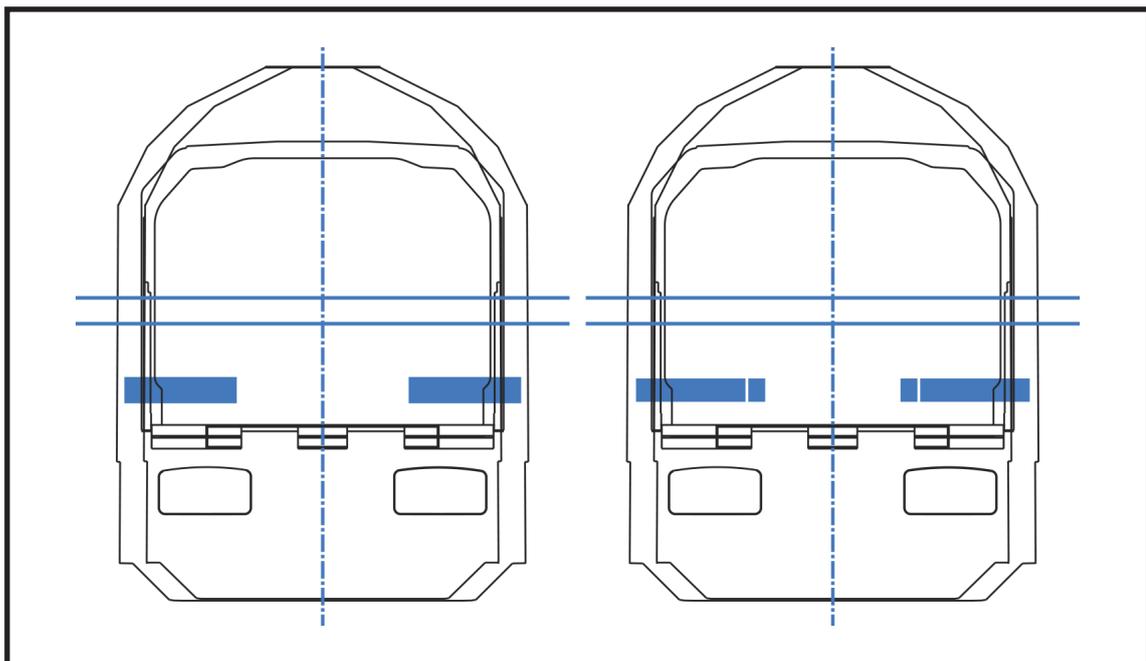
### 3.2.2 FOCOS Y PILOTOS

La normativa de aplicación obliga a disponer de dos focos en la parte inferior para las denominadas “luces blancas”, combinando en el mismo plafón los pilotos de indicación y las “luces frontales”, faros. Ídem para los pilotos “rojos”.

La tercera luz “blanca” se debe colocar centrada respecto al conjunto y a una distancia estipulada, que dependiendo del concepto puede situar en la parte superior o inferior de la luna frontal.

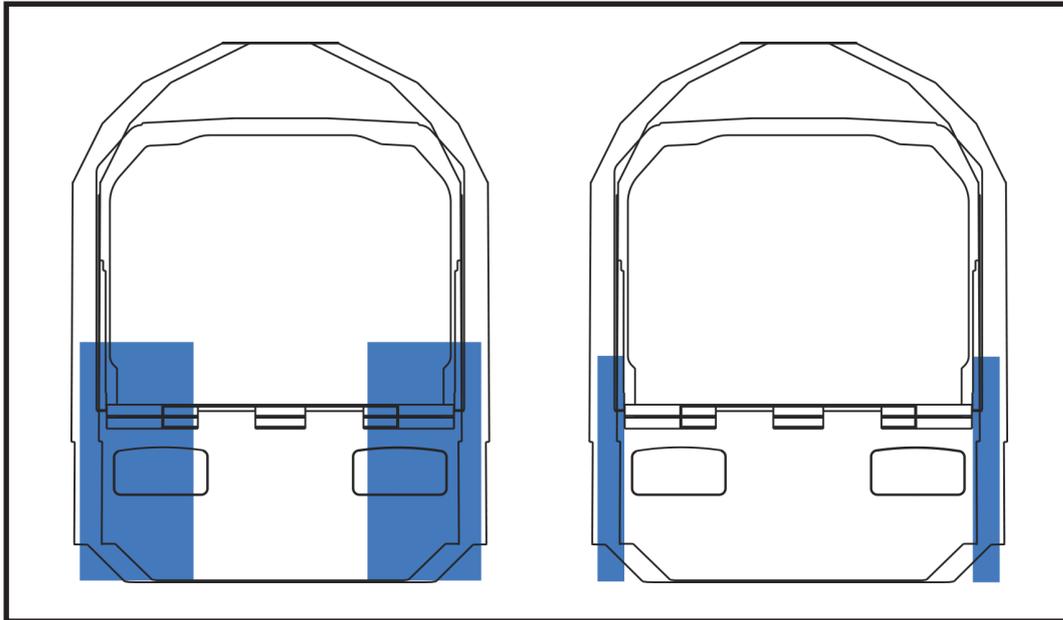
Las áreas de implementación son las mostradas en la ilustración izquierda.

En el caso del material denominado streamlined (aerodinámico o carenado), como es el caso particular, el entreje de los faros cae hasta el metro de separación, lo que genera un contorno ligeramente distinto, mostrado en el dibujo derecho.



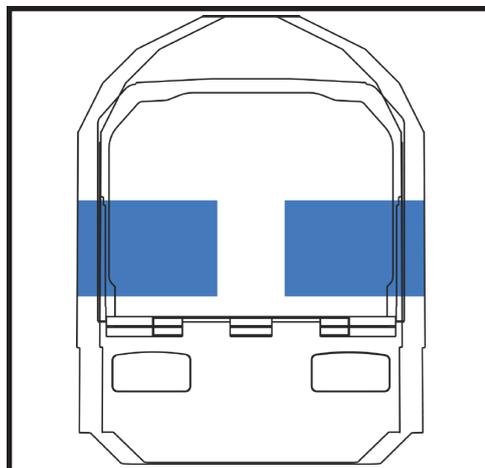
### 3.2.3 PORTASEÑALES Y PORTABANDERAS

Las cotas que delimitan las áreas de situación de estos elementos vienen especificadas por las normas UIC 532 UIC 534 y NF F 14-401; dando lugar a los contornos de portaseñales (izquierda) y portabanderas (derecha):



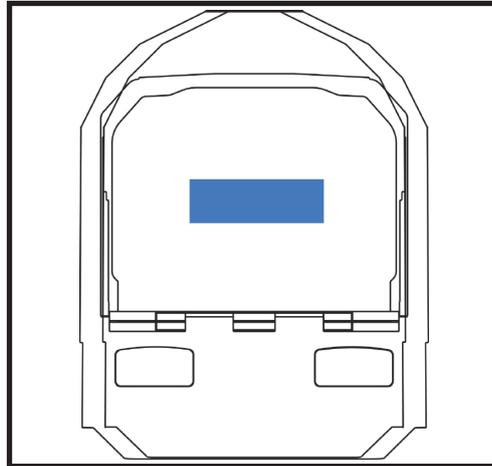
### 3.2.4 ASIDEROS

El diseño a realizar comprende la la creación de un apoyo suplementario para todos los accesorios a nivel funcional en el testero, como el sistema limpia parabrisas o los conectores de mando múltiple. Así pues, y como indica la norma deben posicionarse unos pasamanos para poder acceder a ellos de forma segura. Los mínimos estipulados son los de paso de lado a lado del frontal, entre otros:



### 3.2.5 ELEMENTOS DE CONEXIÓN Y TELEMANDO

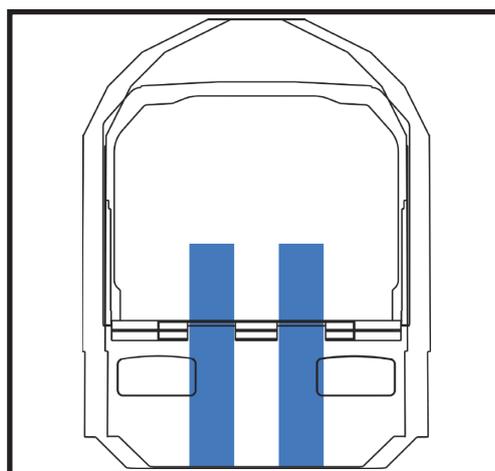
En referencia a los conectores de mando múltiple, la norma deja el espacio a respetar que se muestra a continuación:



### 3.2.6 RECTÁNGULO DE BERNA

Como elemento de restricción del nuevo diseño a destacar puede ser mencionado el espacio de Berna, cuya función es asegurar un volumen de seguridad dentro del cual el operario de maniobras dispone de un margen para garantizar su integridad durante el acoplamiento.

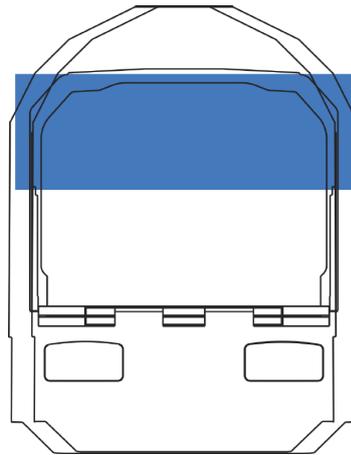
El diseño estructural de la máquina proporcionado ya dispone de esta restricción aplicada en los huecos del anticlimber, por lo que se tratará de realizar los conceptos respetando los márgenes que marca este elemento.



### 3.2.7 ERGONOMÍA VISUAL

Las especificaciones de la norma indican una serie de ángulos en referencia a las diferentes posiciones del maquinista dentro de la cabina que dan como resultado las cotas mínima y máxima de la ventana frontal.

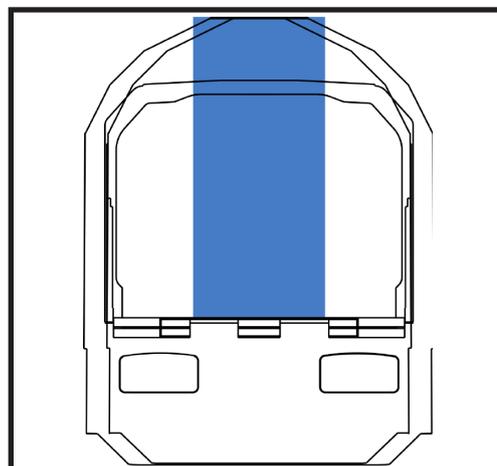
Tomando como base dos posiciones extremas (sentado en operación normal y de pie durante maniobras) se obtienen unas cotas combinadas que posibilitan cumplir con el rango de ángulos completo en todo momento, y que se representan en el plano mostrado a continuación:



### 3.2.8 TELEINDICADOR

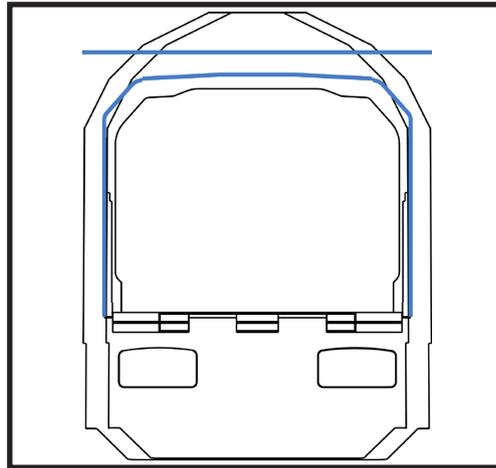
Ya que la locomotora va a estar destinada para el servicio de viajeros, Vossloh indicó las medidas genéricas de un teleindicador para utilizar en el testero, de dimensiones 1136 x 181 x 44,10 mm.

En la imagen de la derecha se muestra el ajuste horizontal para posicionar el teleindicador centrado en el testero.



### 3.2.9 LÍMITES ESTRUCTURALES DE INTERÉS PARTICULAR

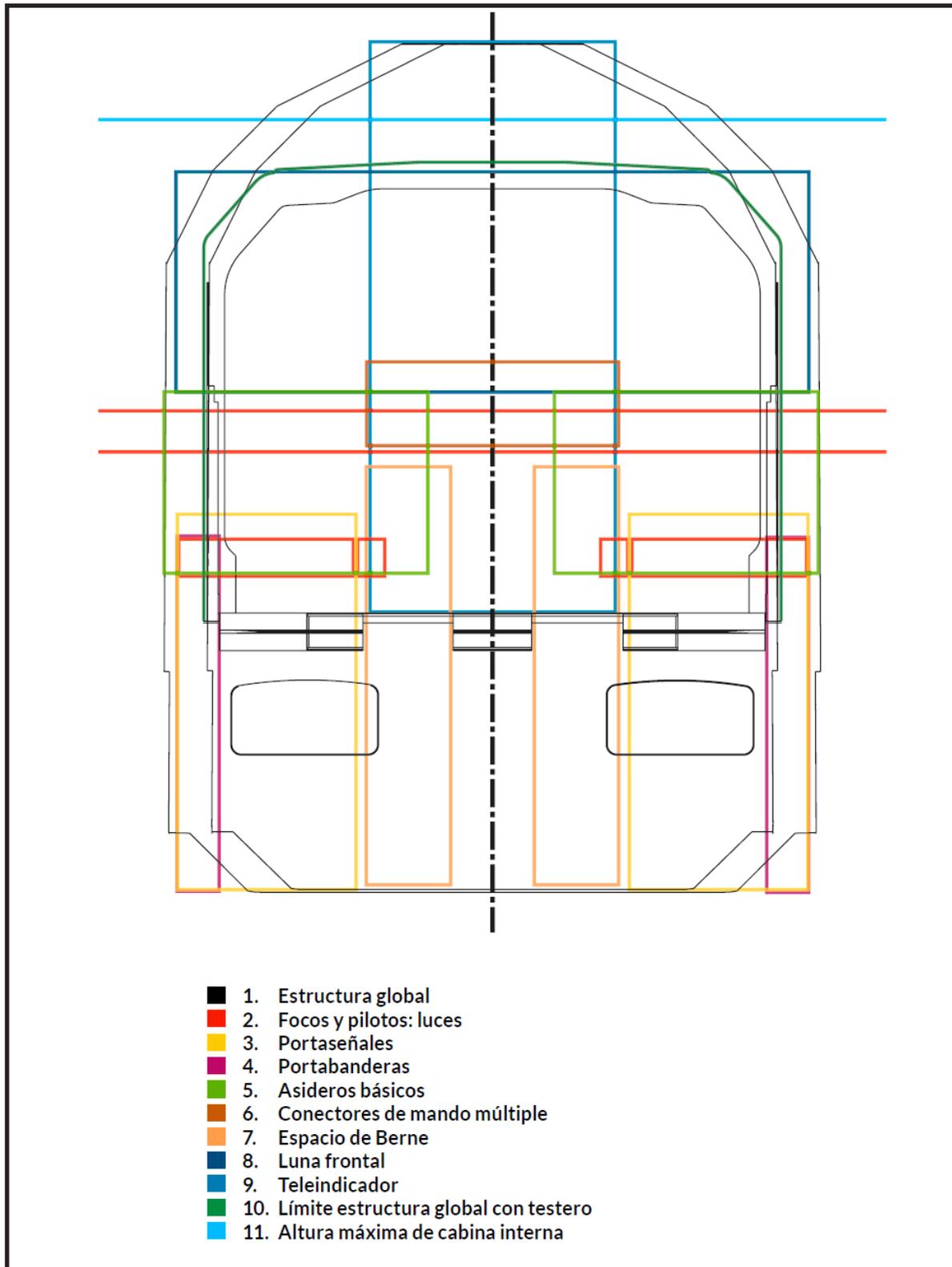
Adicionalmente remarcamos el contorno de la caja de la locomotora en el punto en el que esta se une con el testero, visto en el apartado 2.3.1; así como la altura máxima del interior de la cabina ofrecida por el fabricante, 2300 mm desde el piso de ésta, que condiciona el límite superior de la luna frontal comentada en el apartado 2.3.7.



De esta manera pues, incluso si el gálibo permite una mayor altura de la estructura, se considerará como tope máximo de altura el anterior mencionado, puesto que el diseño del carenado en cuestión a realizar deberá concordar con la estructura de la caja proporcionada.

### 3.3 RESUMEN DE LAS VIRTUALIZACIONES

Si combinamos todos los apartados analizados en una única lámina obtenemos una plantilla con la que poder realizar los diferentes diseños de concepto de una forma precisa y proporcionada a las exigencias normativas.





## DESARROLLO DE LOS CONCEPTOS



## 4.1. DEFINICIÓN

Una vez resueltas las directrices geométricas que por normativa ha de respetar la locomotora, el desarrollo de los conceptos y la elección de la alternativa final escogida se realiza a través de una metodología de refinamiento del diseño.

La metodología de refinamiento del diseño consiste en, tras haber realizado los necesarios análisis de estilo, búsqueda de inspiración y referentes, y métodos de generación de ideas, conformar varios brutos conceptuales de partida que se irán detallando a través de varias etapas de mejora mediante el uso del feedback obtenido en cada una de ellas.

Durante la consecución de estos pasos, es necesario también realizar el descarte de algunos diseños a fin de focalizar el trabajo en los que resultan más atractivos y así obtener unos resultados con mayor calidad.

En la última etapa, pues, se obtienen diferentes alternativas completamente definidas sobre las que se hará una encuesta de valoración, donde el diseño que obtenga mayor puntuación será el diseño que se vaya a industrializar en el siguiente capítulo de diseño de detalle.

De esta forma, las etapas de refinamiento establecidas, posteriores a la obtención de ideas, y anteriores a la mencionada encuesta, son tres:

- Obtención y desarrollo de seis brutos conceptuales de partida.
- Descarte, adaptación y mejora de los diseños más destacables.
- Subsiguientes ajustes, detallado y acabado estético de las propuestas.

A modo final, el diseño escogido a industrializar pasará por una etapa extra de análisis donde se estudiarán maneras de incluir elementos distintivos y diferenciadores a un nivel superior que el empleado a la hora de realizar el detallado y acabado estético de la última etapa.

## 4.2 ANÁLISIS PREVIO DE ESTILO PROPIO

Al tratarse de un diseño que deberá ser integrado en la cartera de productos de la compañía, hay que hacer especial hincapié en atender y extraer lo que se conoce como las líneas identificativas de la empresa.

En el caso actual, la locomotora EuroDual supone un avance respecto a sus antecesores de la familia Euro de la marca Vossloh, pero que, sin embargo, debe cumplir con la imagen de la marca Stadler.

Siendo así, se dará más peso a la marca actual que a la anterior, pero siempre sin perder de vista los rasgos más notables de la primera.

### 4.2.1 VOSSLOH

Por la parte de esta empresa, destacaremos los dos productos más directamente relacionados con la EuroDual: La Euro4000 y la UKLight.

La primera de ellas comparte algunas líneas guía que se adecúan en similitud a trenes de la segunda empresa a analizar, Stadler, como puede ser el caso del Flirt 3.

Estas líneas guía se refieren a la manera en la que la silueta de la máquina toma una forma curva desde la parte superior de la cesta del carenado hasta lo que conforma el frontal del testero propiamente dicho.

Tanto en el caso del la Euro4000 como en el del Flirt 3, la zona inferior del carenado del testero también comparte en cierto grado un nivel de abombamiento suave, que ayuda a percibir el diseño menos plano y más dinámico, desenfatiando la sensación de cubo de la caja del tren.



*Vossloh Euro4000*



*Stadler Flirt 3*

Asimismo, la proporción de la ventana frontal así como las laterales resultan de un mismo modo similares, por lo que se convierte en un elemento de fácil adaptación en el nuevo diseño.

Otras características destacables son: la practicidad de la tapa que cubre los aparatos de conexión de mando múltiple y del limpiaparabrisas y los asideros con forma de ángulo a 90 grados que, al mismo tiempo que otorgan su propia utilidad, enfatizan la sensación de fuerza de la locomotora.

Respecto a la UKLight, cabe realizar especial mención a la forma de los faros, con una silueta orgánica y empleando un vidrio para cubrir las ópticas. El uso de estas características dotan de personalidad y a la vez aspecto moderno al diseño del frontal.

Si bien es cierto que la decoración de esta locomotora en la parte del testero juega un papel fundamental a la hora de definir visualmente los planos que lo componen, es posible apreciar que, al igual que en el caso de la Euro4000, la zona inferior de la cesta presenta un pequeño abombamiento y los cantos de transición a los laterales de la máquina redondeados.

La aplicación del requerimiento del espacio de Berna, estudiado en el punto 2 de análisis de normativa también resulta visible en la manera en que la zona más baja del testero dibuja un arco que se introduce varios centímetros hacia dentro de la caja.

Por último, el cristal frontal grande con forma trapezoidal, siendo su parte inferior más estrecha que la superior le otorga dinamismo y velocidad desde el punto de vista estético.



Vossloh UKLight

#### 4.2.2 STADLER

Del lado de la compañía actual, a la que se debe ceñir en mayor medida el diseño de la EuroDual, se recogen como referencias tres productos en concreto: Kiss Aeroexpress, Flirt Fort Worth y Flirt NSB. Todos ellos comparten la misma identidad visual, pero entre cada uno de ellos existen diferencias en detalles que sirven de inspiración para aplicar en esta fase conceptual del presente trabajo.

El ejemplo del Kiss de Aeroexpress (Rusia) es tomado como tal por la manera en que los faros quedan unidos mediante una zona recatangular negra. Este detalle supone un añadido de personalidad al testero al percibirse dos focos como un conjunto entero y no como dichos focos simplemente por separado.

Además de ello, confiere la utilidad de posicionar en ese sitio las placas de identificación, como suele ser igualmente habitual en el sector de la automoción, donde este elemento se correspondería a la parrilla de ventilación del radiador del motor.

El cristal en un plano diferente al de la curvatura del testero propio, común a muchos otros productos ferroviarios por su utilidad a la hora de la manufactura es también un dato a tener en cuenta.



*Kiss Aeroexpress*

Por la parte de la familia Flirt 3, primero señalamos el de Fort Worth para Texas (EEUU), que mantiene unas proporciones más rectas y apuesta por una ventana frontal mayor que en el caso del Kiss de Aeroexpress.

La tapa del equipo limpiaparabrisas adopta la forma de pico tan característica de los nuevos diseños de Stadler así como la silueta de los faros más alargada en el eje horizontal y con dos de las cuatro esquinas de los mismos redondeadas, lo cual enfatiza esta zona en compensación por la parrilla que ésta unidad no tiene, al contrario que la plataforma estudiada unos párrafos más arriba.

En cuanto a la volumetría, un aspecto relevante es la manera en que la superficie central se adentra en la caja desde la curvatura superior de la cabina hasta el límite inferior del cristal frontal.

Con ello, se evita que el cristal plano que incorporan quede demasiado desintegrado con el diseño en sí del testero, dejando a su favor unos nervios que bien sirven para aplicar una decoración que saque partido de esta diferenciación de superficies.

En la imagen que sigue, se puede observar la diferenciación mencionada antes, donde la parte central de transición está pintada de un tono gris oscuro, mientras que las dos superficies laterales, y que en definitiva también conforman los pilares A de la cabina, quedan pintadas en azul.



*Flirt Fort Worth*

Finalmente, el Flirt de NSB (Ferrocarriles noruegos) marca las fronteras en cuanto a la curvatura general del diseño. Ya que es un producto que se encuentra a caballo entre la primera y la última serie de los Flirt, aglutina factores característicos de todos ellos.

Ejemplos de esto son los faros, similares a los del Flirt 3 pero con las esquinas no tan redondeadas, al estilo del Kiss de Aeroexpress. La ventana lateral sigue las anteriores pautas estéticas de la compañía, que cuadran con las de otro producto diferente a los tres estudiados, el GTW.

La forma redondeada también pertenece a la primera serie de Flirt, así como el cristal frontal, que si bien tiene las proporciones del Flirt 3, carece del distintivo panel en pico de las últimas unidades.



*Flirt NSB*



*GTW Sistemi Territoriali, Italia*

### 4.3 MÉTODOS DE GENERACIÓN DE IDEAS

Con los referentes ya analizados, y una vez que se han obtenido las pautas base de diseño que conformarán de forma equivalente las características estéticas del nuevo concepto de testero para la locomotora Eurodual, el siguiente paso consiste en el empleo de diferentes técnicas de creatividad para la generación masiva de ideas, que en este caso se reducen a dos: Matriz de combinaciones formales y Crossover de marcas. Ambas se realizan de manera paralela y sus resultados no implican redundancia alguna comparando una respecto de la otra.

#### 4.3.1 MATRIZ DE COMBINACIONES FORMALES

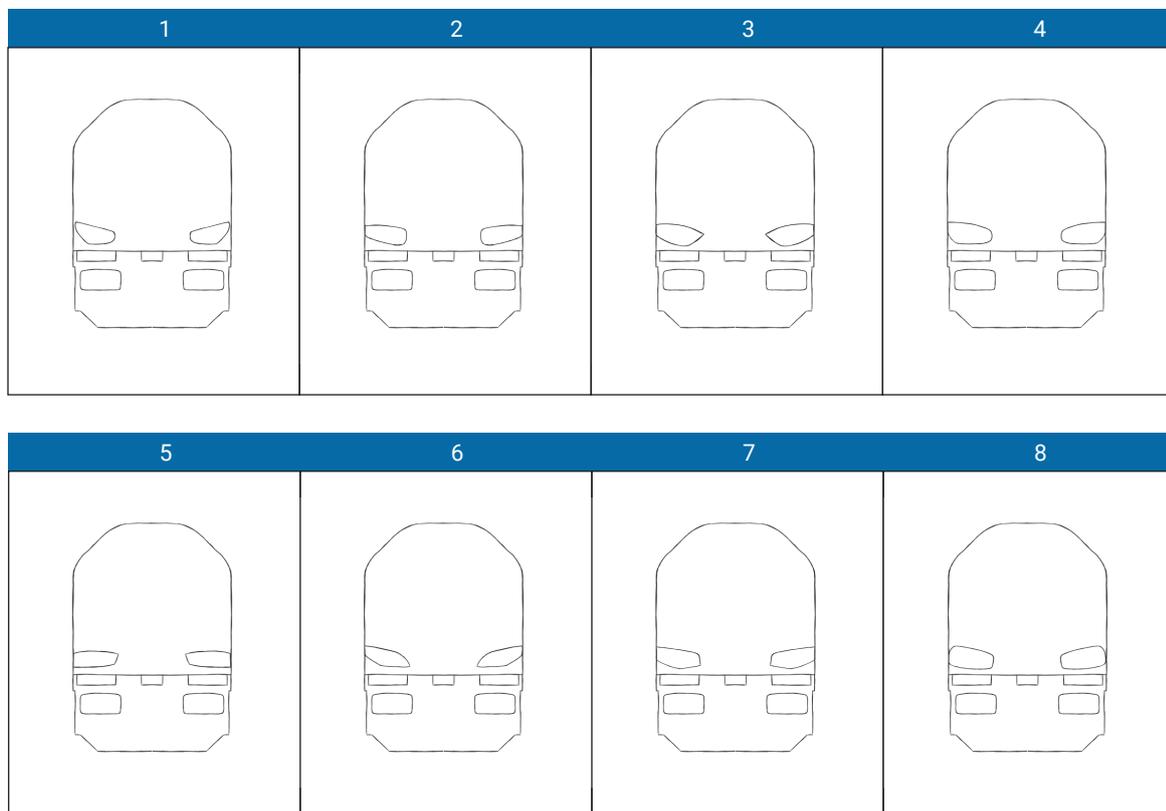
Como su propio nombre indica, ésta técnica usa una tabla de cuadrantes en el que el eje de ordenadas contiene diferentes alternativas de diseño para una parte del testero, y el de abcisas lo mismo pero con otra parte de éste.

En la práctica, el eje de ordenadas se corresponde con variantes de focos inferiores y el de abcisas con variantes de cristal frontal.

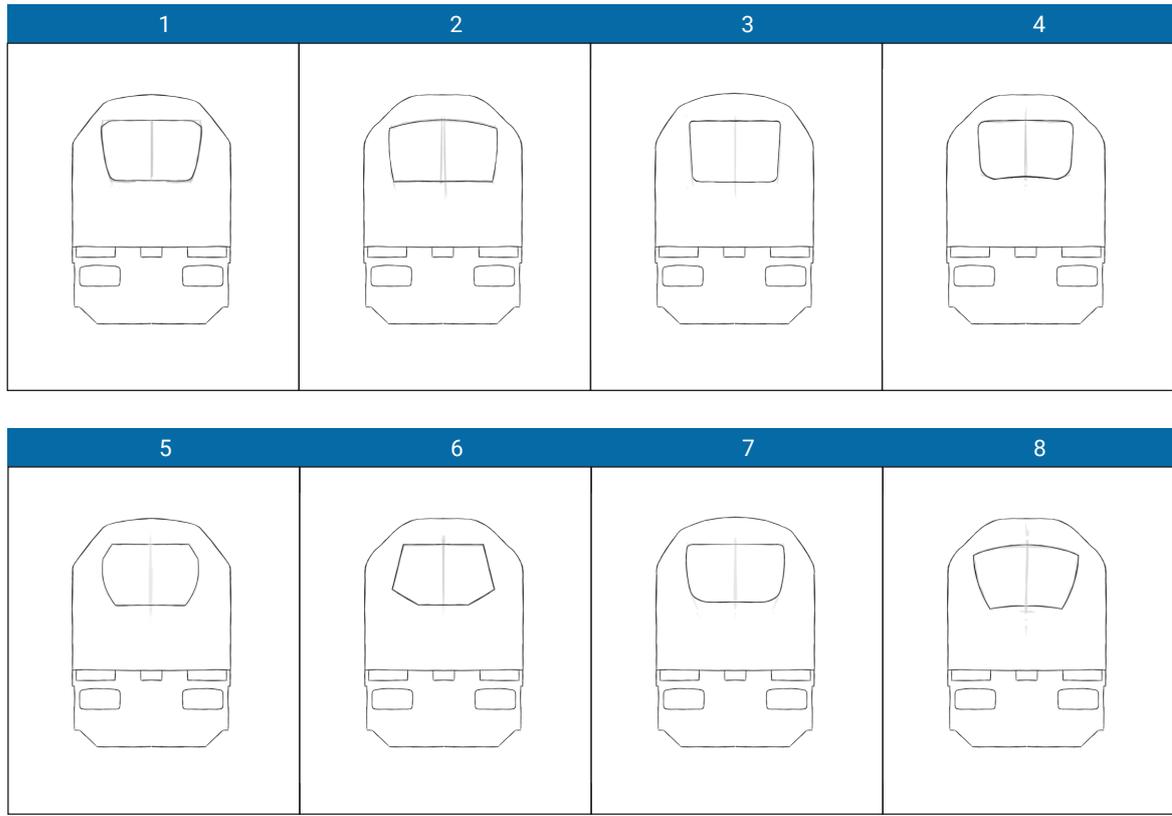
Cruzando las filas con las columnas se obtienen entonces tantos diseños diferentes como cruzamientos haya en la mencionada tabla de cuadrantes.

Para la tabla usada en este apartado, las dimensiones elegidas son 8x8.

- Eje de ordenadas



- Eje de abcisas



En cuanto a los resultados de los cruzamientos, debido a su extensión, aparecen representados en “Anexo 1 - Matriz de combinaciones formales” correspondiente a este documento.

#### 4.3.2 CROSSOVER DE MARCAS

El crossover de marcas consiste en la búsqueda de aquellos elementos que, aun siendo de otro sector diferente al que se desarrolla el trabajo objeto de este proyecto, comparten exactamente la misma función principal, por lo que se pueden trasladar desde el primero hasta el segundo, habiendo realizado previamente las adaptaciones necesarias.

Para esta técnica, se ha escogido realizar el ejercicio empleando como objetivo los faros de los coches.

Dado que en el sector de la automoción dichos elementos juegan un papel primordial en la imagen visual del coche, y para la EuroDual se pretenden añadir características que la doten de un carácter especial, los faros de los coches suponen el eje perfecto para sustentar un diseño innovador y atractivo.

De esta manera, las dos marcas de automóviles escogidas, y en concreto uno de sus modelos son: de Seat, el Ateca; y de Mazda, el serie 3.

Las razones detrás de tal selección residen en que el primero de de los dos desarrolla un estilo más geométrico y cuadrado, mientras que el segundo se apoya en líneas mayormente orgánicas y vitales, que parecen al ojo de un animal.

Con el fin de simplificar las tareas de combinación que se darán en la siguiente fase de la creación de los conceptos de testero, la técnica que aquí desarrolla pasará por un doble proceso en el que primeramente se esbozarán diferentes faros inspirados en cada uno de los coches escogidos y luego se descartarán los que resulten menos atractivos, dejando dos alternativas para cada uno con un nivel de desarrollo más afinado.

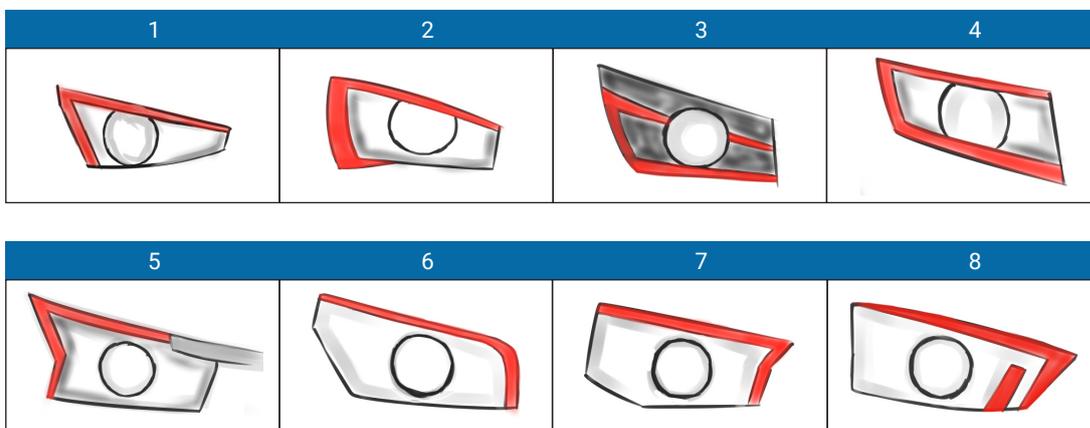


Seat Ateca

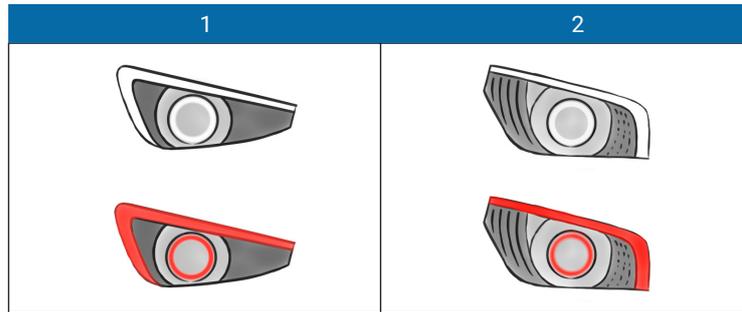


Mazda 3

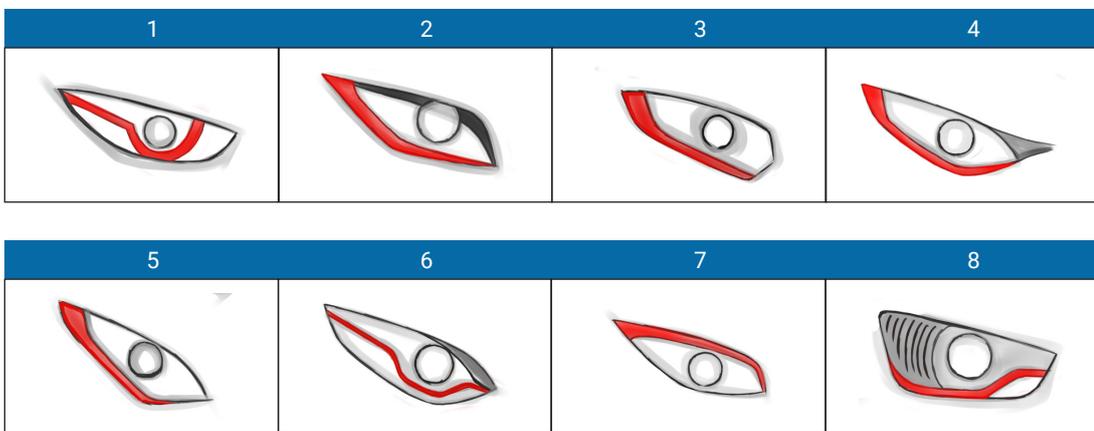
- Propuestas iniciales de faro inspirados en el Seat Ateca.



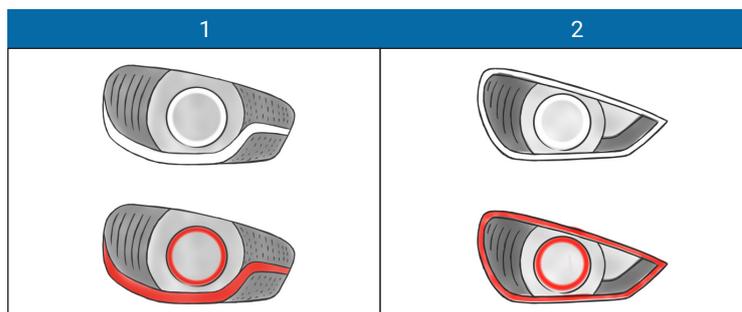
- Propuestas afinadas de faro inspirados en el Seat Ateca.



- Propuestas iniciales de faro inspirados en el Mazda 3.



- Propuestas afinadas de faro inspirados en el Mazda 3.



#### 4.4 OBTENCIÓN Y DESARROLLO DE SEIS BRUTOS CONCEPTUALES DE PARTIDA

Con toda la información necesaria recapitulada, y las ideas conceptuales generadas con las técnicas anteriores, se da paso a la primera etapa de refinamiento del diseño.

La idea de esta es transformar el material obtenido en seis propuestas concretas de diseño de testero, tal y como se mencionó con anterioridad. Dichas propuestas conformarán la base de la pirámide donde el extremo de la misma será el diseño final a industrializar.

En algunos casos, se han empleado referencias de otros productos ferroviarios diferentes a los analizados unos puntos atrás, los cuales quedan recogidos en "Anexo 2 - Referencias productos ferroviarios".

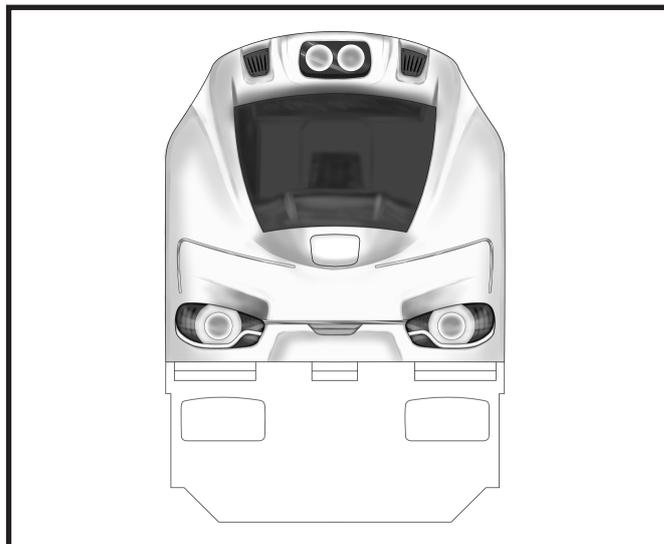
Además, y con el fin de obtener ideas lo menormente condicionadas por detalles concretos, la integración de los elementos distintivos de Stadler, que se explicarán más adelante, no se realizará hasta la siguiente y segunda etapa de refinamiento del diseño.

Así pues, y tras juntar tanto las formas de la matriz de combinaciones formales como las del crossover de marcas entre ellas, los seis brutos conceptuales de partida son los que se presentan a continuación:

- BCdP-1

Toma como base el cruzamiento número 8 a 8 de la Matriz junto con la adaptación de los faros número 1 del Crossover de marcas con el Mazda 3. La geometría general y las curvaturas del testero tienen inspiración en la Alstom Prima II.

Otros elementos como las tapas de las bocinas en la parte superior se diseñan como un guiño al estilo de parrilla de la plataforma Euro de Vossloh. El cristal frontal, por su parte, recibe influencia del GTW de Stadler.



• BCdP-2

Toma como base el cruce número 1 a 1 de la Matriz y desarrollando los propios faros de dicha matriz. La geometría general y las curvaturas del testero tienen inspiración en la Vossloh Euro3200.

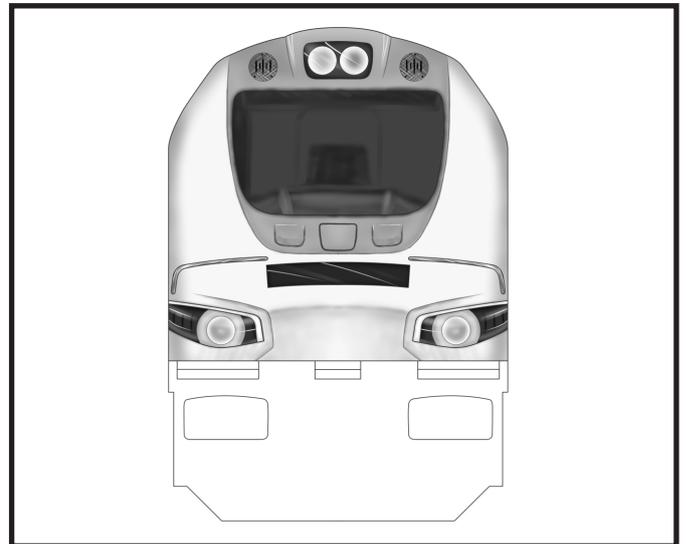
En el caso de este diseño, la inspiración de todos sus elementos (bocinas, teleindicador, bases de conexión de mando múltiple...) procede también de la Vossloh Euro3200. El hundimiento de la zona inferior entre los faros es una adaptación estética del espacio de Berna que pretende ressemblar la parte de la parrilla de un coche para darle más agresividad.



• BCdP-3

Toma como base el cruce número 7 a 7 de la Matriz y adaptando faros número 2 del Crossover de marcas con el Seat Ateca. La geometría general y las curvaturas del testero se basan tanto en la Vossloh Euro4000 como en el Stadler Flirt NSB.

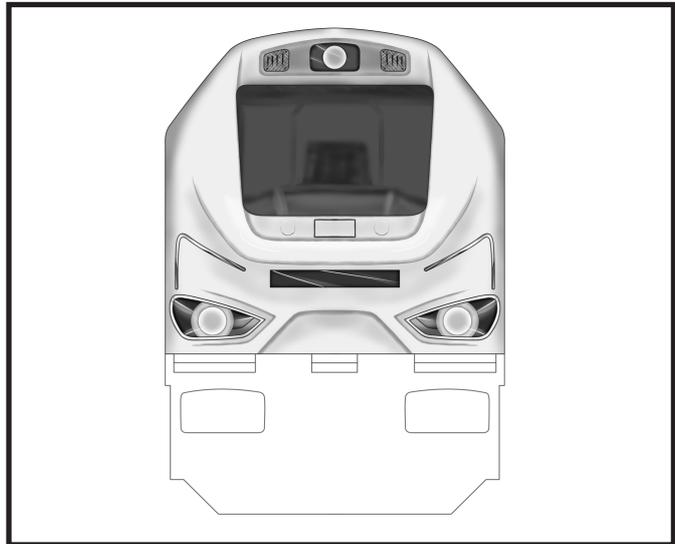
La posición del teleindicador recoge la inspiración de la Vossloh Euro3200, así como los huecos de la bocina son un guiño al primer modelo de locomotora fabricado por Vossloh como factoría, Prima, que a su vez es un diseño de Alstom.



- BCdP-4

Toma como base el cruzamiento número 3 a 1 de la Matriz, incorporando los faros número 2 del Crossover de marcas con el Mazda 3. La geometría general y las curvaturas del testero siguen el estilo de la Pesa Gama.

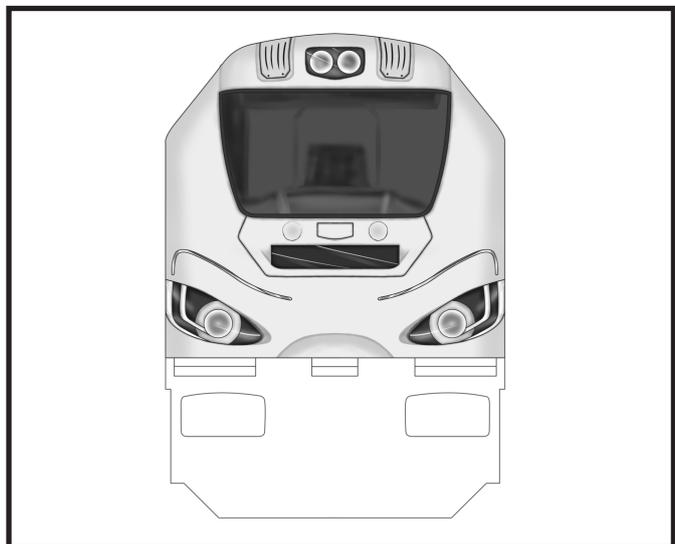
En este caso, mientras que las tapas de las bocinas son similares a las empleadas en la Vossloh EuroLight, el cristal frontal hundido respecto al testero en general es influencia de los modelos de Stadler. Un solo foco de alta en lugar de dos también se aprecia aquí en alusión al material motor ferroviario europeo moderno. El espacio de Berna, al igual que en el BCdP-2 pretende imitar al sector de la automoción.



- BCdP-5

Es una adaptación modificada del cruzamiento 1 a 6 de la Matriz. Los faros tienen inspiración en Mazda pero no están basados en las propuestas presentadas, poseyendo una mayor influencia por parte del Newag Impuls. La geometría del testero y su curvatura presentan un ligero estilo sacado del Stadler Kiss Fort Worth.

Las tapas de las bocinas siguen la línea de las empleadas en la plataforma Euro de Vossloh, así como el panel frontal desmontable hace lo mismo pero con la Newag Griffin. Se monta también doble óptica superior y, como detalle destacable, el hundimiento de la parte inferior correspondiente al espacio de Berna para este diseño es simplemente estético, puesto que el testero queda fuera de la zona de conflicto para la cual se especifica en la normativa.

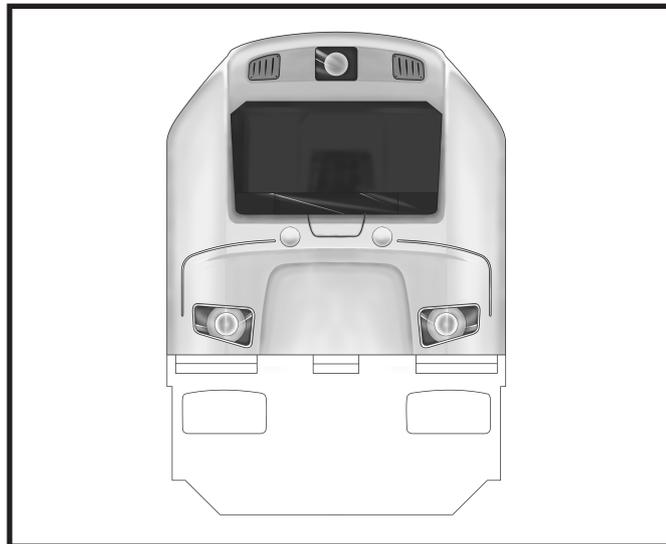


#### 4.4.1 TERCERA TÉCNICA DE CREATIVIDAD: REDEFINICIÓN

- BCdP-6

La última propuesta como tal proviene de medios diferentes a los obtenidos en las otras técnicas realizadas antes, únicamente cogiendo un diseño modificado de la ventana frontal número 3 y aplicando el estilo de faro led analizado en el Crossover de marcas. En ella, se ha empleado una tercera técnica consistente en redefinir un diseño de frontal ya existente, que se corresponde a la Vossloh Prima, mezclando su volumetría con la de un Stadler Flirt NSB.

La propuesta, visualmente, difiere de las anteriores pues se trata de trabajar sobre una base definida ya existente, lo que reduce su grado innovador. Sin embargo, resulta lo suficientemente destacable como para presentarlo a candidato de partida en esta fase de refinamiento del diseño.



#### 4.5 DESCARTE, ADAPTACIÓN Y MEJORA DE LOS DISEÑOS MÁS DESTACABLES

Como se mencionó al comienzo del actual apartado, tras cada una de las fases de refinamiento del diseño se produce un feedback directo proporcionado por los supervisores del proyecto por parte de la empresa Stadler.

Los resultados derivados de dicho feedback son los listados a continuación:

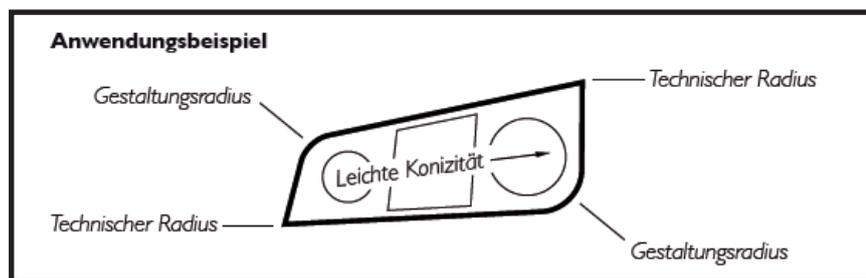
- Descarte de los diseños BCdP-5 y BCdP-6.
- Adaptación de la volumetría y detalles del diseño BCdP-3 en una primariamente basada en el Stadler Kiss de Aeroexpress empleando la tercera técnica de creatividad.
- Eliminación en los diseños de las tapas de protección de las bocinas.
- Aplicación de una óptica de alta única en todos los diseños.
- Adaptación de la silueta frontal del testero a la sección estructural de la Eurodual proporcionada por la empresa.

Por otro lado, se comenzará a aplicar, en la medida de lo posible, los detalles distintivos de Stadler en los cuatro diseños elegidos, los cuales se detallan inmediatamente abajo.

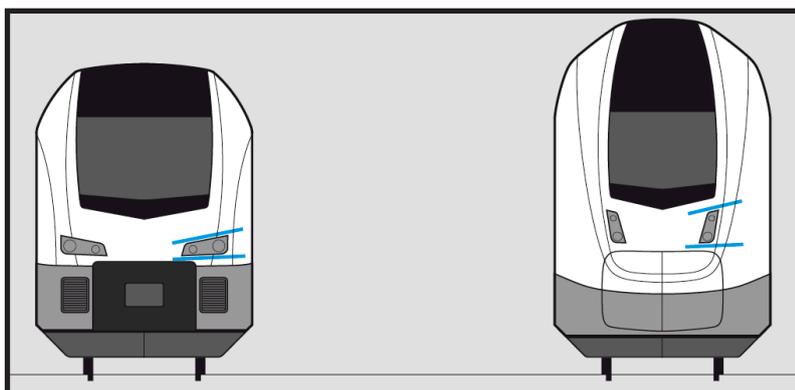
- Panel inferior del cristal frontal con forma de pico (incorporable como tapa de los equipos limpiaparabrisas)



- Faros con las esquinas opuestas superior izquierda e inferior derecha (desde el lado derecho del testero) redondeadas tal y como se indican en el dibujo y con las proporciones similares al mismo.



- Forma del testero y líneas guía, así como posición de los faros según vertical u horizontal similares a los ilustrados en la imagen. Además, se indica la dualidad de tonos (blanco respecto al gris oscuro) específica para acentuar la marca visual que reconoce los productos de la compañía



Con todo lo anterior expuesto tomado en consideración, y después realizar el refinamiento correspondiente de esta fase, los cuatro diseños más destacables se redibujan y se trasladan, además, desde el boceto 2D y se efectúa una primera aproximación tridimensional a través del uso del programa 3ds Studio Max, con el que se han generado diversos renders.

Asimismo, la influencia de estos 4 diseños se varía ligeramente para adecuarse a los requisitos añadidos impuestos tras el primer feedback, consiguiendo así una mejora significativa respecto a los primeros.

El nombre de cada BCdP también cambia y pasan a llamarse Propuesta "X", donde "X" indica el número de la misma entre las cuatro.

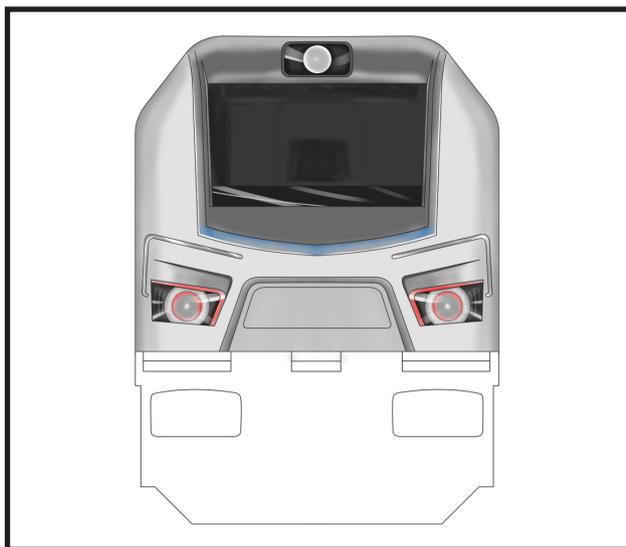
#### • Propuesta 1

Recoge el BCdP-2 en cuanto a los detalles del hundido del espacio de Berna, que queda aprovechado como lugar donde albergar el equipo de aire acondicionado de la cabina. La inclinación de la silueta del mismo así como la forma de la tapa se inspiran en la parrilla delantera del Ford Mustang.

Los faros se cuadratan e intentan seguir una forma trapezoidal similar a la especificada por Stadler. Un nervio en forma de L tumbada sobre cada uno de ellos enfatizan ahora las líneas del frontal.

El teleindicador se desplaza desde la parte media del frontal y queda incluido dentro del conjunto de cristal, elemento que ahora se sitúa hacia el interior del testero por su planitud necesaria al igual que en los otros productos de la compañía.

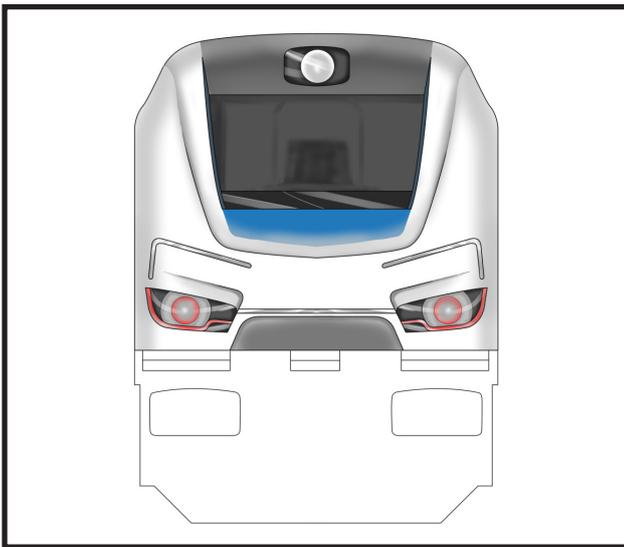
El panel del equipo limpiaparabrisas, por su parte, adquiere la forma en pico característica.



### • Propuesta 2

Derivado del BCdP-1, adapta la mayoría de características de dicho diseño. Los faros mantienen el estilo de la óptica inicial, pero varía la forma en tanto para parecerse a las de Stadler.

El hundido para el equipo de aire acondicionado también se incluye aquí, así como se adapta la curvatura de la zona central del testero para añadir la forma de punta. El teleindicador y el cristal frontal se sitúan en un único conjunto y se rebajan de igual manera por debajo de la volumetría del carenado.



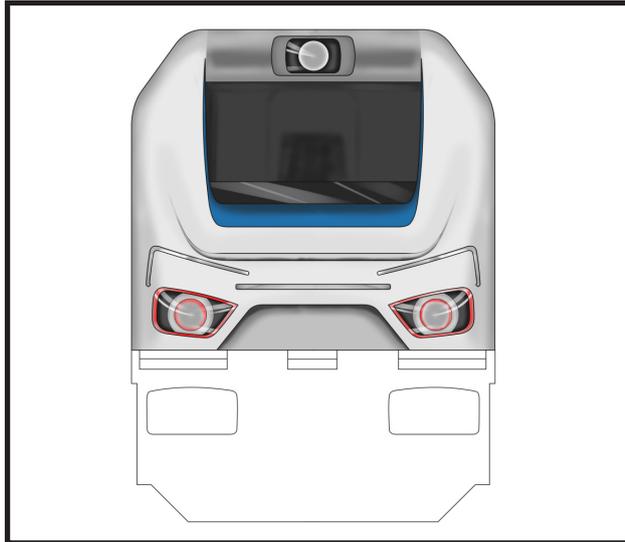
### • Propuesta 3

Es una adaptación directa del BCdP-4. Como en los anteriores casos, los faros también se amoldan a la forma de la compañía, así como se ensancha el hueco de la parte inferior del testero con respecto al bruto correspondiente para poder albergar el equipo de aire acondicionado.

Como detalle especial a destacar, en esta propuesta el área inmediatamente debajo del cristal frontal también se encuentra al mismo nivel de este y del teleindicador, donde irán colocados los elementos de conexión de mando múltiple de forma que sobresalgan menos y queden mejor recogidos.

El nervio horizontal del centro es el que caracteriza esta propuesta, dividiendo visualmente la cesta superior de la inferior, a forma de guiño hacia la línea de partición que se hacía necesaria por razones estructurales en las anteriores locomotoras de la serie Euro.

En el presente caso el nervio es puramente estético puesto que el carenado se monta como una sola pieza.



• Propuesta 4

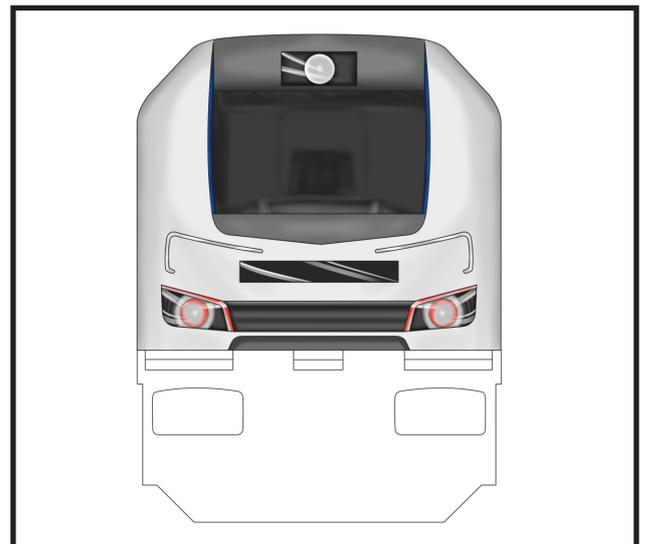
Este último diseño es el que responde al feedback de “Adaptación de la volumetría y detalles del diseño BCdP-3 en una primariamente basada en el Stadler Kiss de Aeroexpress empleando la tercera técnica de creatividad”.

Tomando ese bruto como base pues, la cuarta propuesta “convierte en locomotora” la unidad referenciada en el párrafo anterior.

Las características más señalables son: Panel del equipo limpiaparabrisas en punta, focos estilo Stadler y la volumetría más similar a la del Kiss de Aeroexpress.

Para añadir una mayor personalidad al concepto de forma que sea un producto más destacable, el teleindicador se encuentra separado del cristal frontal y ayuda a completar visualmente el espacio vacío que queda entre la zona superior y la inferior del testero.

Asimismo, el panel que va de un foco a otro es de tipo parrilla a modo de dar textura y una sensación más robusta, inspirada en los camiones y, en concreto, en los Scania. De igual manera, el logotipo de la compañía se situará sobre dicho panel.



## 4.6 SUBSIGUIENTES AJUSTES, DETALLADO Y ACABADO ESTÉTICO DE LAS PROPUESTAS

De la forma en la que se desarrolla el proceso conceptual, otro conjunto de feedback fue obtenido tras la fase anterior, dando el visto bueno a las propuestas realizadas y formulando los detalles concretos para reproducir en esta última etapa de refinamiento del diseño.

En líneas generales, las modificaciones a realizar necesarias ya son mínimas, corrigiendo solamente de manera leve las curvaturas de la volumetría y modificando también ligeramente las formas de la moldura de los faros.

Con esos arreglos realizados, lo último que queda de trabajo en cada una de las propuestas es completar el resto de características referentes al nivel más pequeño, como es la situación de las líneas de las tapas tanto del equipo de aire acondicionado y del equipo limpiaparabrisas, definir de forma exacta el interior y los componentes de las ópticas, o aquello referente a los marcos de las ventanas y posición de los elementos de conexión del mando múltiple.

Así pues, las cuatro propuestas que serán evaluadas por el público, tanto por parte de la compañía como por parte de un grupo más general ajeno a la misma, han resultado de la manera que se muestra a continuación (el dossier completo de renders se dispone en “Anexo 3 - Renders de las propuestas evaluadas” específico para tal efecto):

- Propuesta 1



• Propuesta 2



• Propuesta 3



**• Propuesta 4****4.7 VALORACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN DEL DISEÑO A INDUSTRIALIZAR**

Tras la presentación de las propuestas definitivas, el siguiente paso consiste en la creación de una serie de encuestas que recogen diferentes aspectos sobre los que se pretende dar una calificación a cada uno de los diseños.

Estas encuestas, de forma conjunta, arrojarán una puntuación que decidirá cuál es la alternativa que pasará a la última fase del proyecto, consistente en realizar las operaciones de oficina técnica, tales como la reproducción de cada una de las piezas en software CAD/CAM (Siemens NX Unigraphics), realización de los planos y guía de montaje, así como su inventario correspondiente y presupuesto.

Para obtener datos lo más objetivos posibles, las encuestas se pasarán a dos públicos diferentes. Por un lado, el correspondiente al público compuesto tanto por gente universitaria de grados de ingeniería técnica como por personas relacionadas directamente con el mundo del ferrocarril, ya sea por su profesión (maquinistas, mantenimiento, especialistas...) o por afición.

Por el otro, al de los empleados de la compañía Stadler, cuyos conocimientos intrínsecos sobre el sector del ferrocarril también proporcionan la visión crítica necesaria sobre los aspectos evaluados, y en concreto, los de fabricación, aun si entre las personas encuestadas pueden encontrarse diferentes especialidades ingenieriles.

Los aspectos que evaluarán las encuestas se agrupan en tres bloques y son los que se exponen seguidamente:

- Diseño de concepto
  - Imagen de marca reconocible
  - Diseño moderno y atemporal
  - Sensación transmitida
- Diseño de producto
  - Funcionalidad del diseño
  - Industriabilidad
  - Integración del diseño
- Atractivo general

#### 4.7.1 PRIMERA ENCUESTA: ASIGNACIÓN DE PESOS

Con el fin de conseguir una mayor precisión, y dado que según la persona a la que se encueste, estos aspectos tendrán una mayor o menor importancia unos respecto de otros dependiendo de su entorno, especialidad y propio punto de vista, la primera encuesta se centra en realizar un análisis sobre las prioridades que las personas dan a cada uno de los aspectos que se pretenden puntuar.

Dicho análisis se fundamenta en una encuesta sobre el grado que cada persona cree que la importancia de cada atributo "a" es mayor o menor que la de cada atributo "b". Para el presente caso, se comparan dos a dos dentro de cada bloque, y luego entre los propios bloques.

Esto da como resultado valores que se introducirán en un programa de tratamiento de datos (ExpertChoice) y que proporcionará los coeficientes por lo que se ponderará cada uno de los aspectos cuando se proceda a evaluar los diseños de testero presentados.

Siendo así, la encuesta previa para la obtención de coeficientes, realizada a través de Google Forms, presenta la apariencia siguiente para cada pareja de atributos:

Imagen de marca reconocible VS. Sensación de [adjetivo]

1 2 3 4 5 6 7 8 9

○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○

↙ | ↘

Imagen de marca reconocible **MENOS IMPORTANTE QUE** Sensación de [adjetivo]

Imagen de marca reconocible **IGUAL DE IMPORTANTE QUE** Sensación de [adjetivo]

Imagen de marca reconocible **MÁS IMPORTANTE QUE** Sensación de [adjetivo]

Una vez tratados los datos de todas las personas encuestadas, el programa indica que los valores con los que se debe ponderar en cada uno de los atributos correspondientes son los que se muestran más abajo:

- Para el público general.



		Diseño Con	Diseño Ind	Atractivida
Diseño Conceptual			1,76396	1,57914
Diseño Industrial				1,27384
Atractividad General		Incon: 0,00		

		Imagen de	Diseño Mo	Sensación
Imagen de Marca			1,20451	1,45204
Diseño Moderno y Atemporal				3,24679
Sensación Transmitida		Incon: 0,04		

		Funcionali	Industriabi	Integración
Funcionalidad			1,62988	1,17462
Industriabilidad				1,13437
Integración Componentes		Incon: 0,06		

- Para el público de Stadler.



		Diseño Con	Diseño Ind	Atractivida
Diseño Conceptual			1,76396	1,57914
Diseño Industrial				1,27384
Atractividad General		Incon: 0,00		

		Imagen de	Diseño Mo	Sensación
Imagen de Marca			1,20451	1,45204
Diseño Moderno y Atemporal				3,24679
Sensación Transmitida		Incon: 0,04		

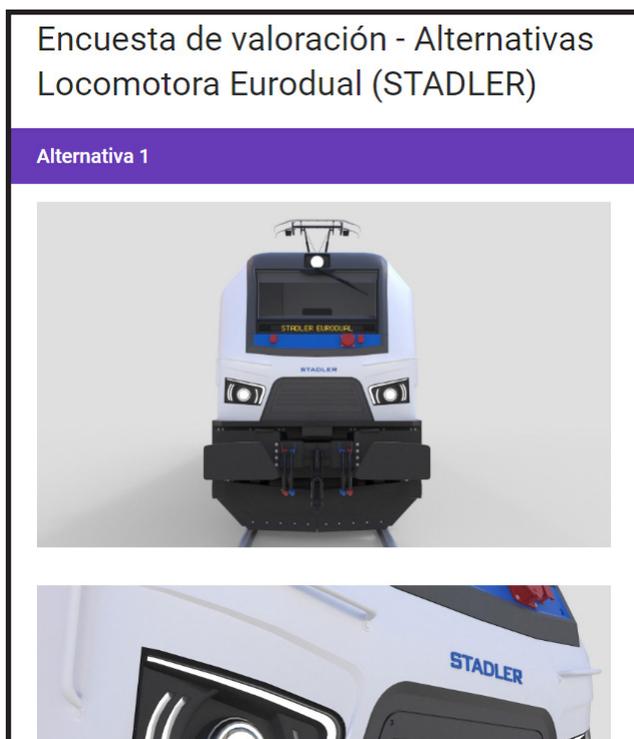
		Funcionali	Industriabi	Integración
Funcionalidad			1,62988	1,17462
Industriabilidad				1,13437
Integración Componentes		Incon: 0,06		

### 4.7.2 SEGUNDA ENCUESTA: EVALUACIÓN DE LOS DISEÑOS

Habiendo ya obtenido las ponderaciones necesarias, la segunda encuesta es la que trata directamente sobre la valoración de las alternativas.

Dicha encuesta también se pasa a los dos públicos mencionados y, en este caso, muestra los diferentes renders que se han realizado sobre cada una de las propuestas, de manera que los encuestados pueden observar detenidamente los detalles para a continuación puntuarlos de acuerdo a los aspectos que se listaron en el punto anterior.

Con respecto a la apariencia de la misma en Google Forms, ésta es la que sigue:



**Imagen de marca reconocible**  
Es el grado en el que el diseño de frontal a valorar concuerda estéticamente y visualmente con los productos de STADLER, los cuales se pueden observar más arriba.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Menos           Más

**Diseño moderno y atemporal**  
Percepción de que el diseño de frontal a valorar seguirá siendo atractivo con el paso de los años y no quedará anticuado.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Menos           Más

**Sensación de Potencia**  
Hasta que punto cree que el diseño de frontal a valorar consigue expresar la sensación de que la locomotora es POTENTE.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Menos           Más

**Funcionalidad del diseño**  
A la hora de fabricar la locomotora, que las piezas que conforman el diseño de frontal a valorar sean accesibles y cómodas a los usuarios finales (maquinistas y operarios de tren). Ejemplos: barandillas y puertas para acceder a las cabinas bien situadas, ventanas amplias y con visibilidad, asientos cómodos y espaciosos, etc.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Tanto al inicio de la misma como durante la consecución de los aspectos evaluados, se provee de una sencilla explicación en la que se aclara de forma inequívoca que es lo que se está preguntando y cómo debe observarse con respecto al diseño en cuestión.

#### 4.7.3 VOLCADO DE LAS PUNTUACIONES Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Mediante la ayuda de una tabla de excell realizada para tal efecto, las calificaciones se trasladan a la hoja de cálculo y se haya una media, que luego es ponderada según el atributo en el que se encuentre para dar lugar a la nota final del diseño de testero correspondiente.

Así pues, las puntuaciones obtenidas son las que disponen a continuación:

- Para el público general.

		DISEÑO CONCEPTUAL			DISEÑO DE PRODUCTO			INTEGRACIÓN DE COMPONENTES			ATRACTIVO GENERAL	PUNTUACIÓN GENERAL	POSICIÓN
		Imagen de marca reconocible	Diseño Moderno y Atemporal	Sensación transmitida	Funcionalidad	Industria	Integración de componentes	ATRACTIVO GENERAL	PUNTUACIÓN GENERAL	POSICIÓN			
	ALTERNATIVA 1	1,81496286	2,585	3,96557143	1,34077143	3,30471771	2,74857143	<b>2,52</b>	2,544	2,429	7,486	3	
	ALTERNATIVA 2	1,75188125	2,71425	3,591625	1,311	3,46257225	2,8675	2,46225	2,856	<b>2,776</b>	7,9904	2	
	ALTERNATIVA 3	1,53126333	2,1933333	3,08433333	1,38	3,35826	3,021666	2,107	2,800	2,082	6,967	4	
	ALTERNATIVA 4	<b>1,93732833</b>	<b>2,851333</b>	<b>3,9771666</b>	<b>1,5946667</b>	<b>3,55461</b>	<b>3,083333</b>	2,352	<b>2,968</b>	2,660	<b>8,152271</b>	<b>1</b>	

- Para el público de Stadler.

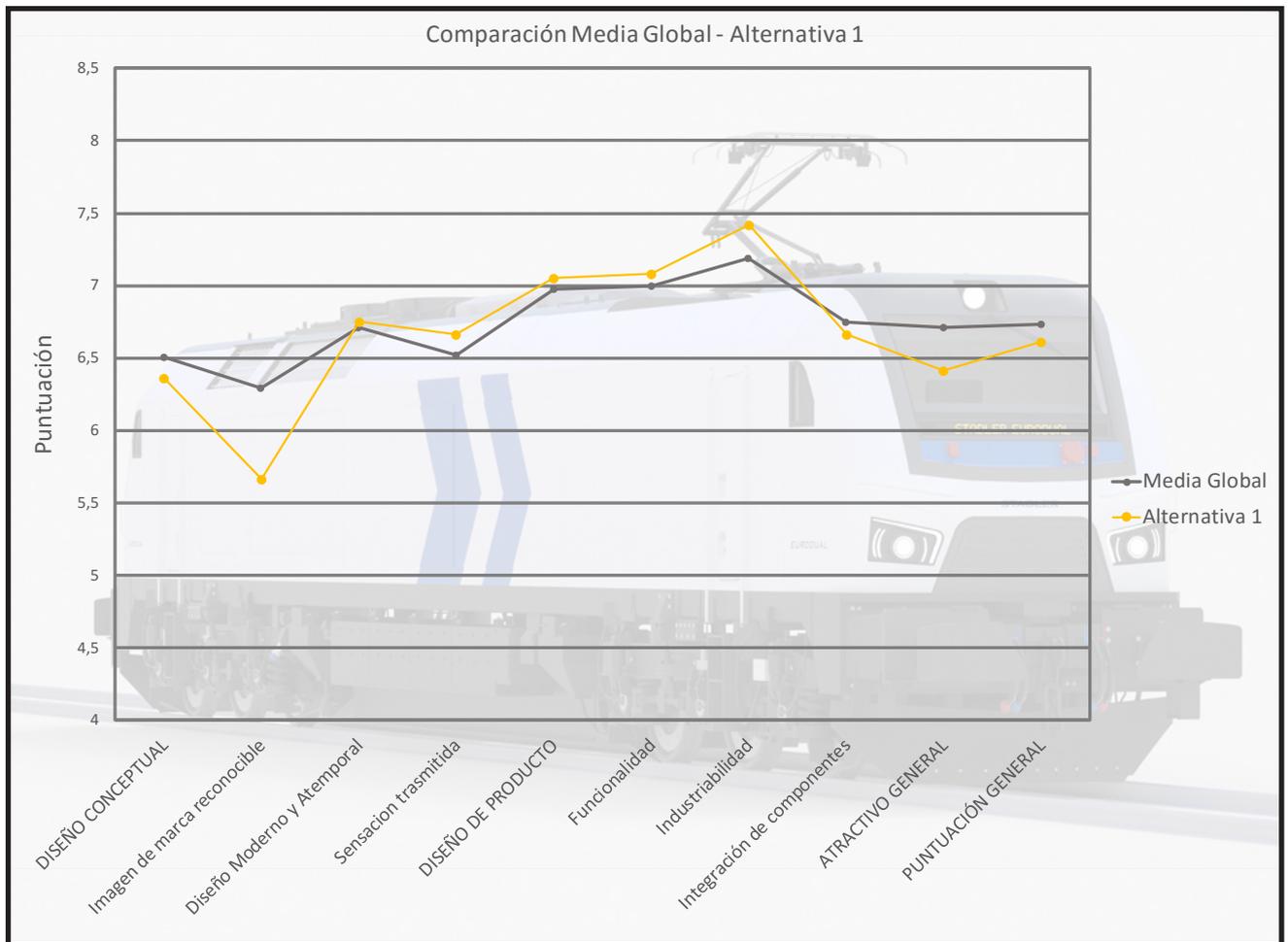
		DISEÑO CONCEPTUAL			DISEÑO DE PRODUCTO			INTEGRACIÓN DE COMPONENTES			ATRACTIVO GENERAL	PUNTUACIÓN GENERAL	POSICIÓN
		Imagen de marca reconocible	Diseño Moderno y Atemporal	Sensación transmitida	Funcionalidad	Industria	Integración de componentes	ATRACTIVO GENERAL	PUNTUACIÓN GENERAL	POSICIÓN			
	ALTERNATIVA 1	1,29441817	2,34033333	2,42325	1,52	3,030313	2,27375	<b>2,60325</b>	2,18666667	2,34208333	6,6668145	3	
	ALTERNATIVA 2	1,33924033	2,65008333	2,48308333	1,368	2,9102645	2,22025	2,48625	2,07733333	2,46375	6,71325483	2	
	ALTERNATIVA 3	1,1071985	2,065	1,88475	1,425	2,85124125	2,0865	2,42775	2,132	1,94666667	5,90510642	4	
	ALTERNATIVA 4	<b>1,609787</b>	<b>3,33841667</b>	<b>2,84208333</b>	<b>1,634</b>	<b>3,1924035</b>	<b>2,4075</b>	2,574	<b>2,46</b>	<b>3,04166667</b>	<b>7,84385717</b>	<b>1</b>	

Como es posible apreciar, en ambos casos la propuesta número cuatro es la elegida como candidata para la fase de industrialización ganando, además, prácticamente en todos los aspectos evaluados respecto de los otros diseños.

No obstante, y para realizar una comparación más exhaustiva, se han elaborado unas gráficas donde se puede estudiar cómo se encuentran los valores de cada propuesta tanto respecto a la línea del aprobado/suspense (5), como a la de la media de todas las alternativas y así identificar posibles puntos a mejorar en la elegida.

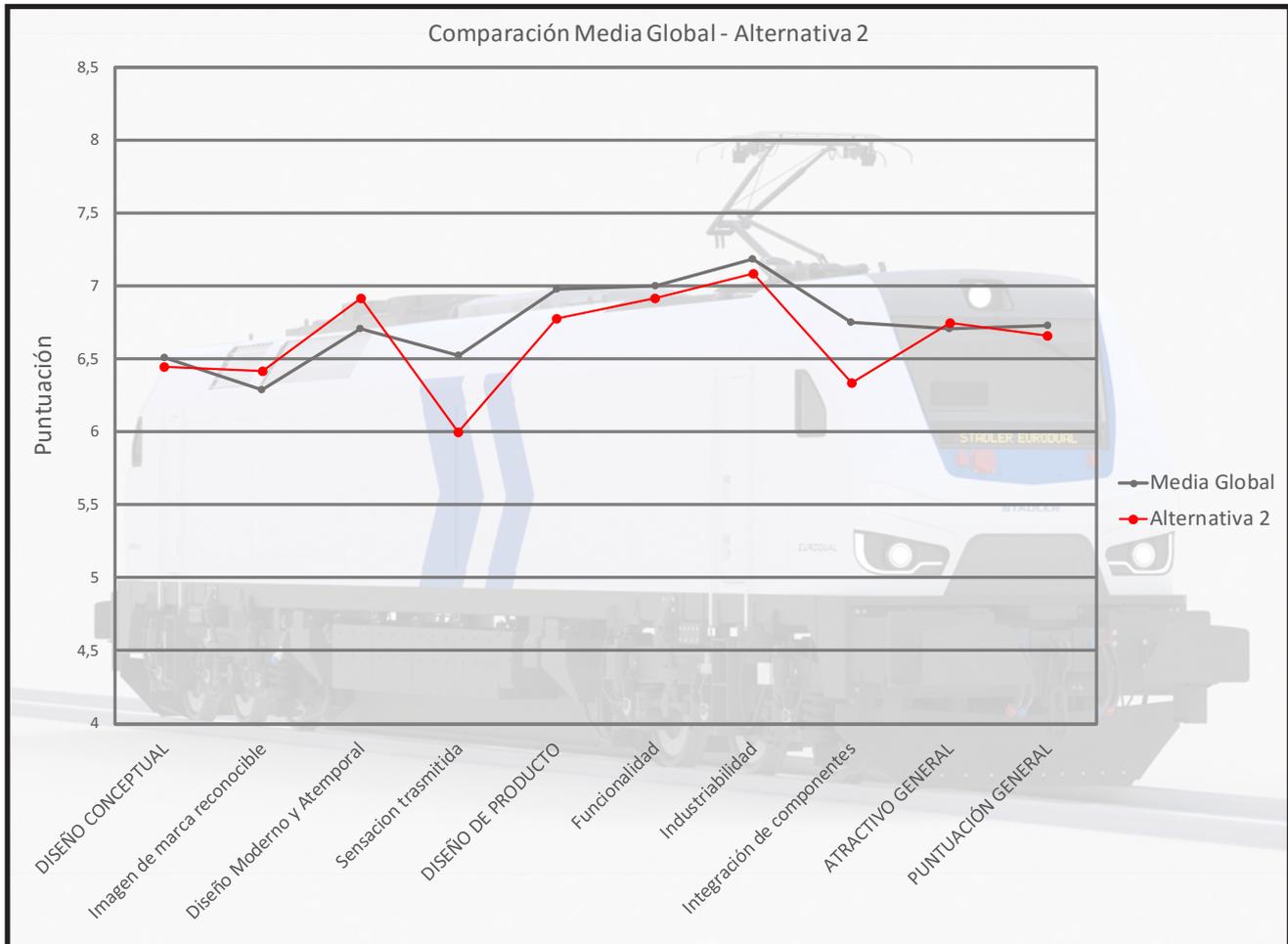
Para simplificar el trabajo, y dado que los resultados en ambos públicos son prácticamente idénticos en cuanto a los valores, las gráficas se refieren únicamente al encuestado de Stadler, que por razones propias tiene mayor peso en la decisión general.

• Propuesta 1



Si bien aprueba en todos los puntos, es de especial mención destacar que la mitad exacta de los criterios evaluados en esta alternativa se encuentra por debajo de la media de todas las propuestas, despuntando negativamente sobre ellas el apartado de Imagen de marca reconocible.

## • Propuesta 2

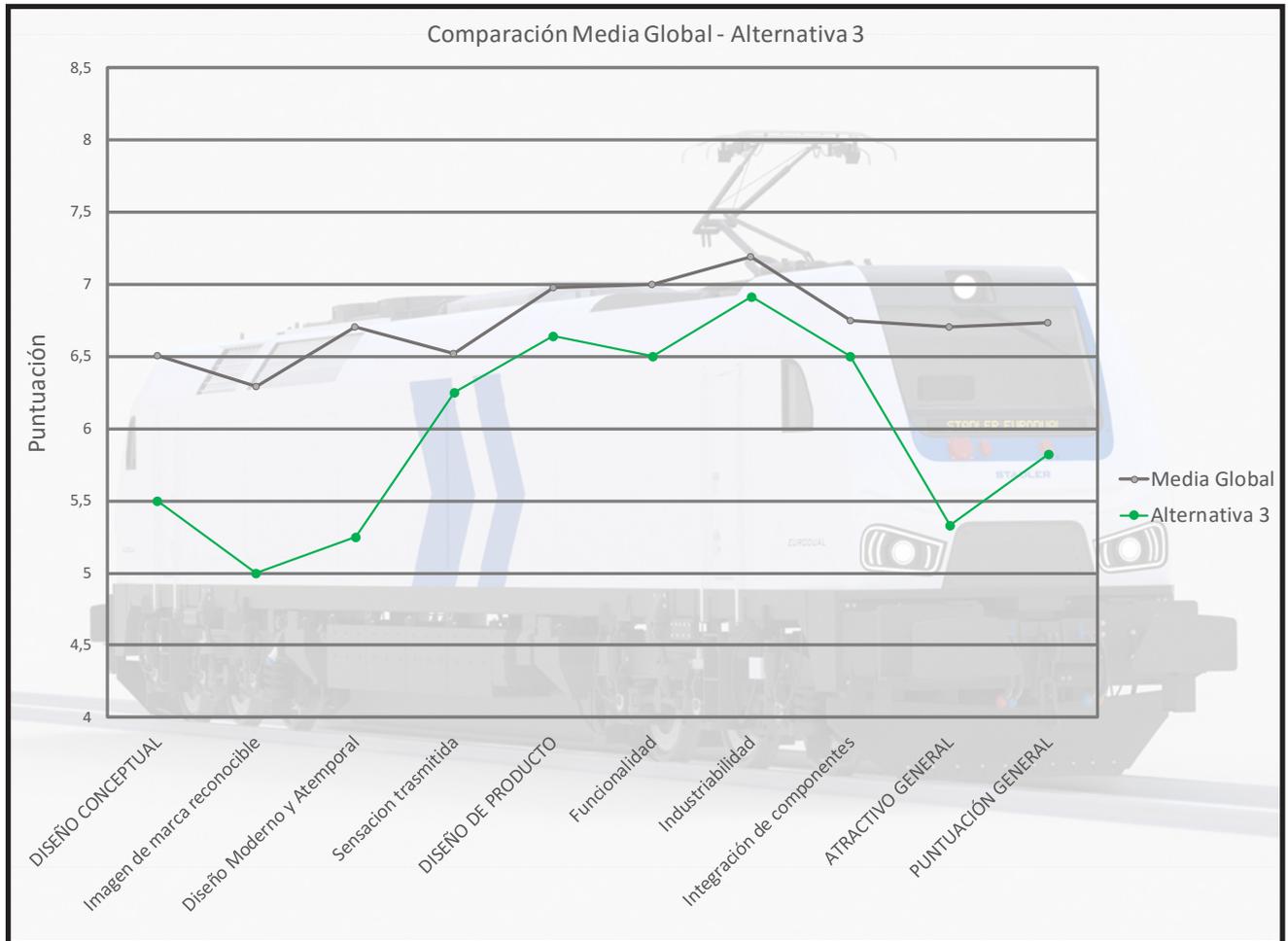


La segunda propuesta mantiene un nivel regular más plano y sitúa su puntuación más baja en un 6,0, aunque queda por debajo de la media en prácticamente todos los aspectos.

Sin embargo, a diferencia de la primera alternativa, su atractivo general se eleva por encima, dejando su puntuación general más alta que en el primer caso.

En términos generales se puede decir que es un diseño de testero que, completando los ligeros ajustes que necesitaría para mejorar su valoración por arriba de la media, podría tener un mayor valor competitivo de cara a presentarse como modelo a industrializar.

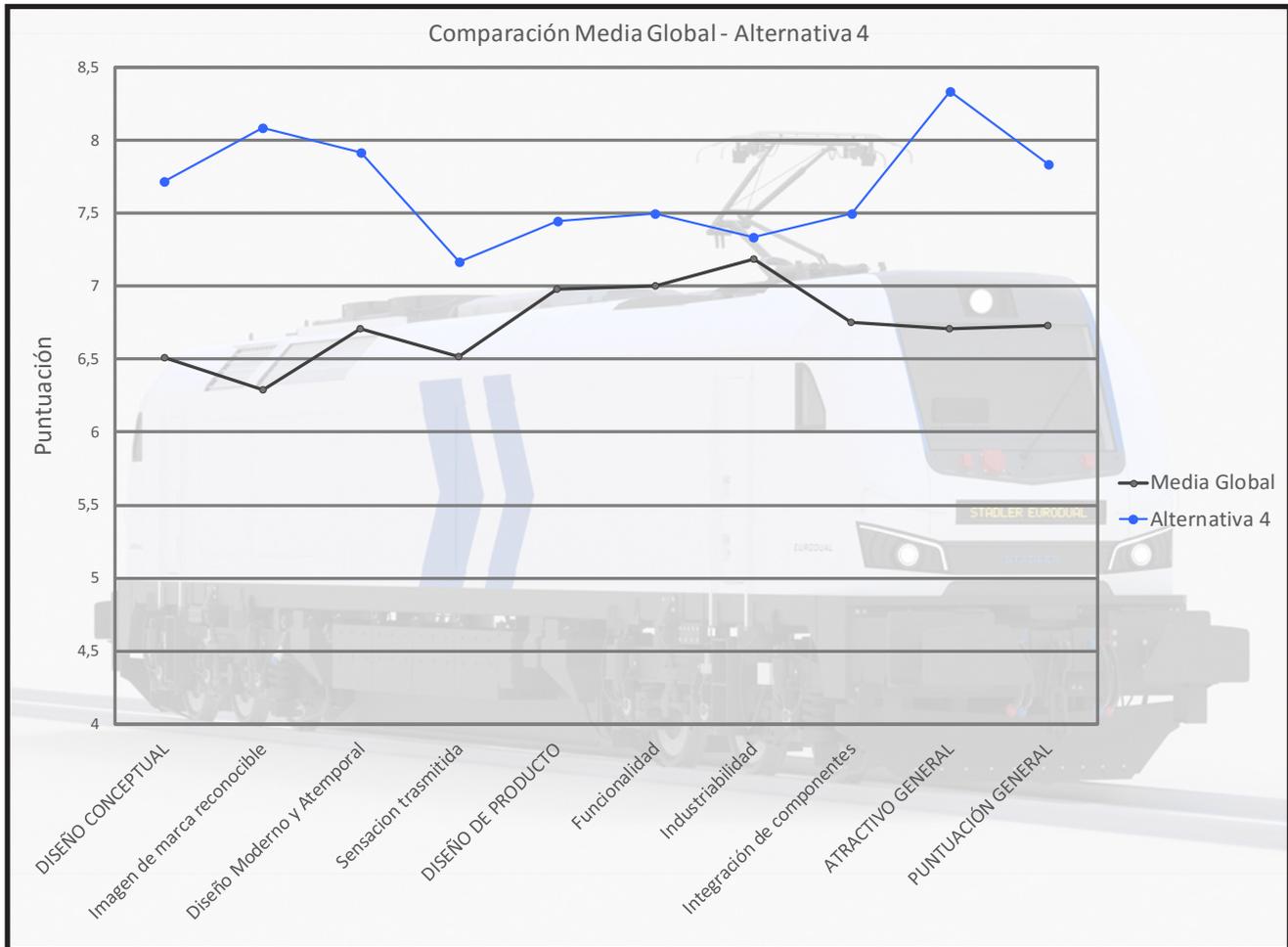
• Propuesta 3



La tercera alternativa es, sin duda, la peor valorada, con todos sus aspectos calificados por debajo de la media global. Aunque en ningún caso queda suspendida, se trataría del primer diseño a destartar o rediseñar desde unas fases más atrás.

Al tratarse de un concepto cuyas formas han sido menormente adecuadas a las de la compañía Stadler de manera intencional, resulta lógico afirmar que la puntuación más baja, con un 5, sea la referente a la Imagen de marca reconocible .

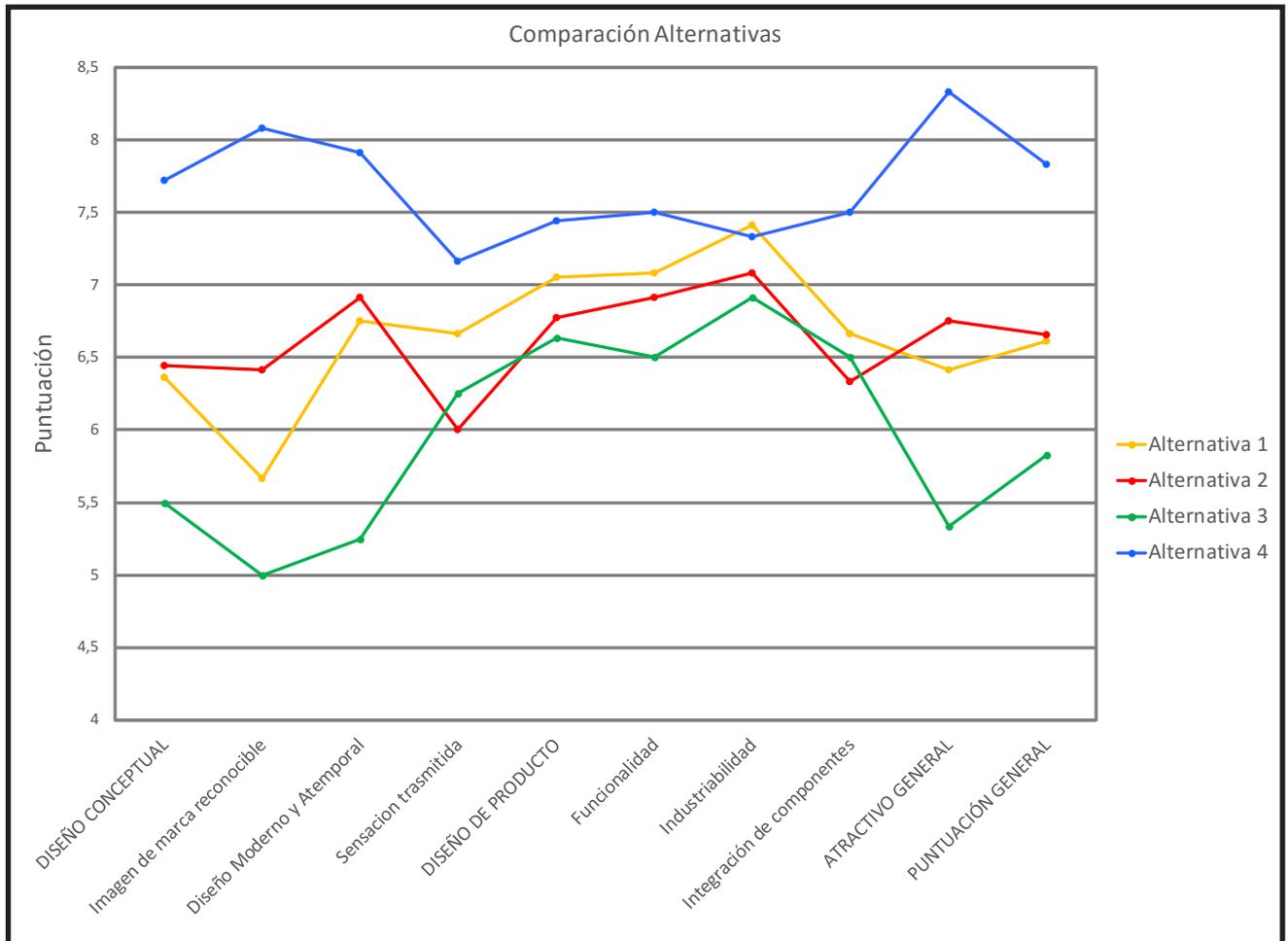
## • Propuesta 4



Por último, la propuesta que ha sido elegida para industrializar, donde sus calificaciones se colocan en todo momento por niveles sustancialmente superiores al de la media global, mostrándose como claro vencedor respecto a los otros diseños.

Atendiendo con mayor detalle a los puntos que se podrían mejorar, observamos el pico mínimo en la Sensación transmitida que se pretendía otorgar al testero de la máquina, así como a la Industriabilidad del mismo, donde se deberá estudiar maneras de facilitar la fabricación y el montaje de sus piezas, así como el número total de ellas.

Como conclusión, se añade una última gráfica en la que se comparan las cuatro alternativas entre sí, con el fin de visualizar mejor las diferencias existentes a cada nivel evaluado.



#### 4.8 INCLUSIÓN DE ELEMENTOS DISTINTIVOS

Ya mencionado al principio del apartado de Desarrollo de los conceptos, la propuesta elegida, que en este caso es la número 4, pasará por una fase extra de refinamiento y de esta forma quedar completa al nivel de detalle más pequeño.

El primer elemento a estudiar, y sobre el que primariamente debería aplicarse una mayor atención, es la parrilla situada entre los dos focos inferiores.

Para las referencias sobre las que inspirarse, se recurre de nuevo al sector de la automoción, como por ejemplo, el Dodge Charger 2016, Toyota Proace 2016, Lotus Evora 400, Honda NSX 2017, Renault Kajdar o el Audi Q2 (Imágenes adjuntas en "Anexo 4 - Referencias sector automoción").

Se plantea dotar de textura a la rejilla que permite la entrada de aire al equipo de aire acondicionado así como colocar varios travesaños al estilo de los frontales de Scania, Mercedes o Volvo donde situar, además el logotipo de Stadler de una manera más integrada.

También se plantea usar materiales de varios grados de brillo o apariencias en las molduras de los focos y en el testero en general.

Por último, idear la forma en que los asideros se operan para facilitar la maniobra de abatimiento del panel del equipo de aire acondicionado.

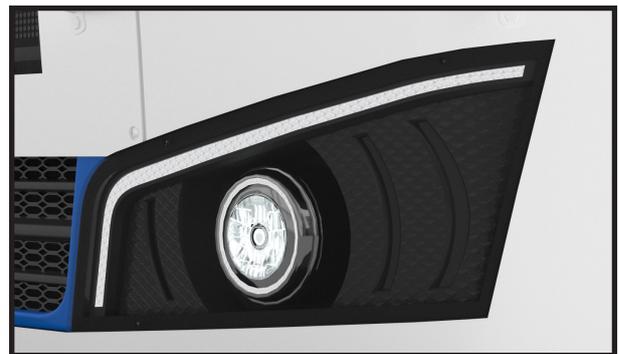
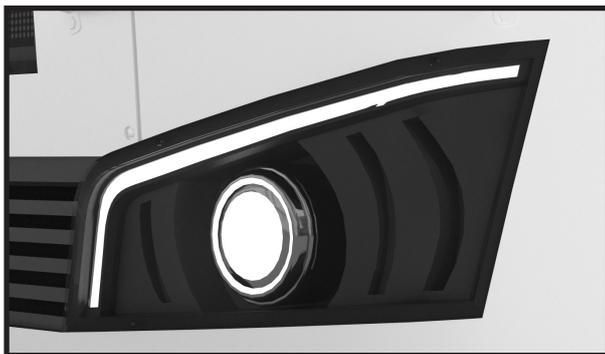
#### 4.8.1 COMPARACIÓN DE MEJORAS SOBRE LA PROPUESTA ELEGIDA

Así pues, y tras aplicar los elementos distintivos sugeridos párrafos más arriba, el diseño obtenido con respecto al testero antes de tal acción es el que sigue:

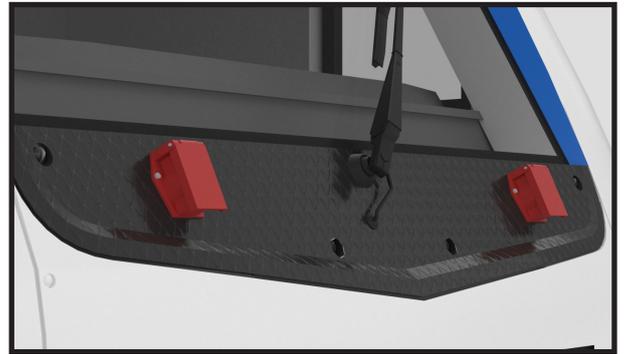
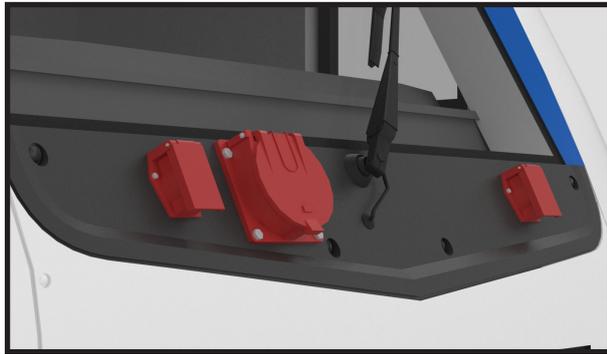
- Parilla del equipo de Aire Acondicionado.



- Molduras de los focos inferiores



- Panel del equipo limpiaparabrisas



- Apariencia global



#### 4.9 PROTOTIPADO RÁPIDO DE LA PROPUESTA ELEGIDA

A modo de visualizar de forma física los aspectos estéticos del diseño final de concepto a industrializar, se ha realizado de forma añadida un modelo de prototipo compuesto por diferentes piezas, mediante impresión 3D, que una vez ensambladas dan lugar al resultado mostrado a continuación.

De esta forma, la apreciación general del testero es mejorada en su detalle y se emplea además como exposición del resultado sobre trabajo conceptual realizado hasta el momento.





## INDUSTRIALIZACIÓN



## 5.1 DEFINICIÓN

De esta manera pues, y tras haber culminado los procesos de desarrollo de los conceptos y, en particular, de la alternativa final escogida, llevados a cabo en la sección anterior, la serie de trabajos que se extienden ahora en adelante consisten en la adaptación del diseño obtenido a un modelo fabricable y con posibilidad de fácil ensamblado teniendo siempre en cuenta las limitaciones y procesos de fabricación que se dan lugar en Stadler para la construcción de locomotoras.

Por ello, los puntos que siguen explican la manera en que se han dividido los conjuntos de piezas que conforman el diseño del testero, así como se provee de la información técnica necesaria sobre cada una de ellas y sus modos de montaje.

De forma anexa, toda la planimetría de los componentes también es aportada para complementar al máximo los detalles del diseño industrializado.

## 5.2 CONSIDERACIONES DE FABRICACIÓN

Como se ha mencionado líneas más arriba, para realizar la correcta adaptación del modelo conceptual a su versión industrial, se hace necesario realizar un estudio de los tipos de piezas que suelen emplearse en la fabricación del testero, del mismo modo que también resulta importante analizar los diferentes materiales y sus procesos de producción asociados.

Por consiguiente, y con el conocimiento de dicha información, otorgada con anterioridad por parte de la empresa, mas el posterior análisis correspondiente de los datos facilitados, se puede concluir en la diferenciación dos grandes grupos de componentes:

- Los fabricados mediante plasticos por inyección, característico de piezas de relativas reducidas dimensiones y con necesidad de tolerancias ajustadas
- Los fabricados mediante conformado de fibra de vidrio con resina de poliester, habitual de piezas con relativas grandes dimensiones y donde un proceso de inyección resulta más caro, y con menos ventajas en general que el método mencionado.

Para ambos grupos de componentes el empleo de moldes es la característica principal que los define. Así pues, deberán tenerse en cuenta la mismas consideraciones para cada uno de los tipos a la hora de realizar el desarrollo en CAD y sus especificaciones, a saber:

- Ángulos de desmoldeo en las caras planas perpendiculares a la dirección de extracción, que en el caso actual serán de 2°.
- Diseños que empleen el menor número de particiones de molde lógicas posibles.
- Estimar la holgura de las piezas de acuerdo a las tolerancias requeridas en sus respectivos moldes.
- En los fabricados por conformado de fibra, las aristas vivas deben estar redondeadas en los sitios que sean necesarios, acordes al grosor de las láminas de fibra empleadas.
- El peso final de las piezas obtenidas, y su forma de manejo y montaje.

### 5.3 ÁRBOL DE SUBENSAMBLAJES

A modo de primer paso para la definición de las piezas diseñadas y la forma en que estas se agruparán entre ellas para formar el producto “Testero EuroDual”, el Árbol de Subensamblajes supone una buena herramienta en la que mostrar de forma efectiva y rápida estas relaciones.

En líneas generales, un Árbol de Subensamblajes engloba de forma piramidal todos los componentes de un producto agrupados en conjuntos de bloques, que a su vez también pueden pertenecer a otros conjuntos de bloques, siendo necesarios tantos niveles como montajes lógicos se planeen o se hayan planeado desde el punto de vista de su diseño a la hora de realizar el CAD.

Para el presente caso, se procede a explicar la secuencia de diferenciación de bloques y su consiguiente Árbol de Subensamblajes a partir del modelo conceptual de la alternativa final obtenido en la anterior sección del proyecto, y tras haber usado como criterios lo mencionado en el punto 5.1.

- Bloque general “Testero Eurodual”



- Bloque específico “Conjunto carenado”



- Bloque específico “Foco de alta”



- Bloque específico “Ventana lateral izquierda”



- Bloque específico “Ventana lateral derecha”



- Bloque específico “Sistema equipo limpiaparabrisas”



- Bloque específico “Sistema del equipo de aire acondicionado”



- Bloque específico “Piloto inferior izquierdo”



- Bloque específico “Piloto inferior derecho”



La diferenciación por separado de los bloques específicos “Tapa del equipo limpiaparabrisas” y “Portón del equipo de aire acondicionado” se debe al hecho de que ambas zonas deben ser accesibles de forma fácil y por separado mediante un mecanismo de apertura practicable y cómodo para el personal que deba trabajar en ello.

Además, en la zona del equipo limpiaparabrisas también debe tenerse en cuenta la separación de ésta con respecto a la parte donde se sitúan los conectores de mando múltiple.

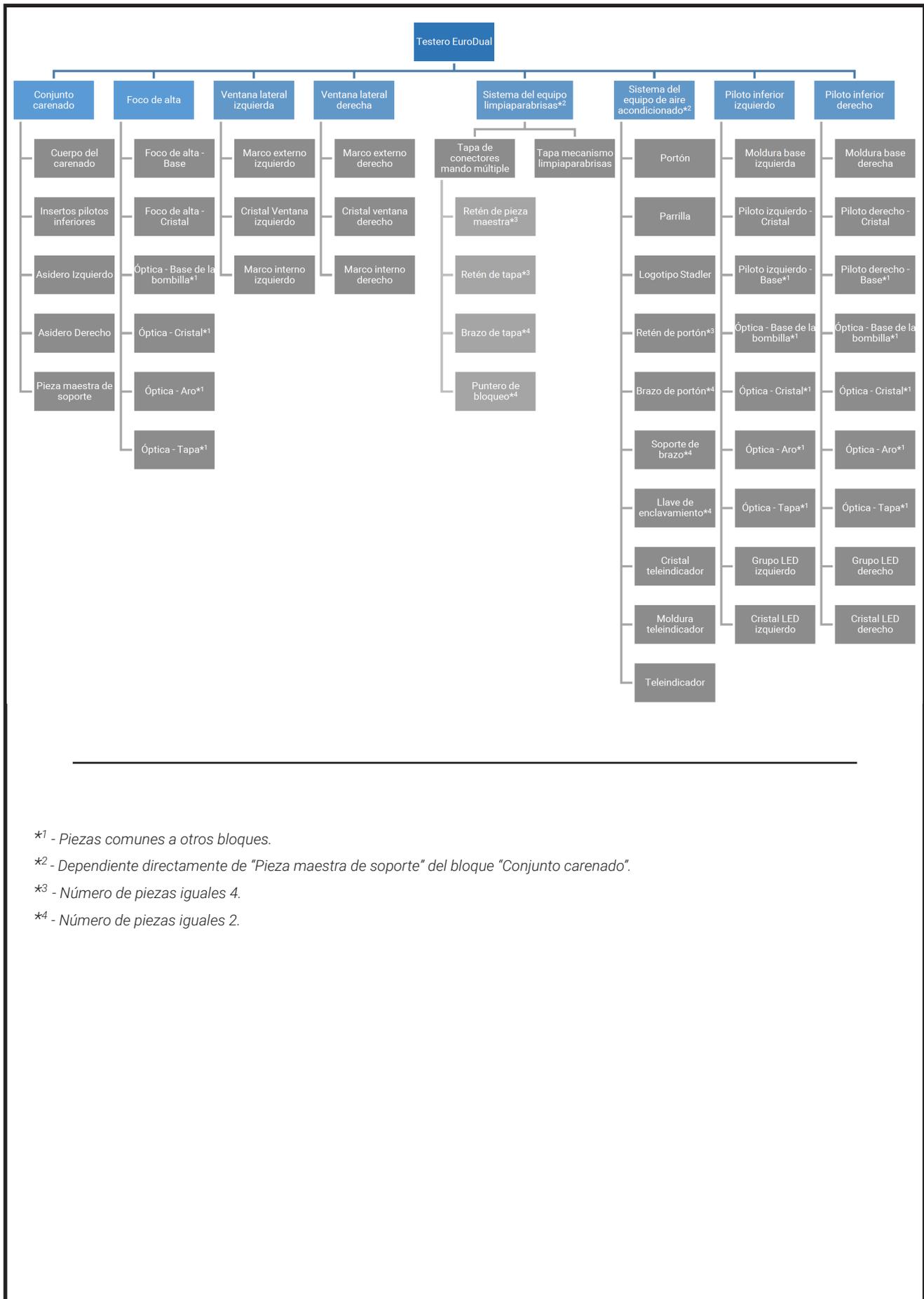
Por otro lado, también se estima la forma en la estos dos bloques de componentes quedan fijados a la estructura de la locomotora y a su vez al bloque “Cuerpo del Carenado”, optando como solución el emplear una pieza, a modo de maestra, que servirá como soporte y ajuste de todos ellos.

De igual manera, el resto de bloques se piensan en su diseño como extraíbles de forma individual de cara a las operaciones de mantenimiento, haciendo especial incapié en la ergonomía y la reducción del nivel de dificultad tanto a la hora de su montaje como de su desmontaje.

En relación al dispositivo teleindicador, se plantean dos soluciones alternativas. Por un lado, dejarlo fijo a la estructura metálica de la locomotora, separándose del portón cuando este se abate, ya que permanece inmóvil en su posición. Por el otro, el teleindicador está físicamente unido al portón y se mueve junto con éste cuando el mismo se abate.

Para esto, y empleando la premisa de maximizar el volumen útil a respetar para situar el equipo de aire acondicionado, la alternativa escogida es la segunda.

Así pues, y tras exponer la solución de bloques escogida para desarrollar el diseño CAD de los conjuntos, el Árbol de Subensamblajes resultante es el que se representa en la página que sigue:



\*1 - Piezas comunes a otros bloques.

\*2 - Dependiente directamente de "Pieza maestra de soporte" del bloque "Conjunto carenado".

\*3 - Número de piezas iguales 4.

\*4 - Número de piezas iguales 2.

## 5.4 LISTADO DE CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES

Una vez expuesto el Árbol de Subensamblajes detallado en el punto anterior, se disponen ahora todos los datos técnicos referentes a cada una de las piezas que conforman el producto final, desarrolladas de forma íntegra a través del software CAD/CAM/CAE Siemens NX Unigraphics 10.0.

Para una mejor lectura y comprensión, el orden en el que aparecerán será el mismo orden que el representado en el árbol si se realiza su lectura de izquierda a derecha, a excepción de "Foco de alta - Cristal".

### 1 - CUERPO DEL CARENADO

Bloque: Conjunto carenado

- **Tipo de construcción:** Molde Abierto.
- **Material:** Fibra de vidrio y resina de poliéster (características de los materiales en "Anexo 5 - Especificaciones materiales").
- **Peso:** 100 kg aprox. +/- 30kg.
  
- **Modo de fijación:** Mediante pernos o tornillo/rosca a la estructura de la locomotora.
- **Observaciones:** Para mejorar la resistencia y reducir la deformación propia del proceso de fabricación, se incorporan refuerzos de PUR (mostrados en "Anexo 7 - Refuerzos") a lo largo de la sección que encaja directamente con la estructura de la locomotora.

El acabado del material puede apoyarse con el uso de Gel Coat a la hora de realizar la pieza.

Los entrantes que definen el apoyo de las ventanas laterales están ideados para un molde de tres divisiones (Una dirección de extracción frontal y dos direcciones de extracción por los costados, una para cada ventana lateral).

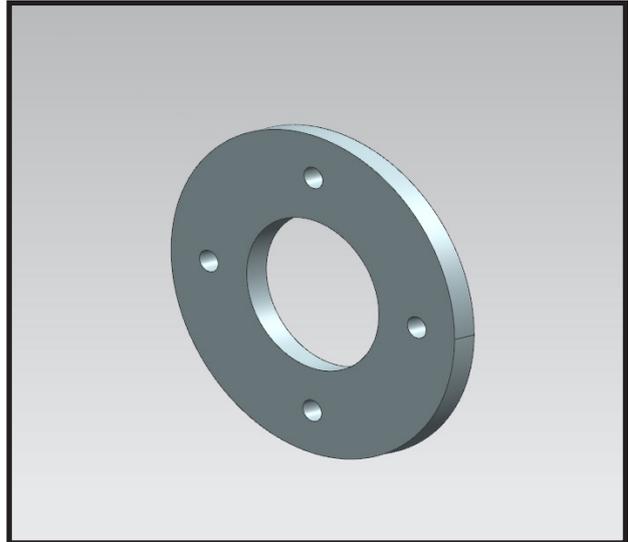
Para un molde único, sin divisiones, los entrantes de dichas ventanas deben ser removidos, pudiendo plantearse como adheridos a posteriori sobre el cuerpo del carenado.



## 2 - INSERTOS PILOTOS INFERIORES

Bloque: Conjunto carenado

- **Tipo de construcción:** Procesos metálicos por arranque de viruta.
- **Material:** Aluminio.
- **Peso:** 0,370 kg aprox.
- **Modo de fijación:** Adhesivado al "Cuerpo del carenado".
- **Observaciones:** Los cuatro agujeros de tamaño menor consisten en roscas de la métrica correspondiente.



## 3 - ASIDERO IZQUIERDO (Y DERECHO)

Bloque: Conjunto carenado

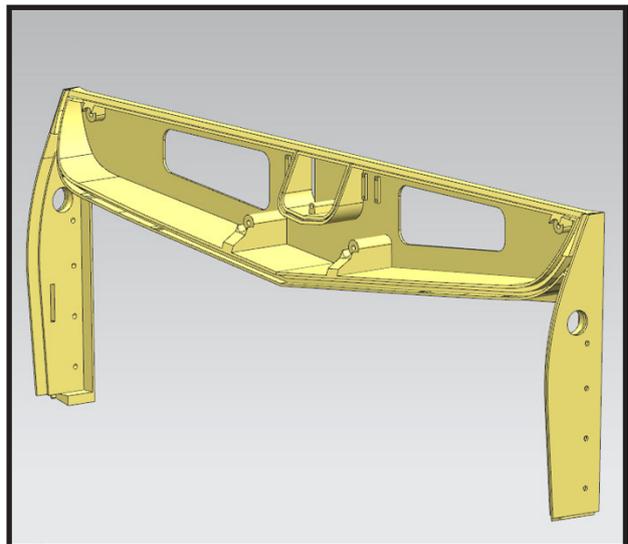
- **Tipo de construcción:** Procesos metálicos por doblado de barra y soldadura.
- **Material:** Acero.
- **Peso:** 2,200 kg aprox.
- **Modo de fijación:** Mediante pernos autoblocantes a la estructura de la locomotora.
- **Observaciones:** —



## 4 - PIEZA MAESTRA DE SOPORTE

Bloque: Conjunto carenado

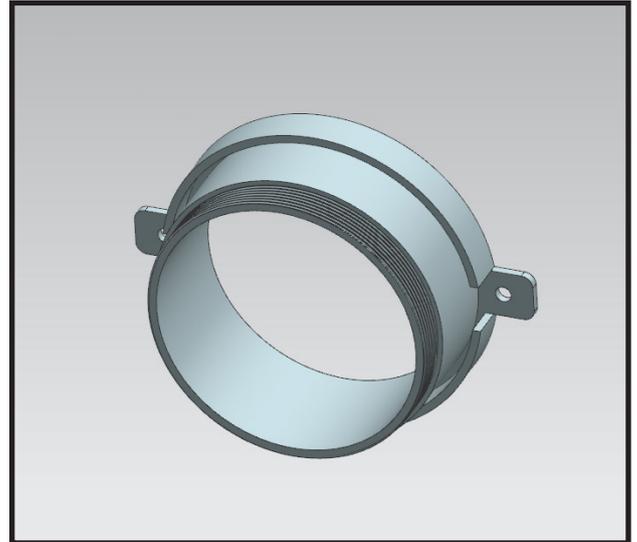
- **Tipo de construcción:** Moldeo por inyección.
- **Material:** PVC.
- **Peso:** 13,980 kg aprox.
- **Modo de fijación:** Mediante tornillo rosca a "Cuerpo del carenado" y a la estructura de la locomotora.
- **Observaciones:** Aunque la pieza está diseñada para moldeo por inyección por los requerimientos de tolerancia, existe la posibilidad de realizarla también en fibra de vidrio, como la pieza "Cuerpo del carenado".



### 5 - FOCO DE ALTA - BASE

Bloque: Foco de alta

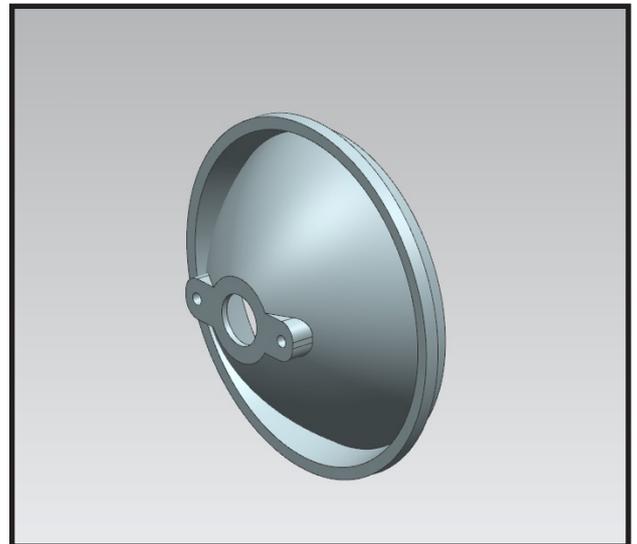
- **Tipo de construcción:** Moldeo por inyección.
- **Material:** PVC.
- **Peso:** 0,590 kg aprox.
- **Modo de fijación:** Atornillado a "Cuerpo del carenado".
- **Observaciones:** –



### 6 - ÓPTICA - BASE DE LA BOMBILLA

Bloque: Foco de alta

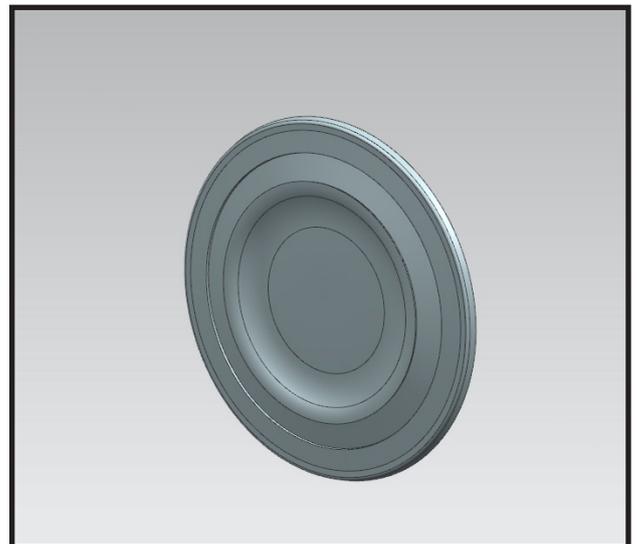
- **Tipo de construcción:** Moldeo por inyección de metal.
- **Material:** Aluminio cromado.
- **Peso:** 0,345 kg aprox.
- **Modo de fijación:** Encajado en el montaje del foco.
- **Observaciones:** Esta pieza es la misma que la indicada en los bloques "Piloto inferior izquierdo" y "Piloto inferior derecho".



### 7 - ÓPTICA - CRISTAL

Bloque: Foco de alta

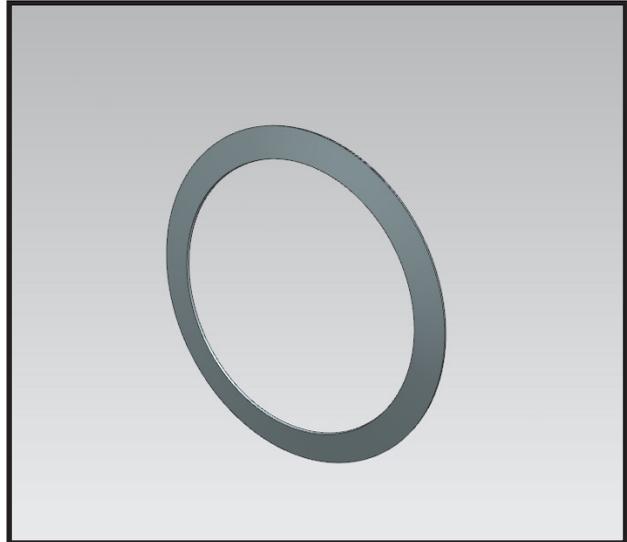
- **Tipo de construcción:** Moldeo por inyección de vidrio y pulido.
- **Material:** Vidrio.
- **Peso:** 0,087 kg aprox.
- **Modo de fijación:** Encajado en el montaje del foco.
- **Observaciones:** Esta pieza es la misma que la indicada en los bloques "Piloto inferior izquierdo" y "Piloto inferior derecho".



### 8 - ÓPTICA - ARO

Bloque: Foco de alta

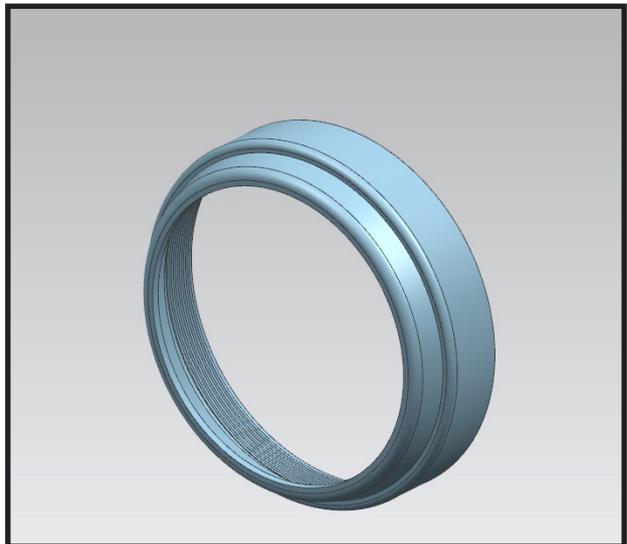
- **Tipo de construcción:** Estampa metálica.
- **Material:** Aluminio.
- **Peso:** 0,012 kg aprox.
- **Modo de fijación:** Adhesivado a "Óptica cristal".
- **Observaciones:** Esta pieza es la misma que la indicada en los bloques "Piloto inferior izquierdo" y "Piloto inferior derecho".



### 9 - ÓPTICA - TAPA

Bloque: Foco de alta

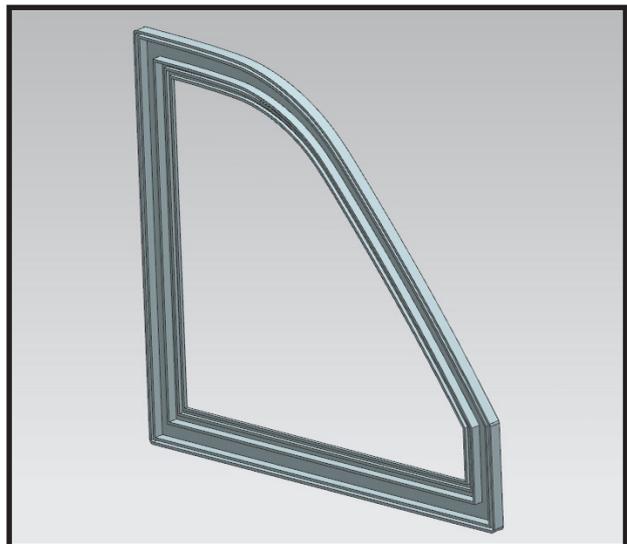
- **Tipo de construcción:** Moldeo por inyección de metal.
- **Material:** Aluminio cromado.
- **Peso:** 0,300 kg aprox.
- **Modo de fijación:** Roscado a "Foco de alta - Base".
- **Observaciones:** Esta pieza es la misma que la indicada en los bloques "Piloto inferior izquierdo" y "Piloto inferior derecho".



### 10 - MARCO EXTERNO IZQUIERDO (Y DERECHO)

Bloque: Ventana lateral (Izq y Der)

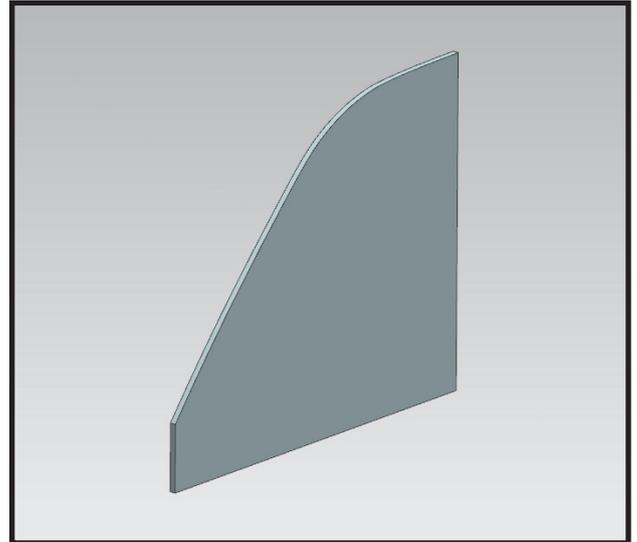
- **Tipo de construcción:** Moldeo por inyección de metal.
- **Material:** Aluminio.
- **Peso:** 1,350 kg aprox.
- **Modo de fijación:** Adhesivado a "Cuerpo del carenado".
- **Observaciones:** —



### 11 - CRISTAL VENTANA IZQUIERDO (Y DERECHO)

Bloque: Ventana lateral (Izq y Der)

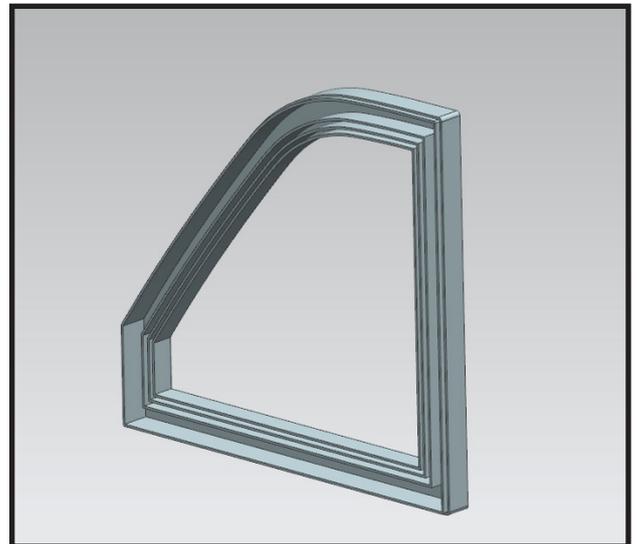
- **Tipo de construcción:** Moldeo por láminas de vidrio y pulido (climalit).
- **Material:** Vidrio
- **Peso:** 1,390 kg aprox.
- **Modo de fijación:** Encajado entre las piezas del bloque “Ventana Lateral (Izq y Der)”.
- **Observaciones:** —



### 12 - MARCO INTERIOR IZQUIERDO (Y DERECHO)

Bloque: Ventana lateral (Izq y Der)

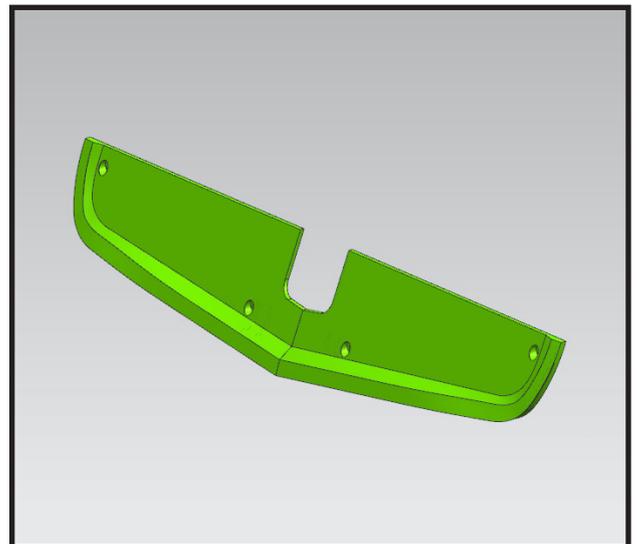
- **Tipo de construcción:** Moldeo por inyección de metal.
- **Material:** Aluminio.
- **Peso:** 2,840 kg aprox.
- **Modo de fijación:** Adhesivado a “Cuerpo del carenado”.
- **Observaciones:** —



### 13 - TAPA DE CONECTORES MANDO MÚLTIPLE

Bloque: Sistema del equipo limpiaparabrisas

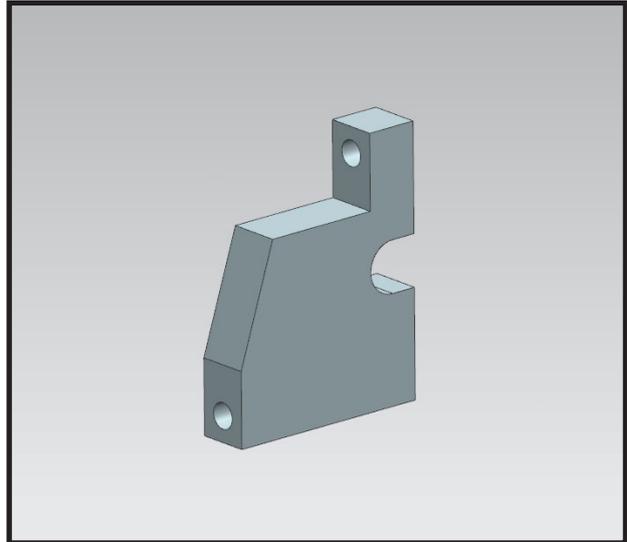
- **Tipo de construcción:** Molde Abierto.
- **Material:** Fibra de vidrio y resina de poliéster (características de los materiales en “Anexo 5 - Especificaciones materiales”).
- **Peso:** 1,660 kg aprox.
- **Modo de fijación:** Atornillado al mecanismo de brazos de abatimiento.
- **Observaciones:** Los agujeros de rosca consisten en insertos roscados embebidos (“Anexo 6 - Insertos”).



#### 14 - RETÉN DE PIEZA MESTRA

Bloque: Tapa de conectores mando múltiple

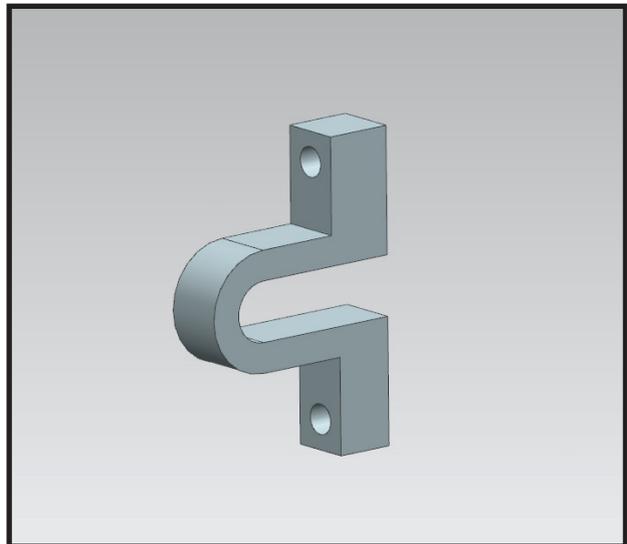
- **Tipo de construcción:** Moldeo por inyección de metal.
- **Material:** Acero.
- **Peso:** 0,100 kg aprox.
- **Modo de fijación:** Atornillado a "Pieza maestra de soporte".
- **Observaciones:** Agujeros con la rosca métrica correspondiente.



#### 15 - RETÉN DE TAPA

Bloque: Tapa de conectores mando múltiple

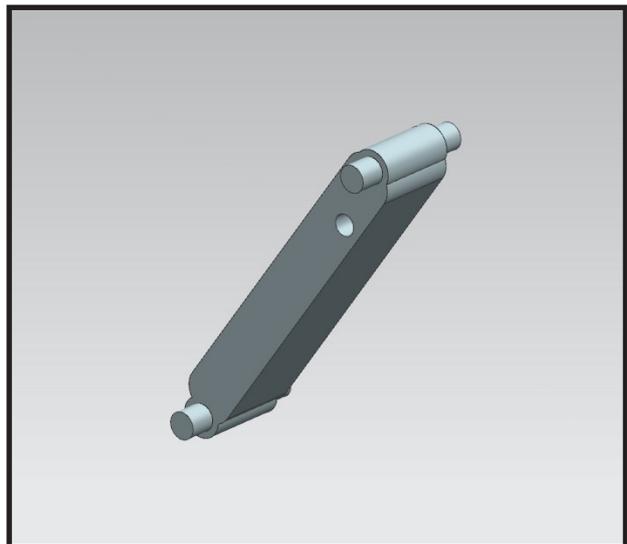
- **Tipo de construcción:** Moldeo por inyección de metal.
- **Material:** Acero.
- **Peso:** 0,050 kg aprox.
- **Modo de fijación:** Atornillado a "Tapa de conectores mando múltiple".
- **Observaciones:** Agujeros con la rosca métrica correspondiente.



#### 16 - BRAZO DE TAPA

Bloque: Sistema del equipo limpiaparabrisas

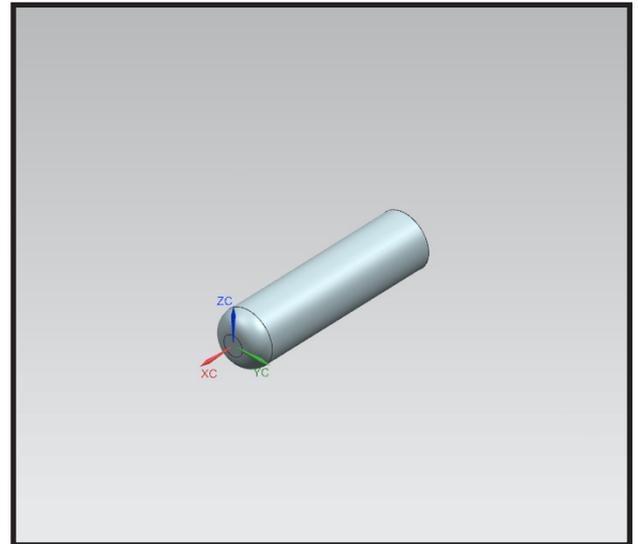
- **Tipo de construcción:** Conformado metálico y soldadura.
- **Material:** Aluminio.
- **Peso:** 0,240 kg aprox.
- **Modo de fijación:** Encajado en el mecanismo de retenes del sistema.
- **Observaciones:** —



### 17 - PUNTERO DE BLOQUEO

Bloque: Tapa de conectores mando múltiple

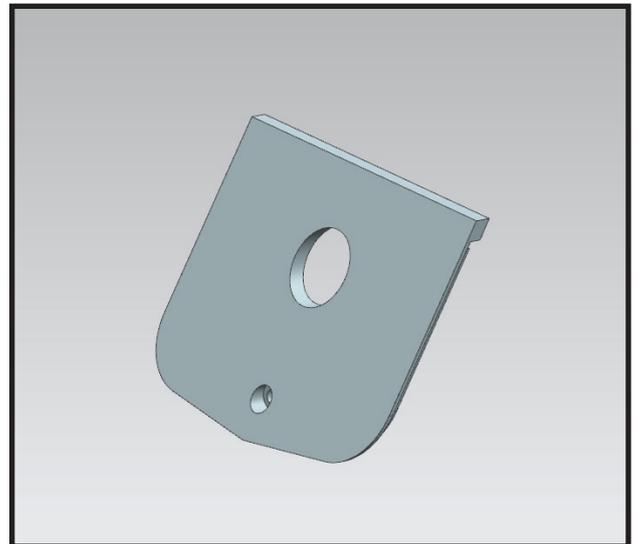
- **Tipo de construcción:** Estampa metálica.
- **Material:** Acero
- **Peso:** 0,010 kg aprox.
- **Modo de fijación:** Encajado en el sistema con muelle de "Brazo de tapa".
- **Observaciones:** –



### 18 - TAPA MECANISMO LIMPIA-PARABRISAS

Bloque: Sistema del equipo limpiaparabrisas

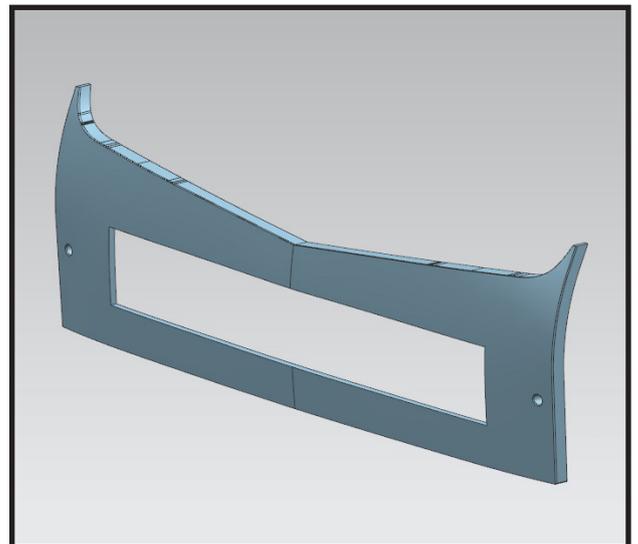
- **Tipo de construcción:** Molde Abierto.
- **Material:** Fibra de vidrio y resina de poliéster (características de los materiales en "Anexo 5 - Especificaciones materiales").
- **Peso:** 0,170 kg aprox.
- **Modo de fijación:** Atornillado a "Pieza maestra de soporte".
- **Observaciones:** –



### 19 - PORTÓN

Bloque: Sistema del equipo de aire acondicionado

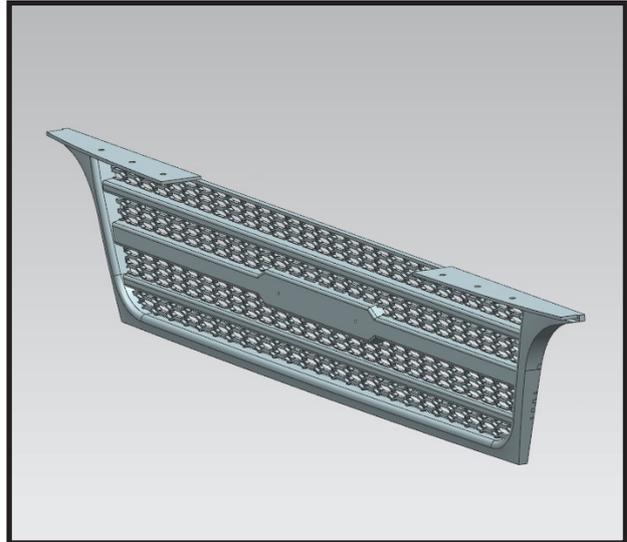
- **Tipo de construcción:** Molde Abierto.
- **Material:** Fibra de vidrio y resina de poliéster (características de los materiales en "Anexo 5 - Especificaciones materiales").
- **Peso:** 6,200 kg aprox.
- **Modo de fijación:** Atornillado al mecanismo de brazos de abatimiento del portón.
- **Observaciones:** Los agujeros de rosca consisten en insertos roscados embebidos ("Anexo 6 - Insertos").



## 20 - PARRILLA

Bloque: Sistema del equipo de aire acondicionado

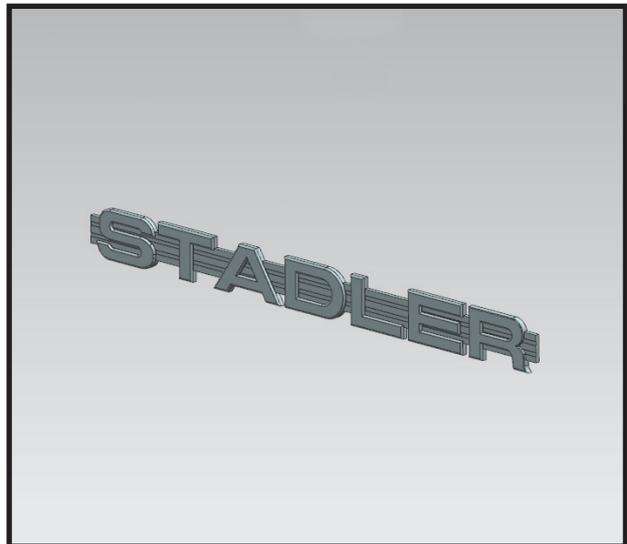
- **Tipo de construcción:** Moldeo por inyección.
- **Material:** ABS.
- **Peso:** 4,130 kg aprox.
- **Modo de fijación:** Atornillado a "Portón".
- **Observaciones:** —



## 21 - LOGOTIPO STADLER

Bloque: Sistema del equipo de aire acondicionado

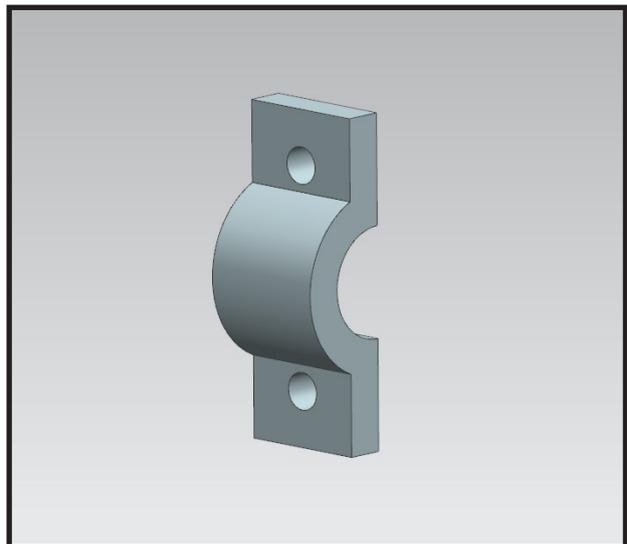
- **Tipo de construcción:** Moldeo por inyección de metal.
- **Material:** Aluminio cromado.
- **Peso:** 0,060 kg aprox.
- **Modo de fijación:** Adhesivado a "Parrilla".
- **Observaciones:** La zona que no consiste en las letras en sí se pinta en negro en cualquier tipo de caso.



## 22 - RETÉN DE PORTÓN

Bloque: Sistema del equipo de aire acondicionado

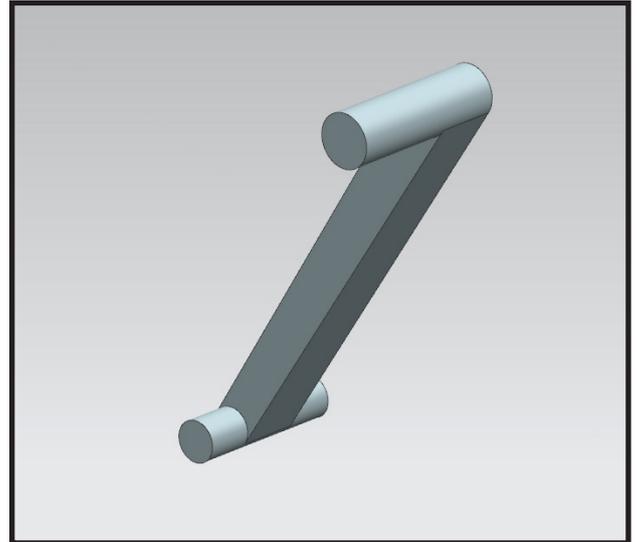
- **Tipo de construcción:** Estampación metálica.
- **Material:** Acero.
- **Peso:** 0,200 kg aprox.
- **Modo de fijación:** Atornillado a "Portón".
- **Observaciones:** —



### 23 - BRAZO DE PORTÓN

Bloque: Sistema del equipo de aire acondicionado

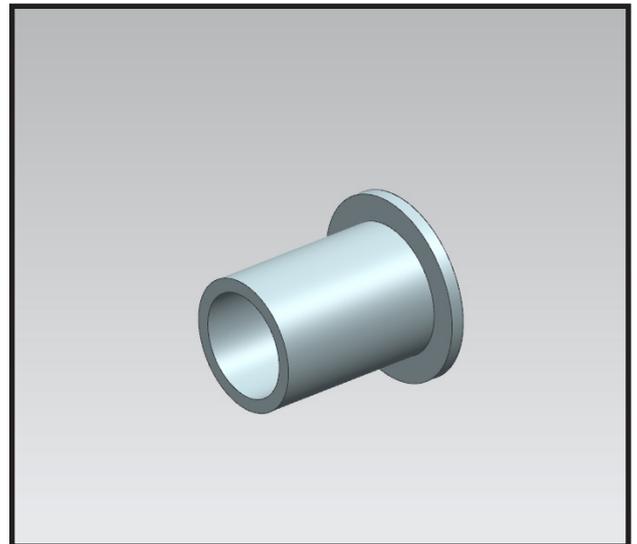
- **Tipo de construcción:** Conformado metálico y soldadura.
- **Material:** Aluminio.
- **Peso:** 1 kg aprox.
  
- **Modo de fijación:** Encajado en el mecanismo de retenes del sistema portón.
- **Observaciones:** Acopla a un sistema de trinquete y "push to unlock" alojado en la base del brazo.



### 24 - SOPORTE DE BRAZO

Bloque: Sistema del equipo de aire acondicionado

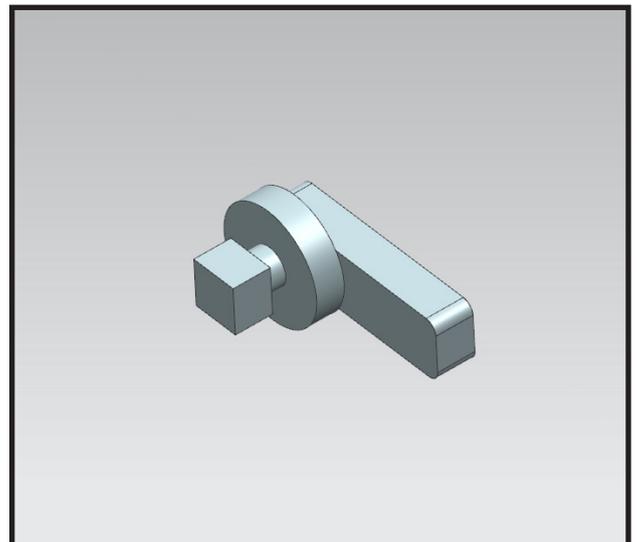
- **Tipo de construcción:** Subcontratado a medida.
- **Material:** Varios.
- **Peso:** –
  
- **Modo de fijación:** Atornillado a la estructura de la locomotora.
- **Observaciones:** Se representa el volumen ocupado así como el hueco de ajuste. Posee sistema de trinquete.



### 25 - LLAVE DE ENCLAVAMIENTO

Bloque: Sistema del equipo de aire acondicionado

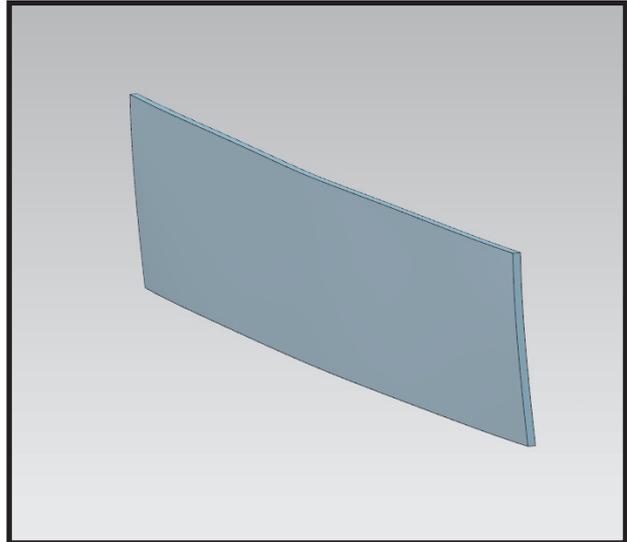
- **Tipo de construcción:** Moldeo por inyección de metal.
- **Material:** Acero.
- **Peso:** 0,120 kg aprox.
  
- **Modo de fijación:** Encajado en "Portón".
- **Observaciones:** Consiste en dos partes (el cubo con pivote y la propia llave) que se encajan entre sí una vez colocadas en el sitio correspondiente. Se representa el conjunto ensamblado.



## 26 - CRISTAL TELEINDICADOR

Bloque: Sistema del equipo de aire acondicionado

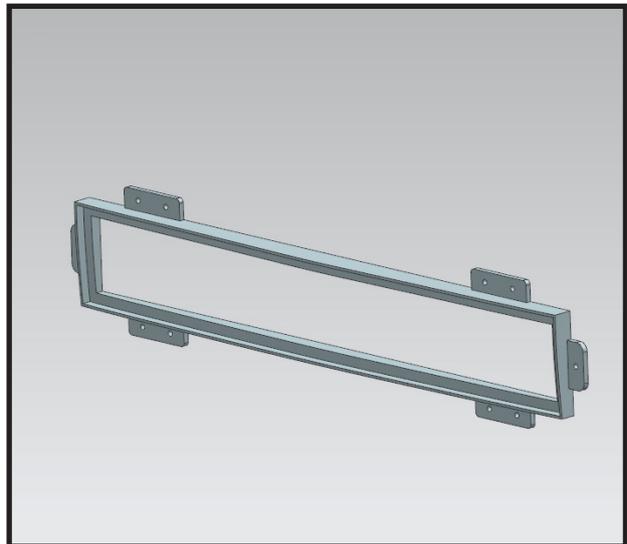
- **Tipo de construcción:** Moldeo por laminado de vidrio.
- **Material:** Vidrio.
- **Peso:** 2 kg aprox.
- **Modo de fijación:** Encajado en "Portón" con "Moldura teleindicador".
- **Observaciones:** —



## 27 - MOLDURA TELEINDICADOR

Bloque: Sistema del equipo de aire acondicionado

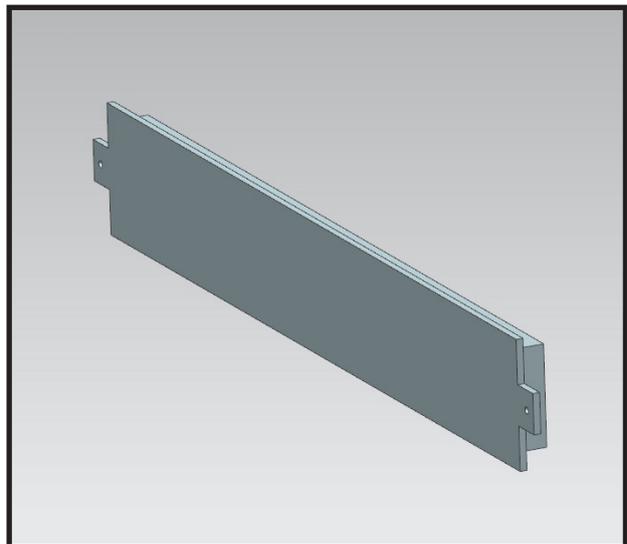
- **Tipo de construcción:** Molde abierto.
- **Material:** Fibra de vidrio y resina de poliéster (características de los materiales en "Anexo 5 - Especificaciones materiales").
- **Peso:** 2 kg aprox.
- **Modo de fijación:** Atornillado a "Portón".
- **Observaciones:** —



## 28 - TELEINDICADOR

Bloque: Sistema del equipo de aire acondicionado

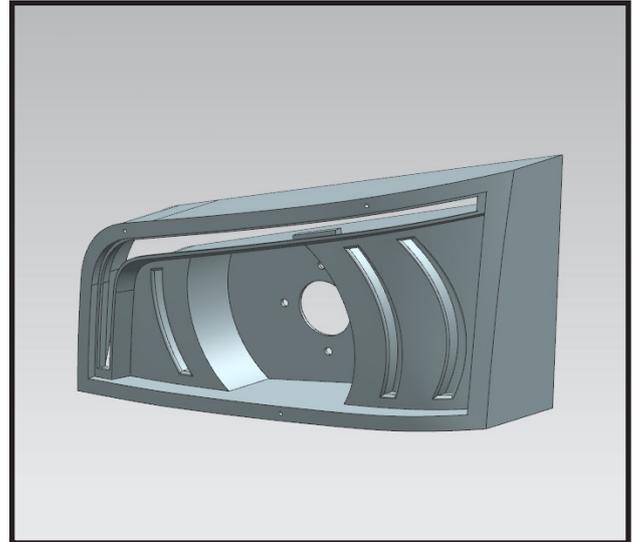
- **Tipo de construcción:** Subcontratado a medida.
- **Material:** Varios.
- **Peso:** —
- **Modo de fijación:** Atornillado a "Moldura portón".
- **Observaciones:** Se representa el volumen ocupado teórico.



### 29 - MOLDURA BASE IZQUIERDA (Y DERECHA)

Bloque: Piloto inferior (Izq y Der)

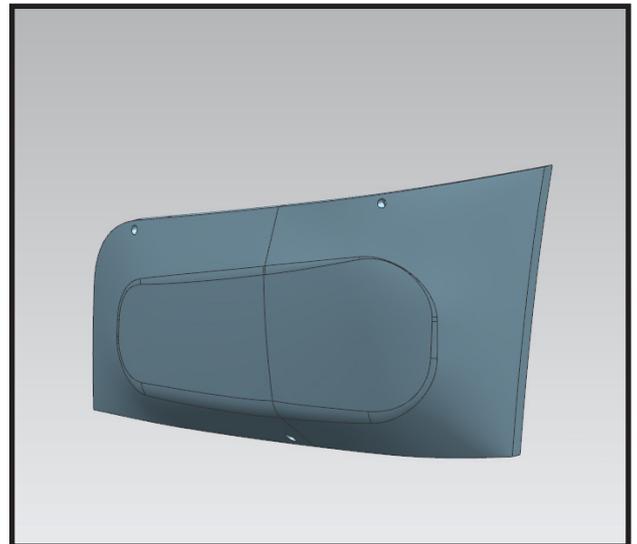
- **Tipo de construcción:** Moldeo por inyección.
- **Material:** ABS.
- **Peso:** 2,400 kg aprox.
- **Modo de fijación:** Atornillado a "Cuerpo del carenado" e "Insertos pilotos inferiores".
- **Observaciones:** —



### 30 - PILOTO IZQUIERDO CRISTAL (Y DERECHO)

Bloque: Piloto inferior (Izq y Der)

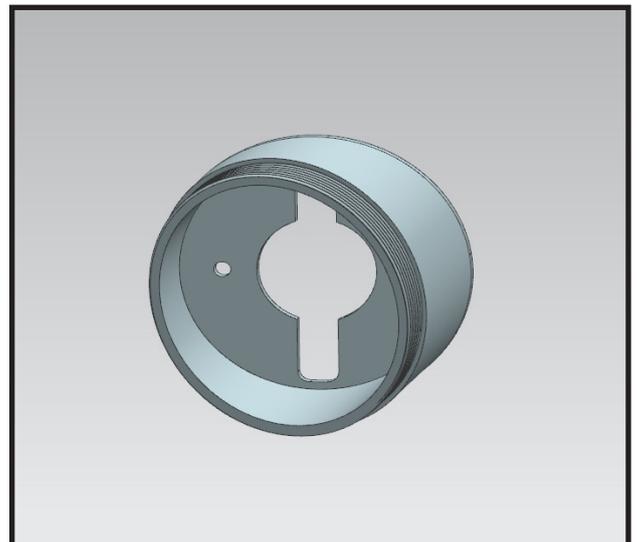
- **Tipo de construcción:** Moldeo por inyección de vidrio.
- **Material:** Vidrio.
- **Peso:** 0,700 kg aprox.
- **Modo de fijación:** Atornillado a "Moldura base izquierda/derecha"
- **Observaciones:** Se considera el uso de policarbonato como material alternativo.



### 31 - PILOTO IZQUIERDO - BASE (Y DERECHO)

Bloque: Piloto inferior (Izq y Der)

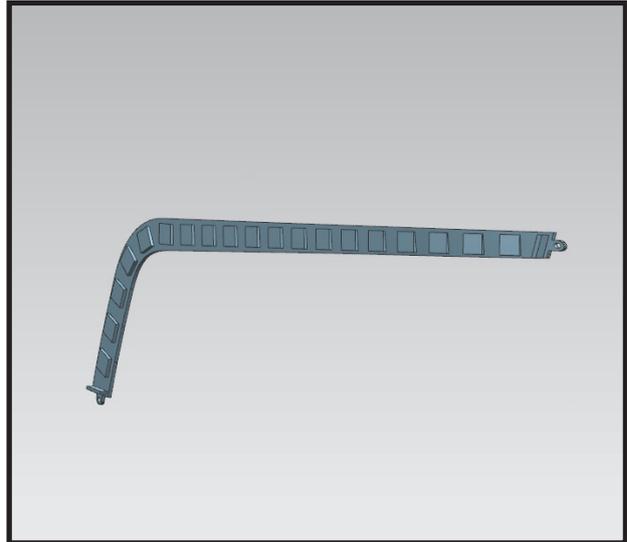
- **Tipo de construcción:** Moldeo por inyección de metal.
- **Material:** Aluminio cromado.
- **Peso:** 0,900 kg aprox.
- **Modo de fijación:** Atornillado a "Cuerpo del carenado" e "Insertos pilotos inferiores".
- **Observaciones:**—



### 32 - GRUPO LED IZQUIERDO (Y DERECHO)

Bloque: Piloto inferior (Izq y Der)

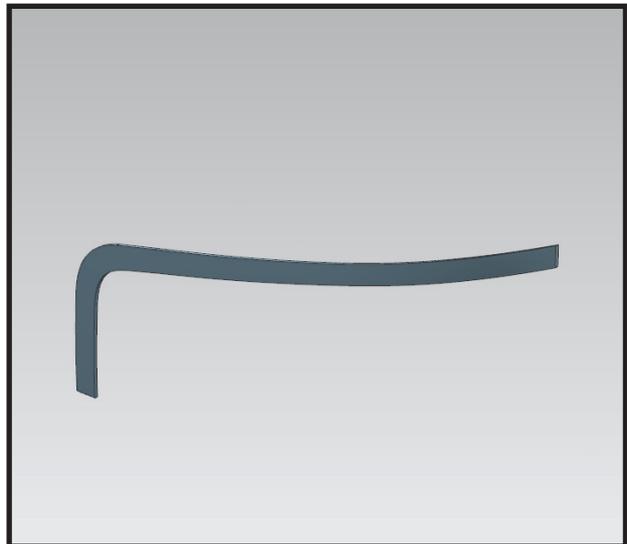
- **Tipo de construcción:** Subcontratado a medida.
- **Material:** Varios.
- **Peso:** —
- **Modo de fijación:** Atornillado a “Moldura base izquierda/derecha”
- **Observaciones:** —



### 33 - CRISTAL LED IZQUIERDO (Y DERECHO)

Bloque: Piloto inferior (Izq y Der)

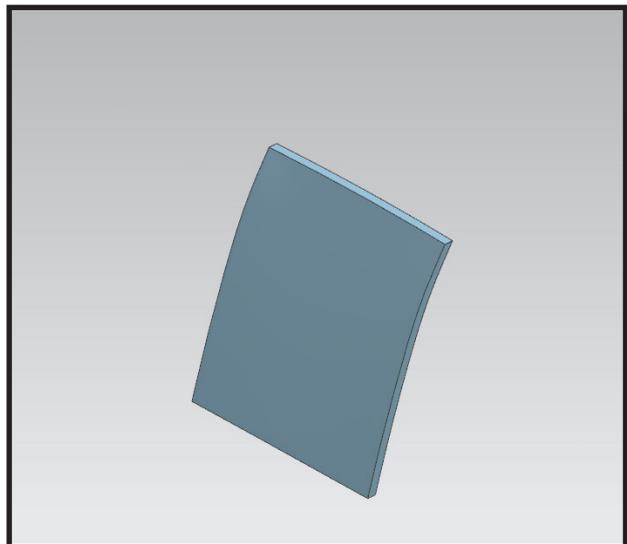
- **Tipo de construcción:** Moldeo por inyección.
- **Material:** Policarbonato.
- **Peso:** 0,060 kg aprox.
- **Modo de fijación:** Encajado entre “Moldura base izquierda/derecha” y “Grupo LED izquierdo/derecho”.
- **Observaciones:** —



### 34 - FOCO DE ALTA - CRISTAL

Bloque: Foco de alta

- **Tipo de construcción:** Moldeo por laminado de vidrio.
- **Material:** Vidrio.
- **Peso:** 1 kg aprox.
- **Modo de fijación:** Adhesivado a “Cuerpo del carenado”.
- **Observaciones:** —



## 5.5 UTILLAJE

Con el fin de facilitar y mejorar las operaciones que deben llevarse a cabo para la colocación de la pieza más pesada de todas, el “Cuerpo del carenado”, sobre la estructura de la locomotora, así como el propio transporte de la misma desde el sitio de manufactura hasta el sitio de ensamblado, se han diseñado una serie de elementos de apoyo que aprovechan la propia geometría del componente en cuestión.

Estos útiles se sujetan mediante tornillo rosca y son de fácil acople y desacople. Además, son reutilizables en la medida que haya que montar tantos carenados como sea necesario, puesto que sólo se emplean para las operaciones mencionadas arriba.

Las herramientas desarrolladas se dividen en dos grupos:

- Transporte
- Levante y colocación

En ambos casos, el color en el que deben ir pintados, en consonancia con las normas de la empresa, es el rosa.

De esta manera, se disponen a continuación las piezas y sus formas de uso:

### 5.5.1 GANCHO SUPERIOR

Acoplada y atornillada a los huecos de rosca destinados para la pieza “Foco de alta - Base”, se inserta desde la parte interna del carenado.

Su construcción es en acero de 10mm de espesor y el método de fabricación mediante láminas soldadas.

Imagen de la pieza:

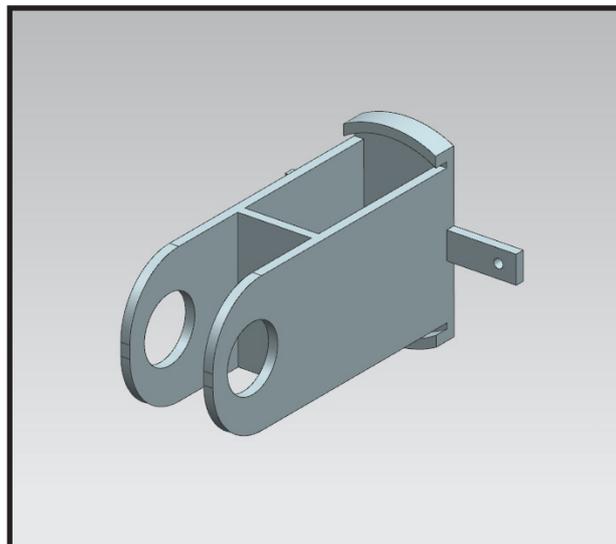
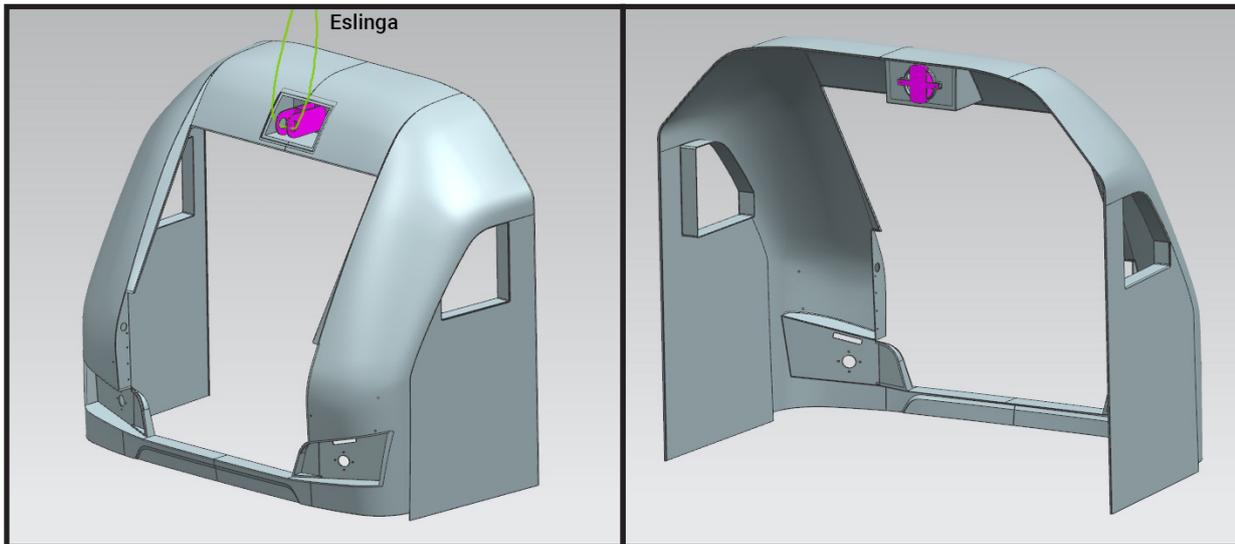


Imagen de la forma de acople:



### 5.5.2 BARRA DE GANCHOS INFERIOR

Emplea los huecos realizados en el carenado para el alojamiento de "Soporte de brazo" y uno de los agujeros en los que se pasan los tornillos de sujeción de "Pieza maestra de soporte".

Su construcción es en acero, contando con tres piezas que encajan unas en otras una vez en posición.

Imagen de las piezas:

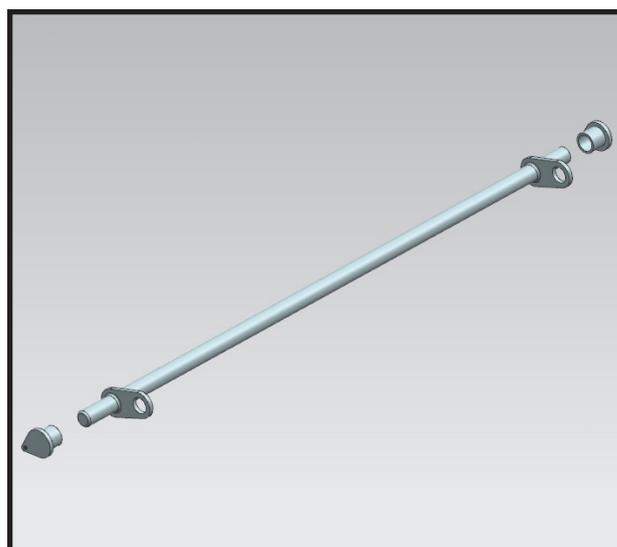
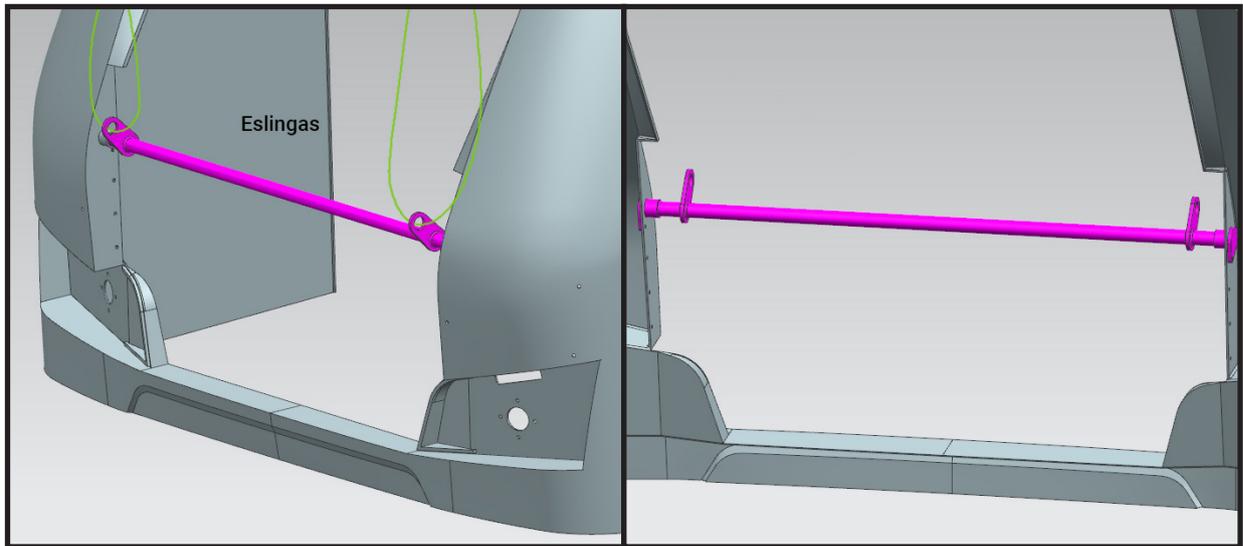


Imagen de la forma de acople:



### 5.5.3 ÚTIL DE TRANSPORTE

Consiste en una estructura de construcción en acero de 10mm sobre el cual descansa el carenado en posición horizontal.

Dispone de agujeros para su levante mediante grúa y además sirve como calibre Pasa/No pasa con el que deducir si la pieza a trasportar se ajusta dentro de las tolerancias especificadas por la empresa.

Imagen de la pieza:

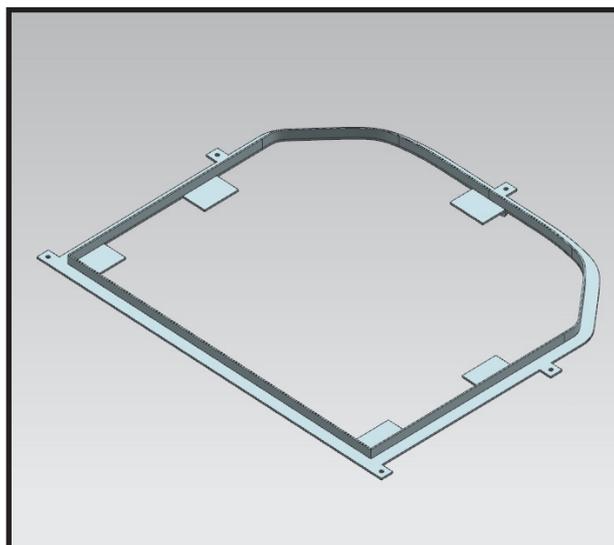
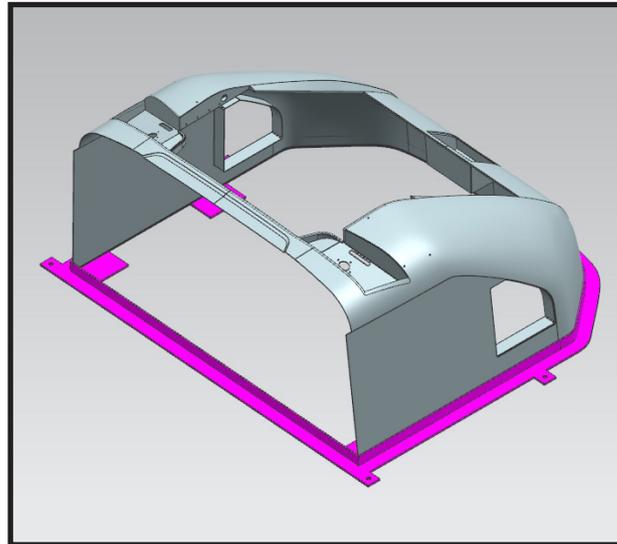


Imagen de la forma de acople:



## 5.6 ESPECIFICACIONES DEL MODO DE MONTAJE

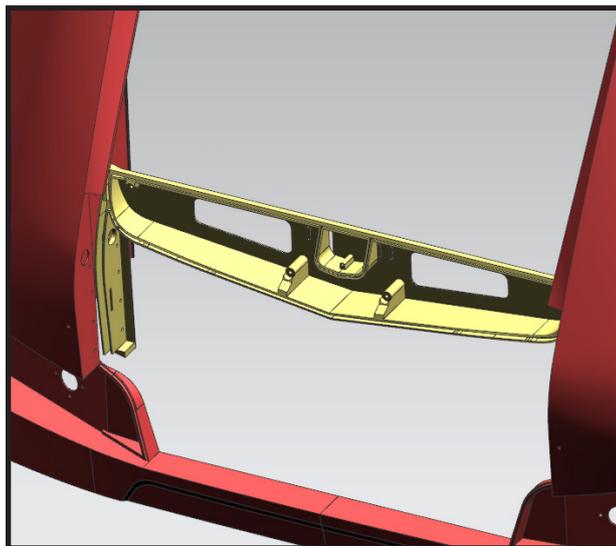
A modo ilustrativo, en este punto se describirá de forma gráfica cuales son los pasos a seguir para el montaje completo del carenado, empleando para ello, de manera adaptada, la secuencia vista en el Árbol de Subensamblajes.

Se considerarán obvios los pasos como el atornillado o el adhesivado, ya que fueron especificados en el apartado de características de los componentes.

Asimismo, la primera pieza que debe ser colocada es el cristal frontal, el cual se ha estimado como suministrado por parte de terceros y ya en su posición (adhesivado sobre la parte de la estructura de la locomotora dedicada a ello) en el momento de realizar el ensamblado y por ello no aparece referenciado en este trabajo.

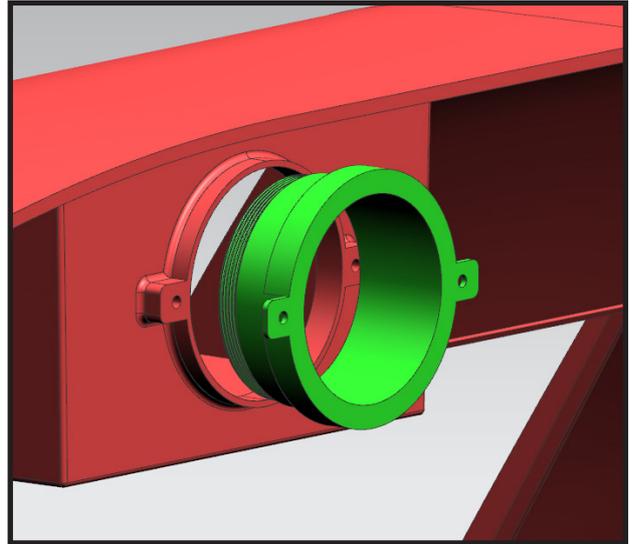
Con esto en cuenta, el proceso a llevar a cabo se lista a continuación:

- “Pieza maestra de soporte” a “Cuerpo del carenado”.



- Conjunto anterior a la estructura de la locomotora, encajando el espacio respetado para el cristal frontal con el mismo, que se ya encuentra dispuesto en su sitio correspondiente.

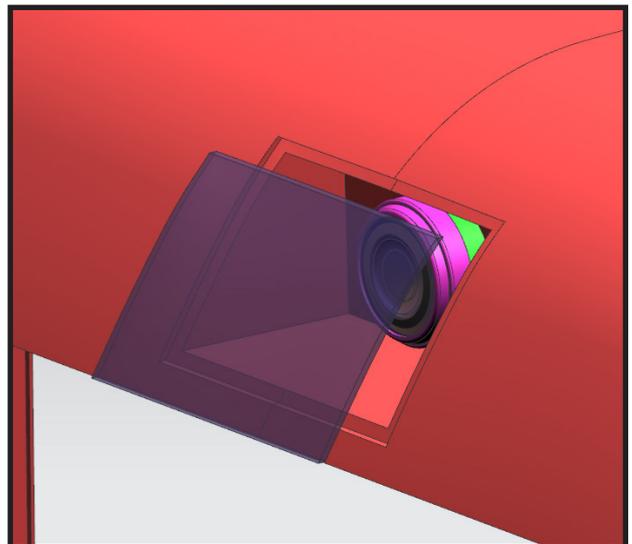
- “Foco de alta - Base” a “Cuerpo del carenado”.



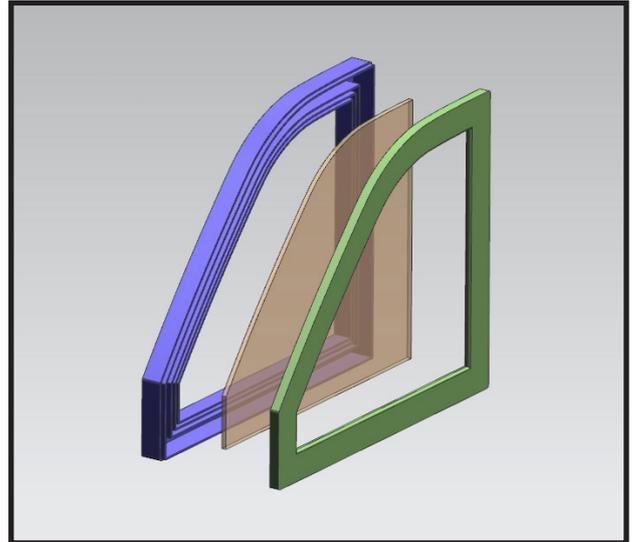
- Conjunto de la óptica a “Foco de alta - Base”.



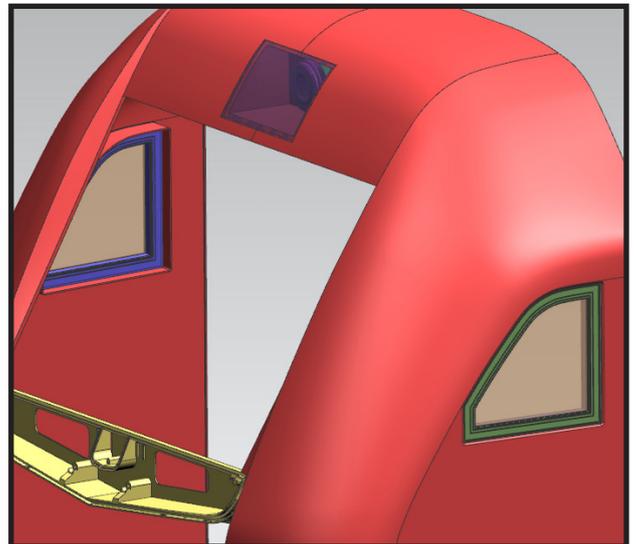
- “Foco de alta - Cristal” a “Cuerpo del carenado”.



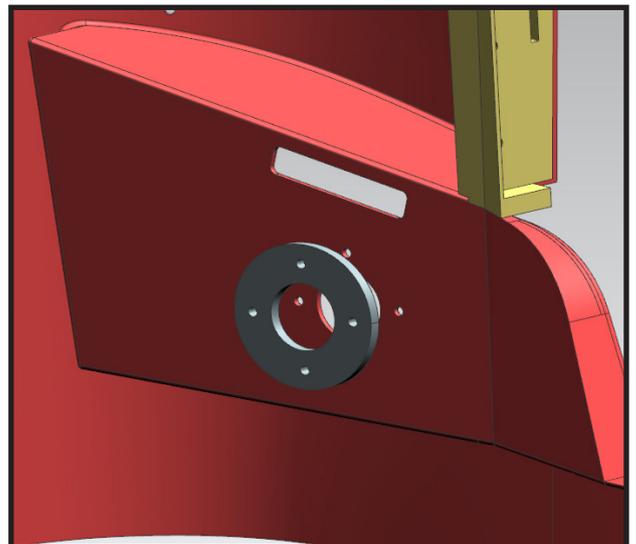
- Conjunto de la ventana lateral (Izq y Der).



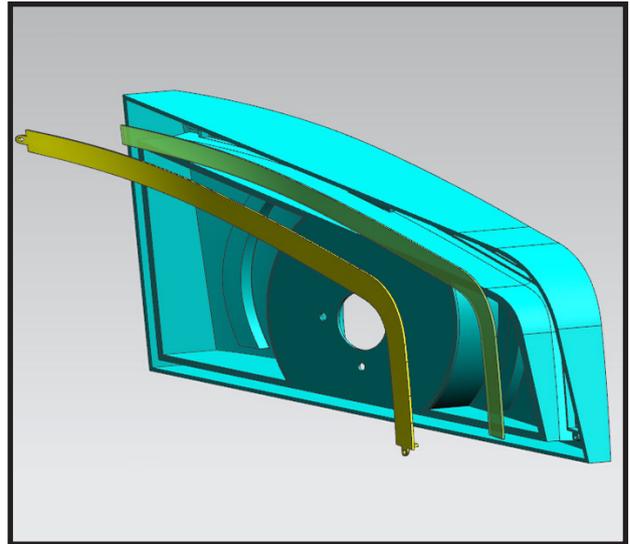
- Conjunto de la ventana (Izq y Der) a "Cuerpo del carenado".



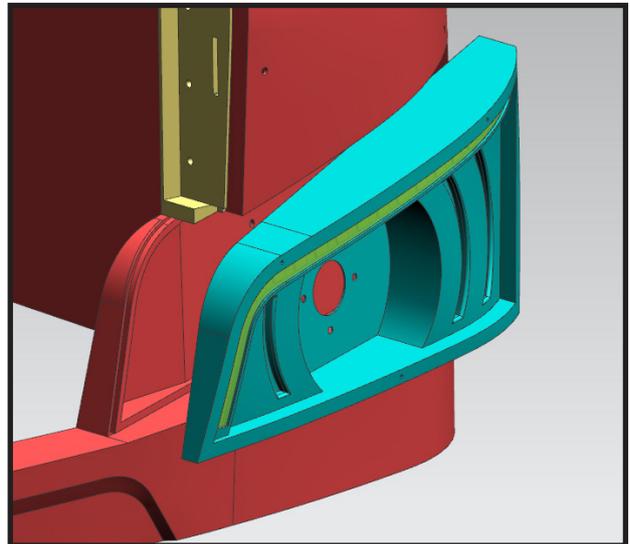
- "Insertos pilotos inferiores" a "Cuerpo del carenado".



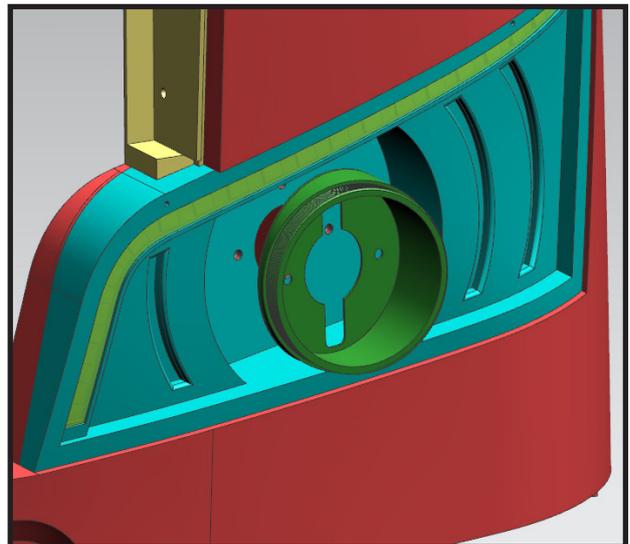
- Conjunto LED (Izq y Der) a “Moldura base (Izq y Der)”.



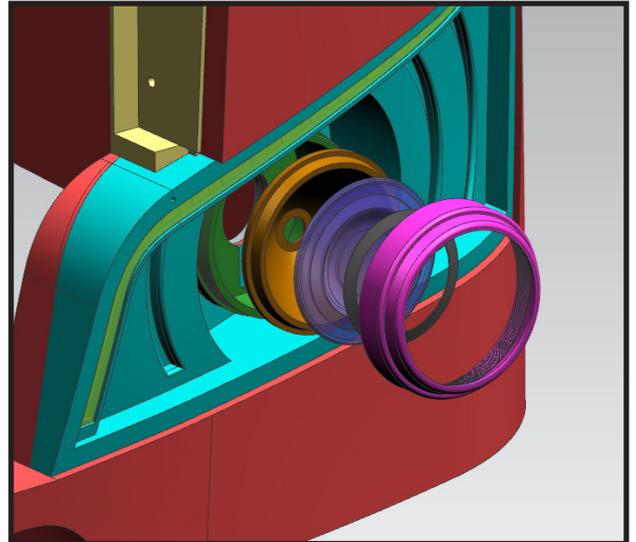
- “Moldura base (Izq y Der)” a “Cuerpo del carenado” e “Insertos pilotos inferiores”



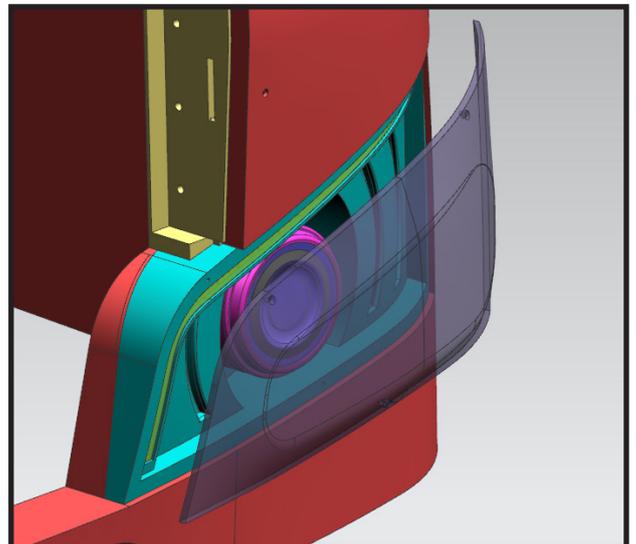
- “Piloto izquierdo (y derecho) - Base” a “Moldura base (Izq y Der)”.



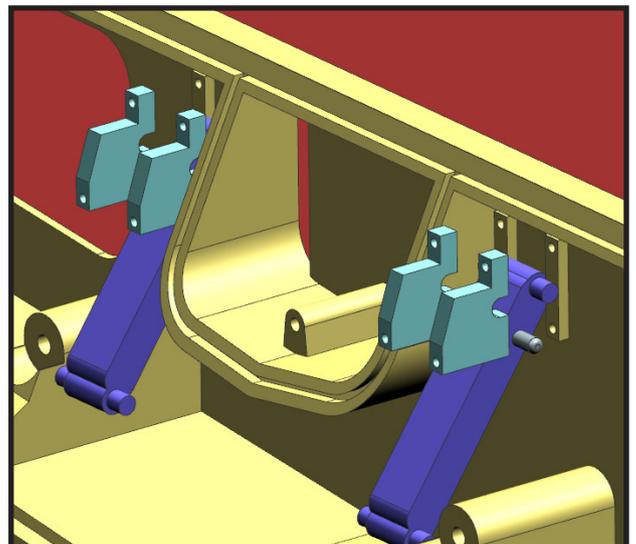
- Conjunto de la óptica a “Piloto izquierdo (y derecho) - Base”.



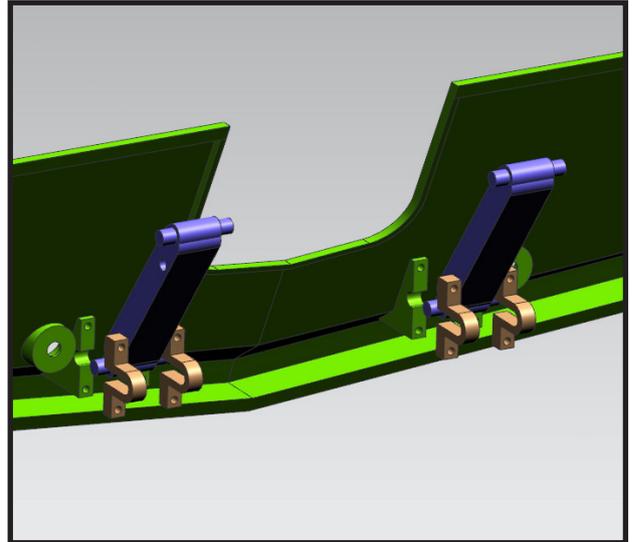
- “Piloto izquierdo (y derecho) - Cristal” a “Moldura base (Izq y Der)”.



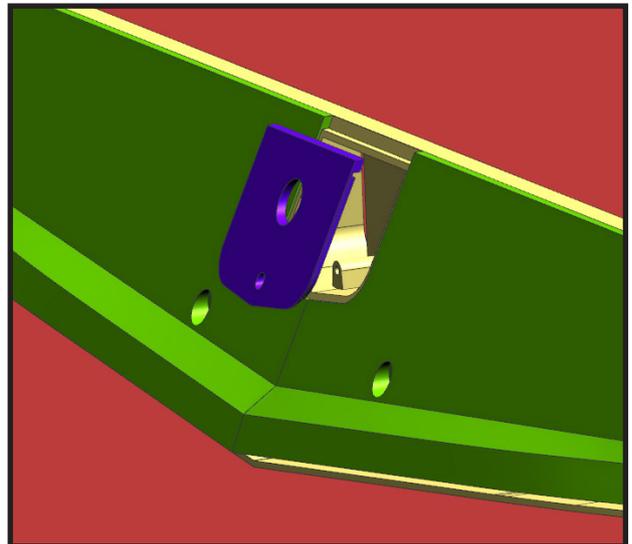
- “Retén de pieza maestra (x4)” a “Brazo de tapa (x2)” con “Puntero de bloqueo (x2)” y “Pieza maestra de soporte”.



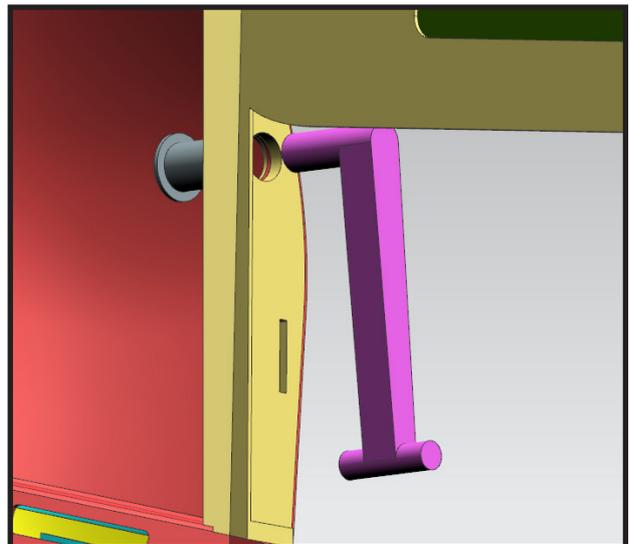
- “Retén de tapa (x4)” a “Brazo de tapa” y “Tapa de conectores mando múltiple”.



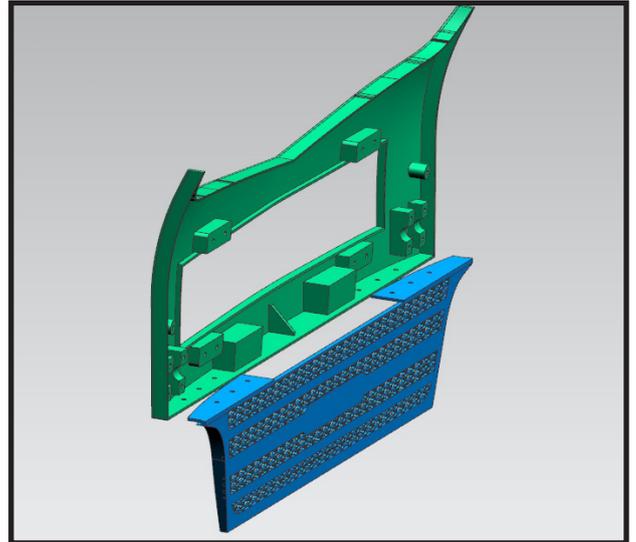
- “Tapa mecanismo limpiaparabrisas” a “Pieza maestra de soporte”.



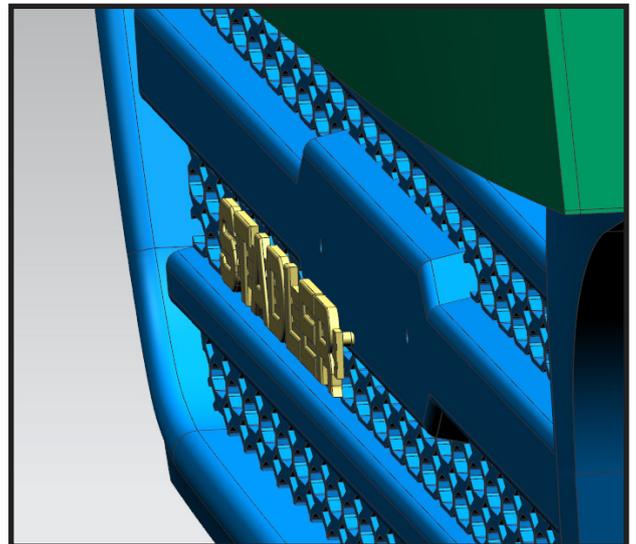
- Conjunto de brazos del portón del equipo de aire acondicionado a “Cuerpo del carenado” y la estructura de la locomotora.



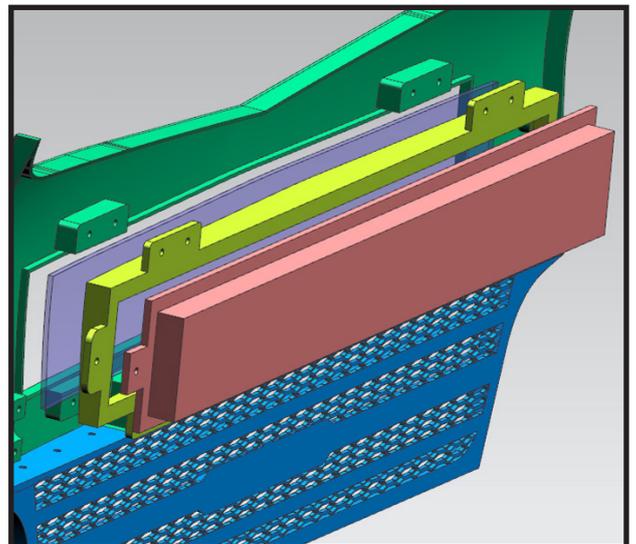
- “Parrilla” a “Portón”.



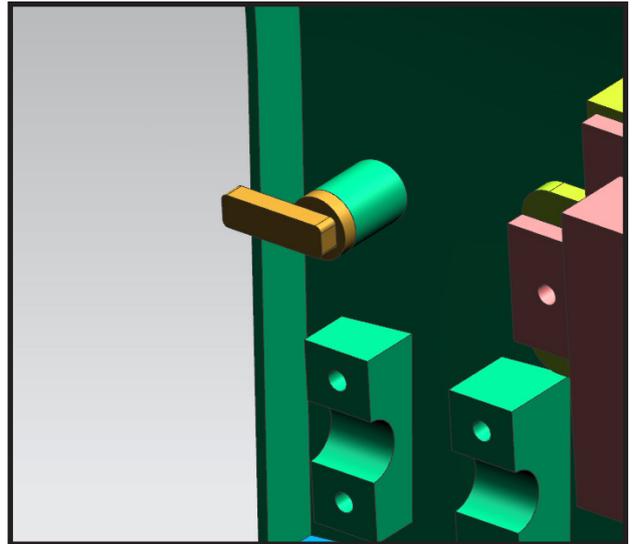
- “Logotipo Stadler a Parrilla”.



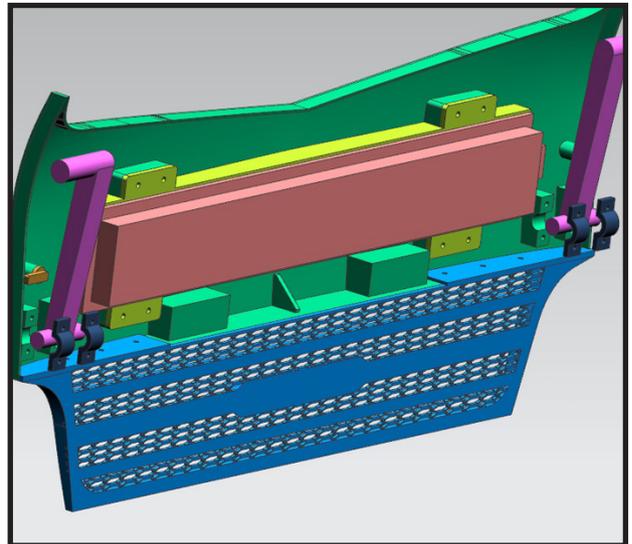
- Conjunto del teleindicador a “Portón”.



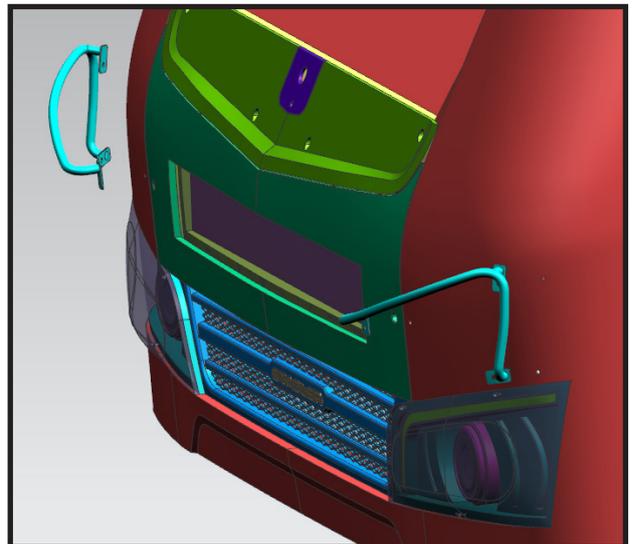
- “Llave de enclavamiento (x2)” a “Portón”



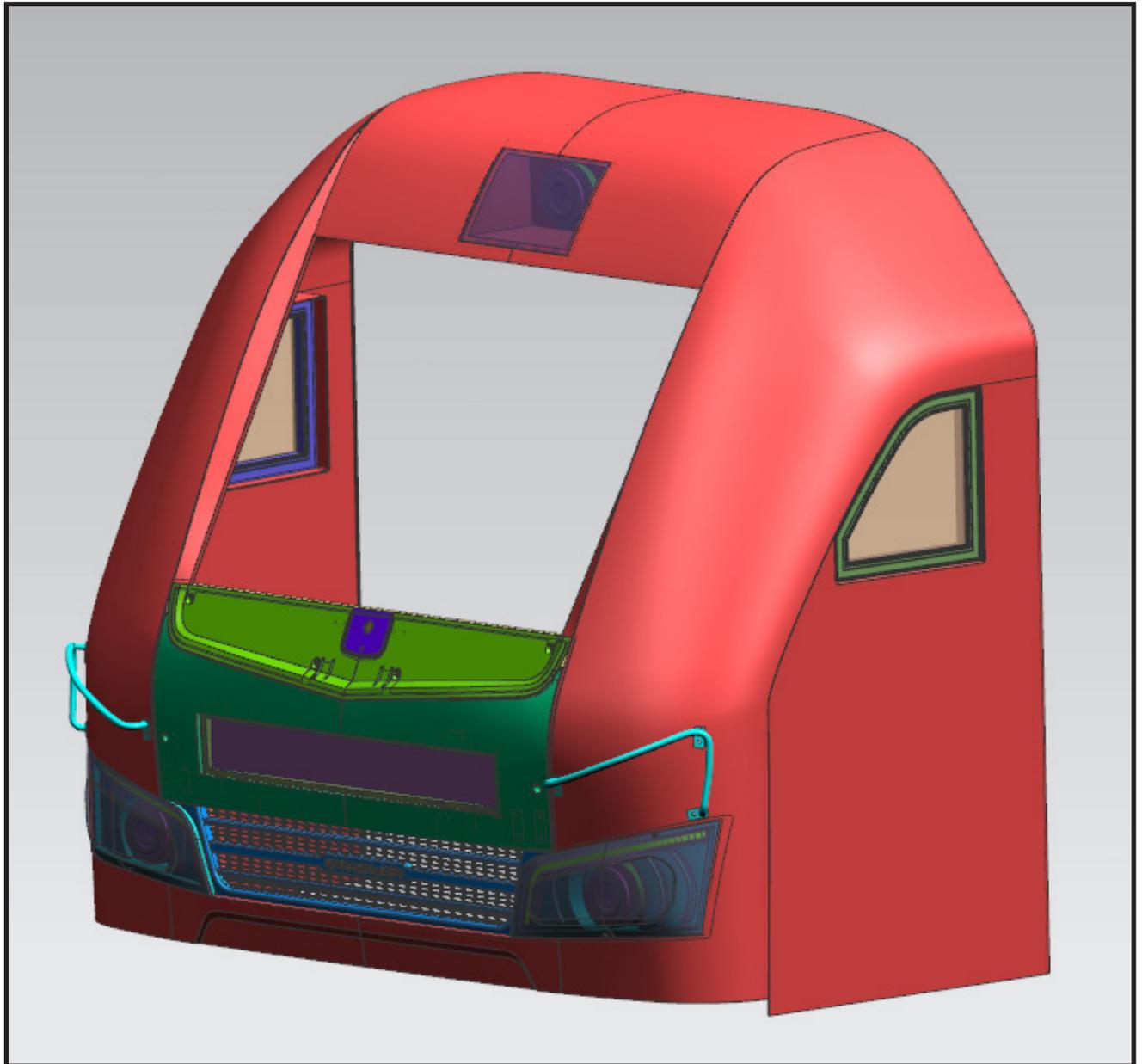
- Conjunto del portón del equipo de aire acondicionado a “Brazo de portón (x2)” y “Retén de portón (x4)”.



- “Asidero (Izq y Der)” a “Cuerpo del carenado” y la estructura de la locomotora.



### 5.7 BLOQUE GENERAL "TESTERO EURODUAL" ENSAMBLADO







## ERGONOMÍA DE USO



## 6.1 DEFINICIÓN

A la hora de operar con la locomotora, es conveniente destacar y justificar la manera en que diferentes partes del testero han sido diseñadas durante la fase de industrialización, puesto que son elementos que repercuten de forma directa en el operario y en el tiempo dedicado al mantenimiento de la máquina.

El objetivo de esta sección es pues, ilustrar y explicar cómo debe procederse a la hora de realizar determinadas operaciones de mantenimiento, así como proveer de algunos datos de interés sobre las características de sus mecanismos asociados.

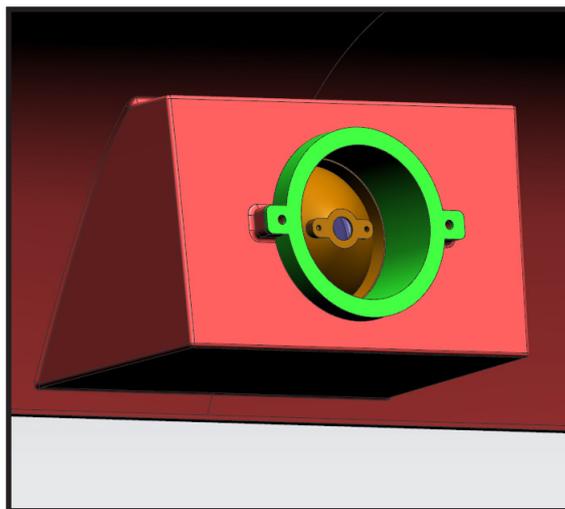
## 6.2 ACCESO AL FOCO DE ALTA

Uno de los requerimientos del foco de alta es que debe estar lo más aislado posible de las condiciones climáticas externas (al igual que otros tantos equipos eléctricos alojados en el testero).

Así que, tanto por motivos estéticos como prácticos en referencia a esto, se opta porque el cristal del mismo sea fijo y su montaje y mantenimiento se realice desde el interior de cabina, a través de una trampilla dedicada al efecto.

Para simplificar el cambio de la bombilla lo máximo posible, el diseño del foco por su parte posterior es totalmente hueco, de forma que sólo debe desatornillarse los dos tornillos que fijan el portalámparas a la base de la óptica para poder realizarlo.

Al situarse esta pieza en torno a los 2000mm medidos desde el piso de la cabina, no será necesario el empleo de un podio plegable para acceder de forma segura, puesto que extendiendo los brazos es suficiente para alcanzar a la misma.

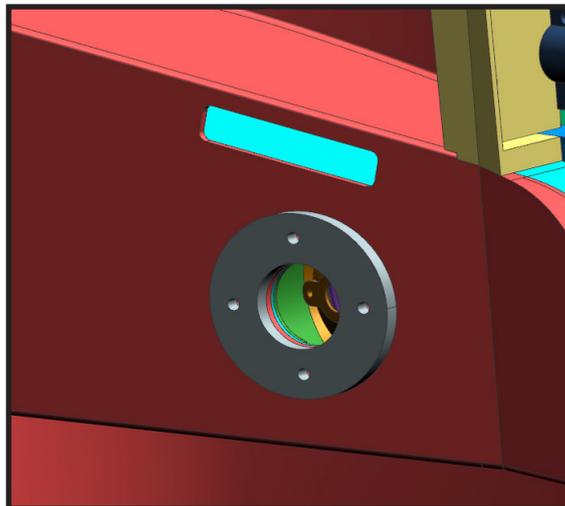


*El hueco posterior permite acceder a la bombilla sin necesidad de desmontar pieza alguna.*

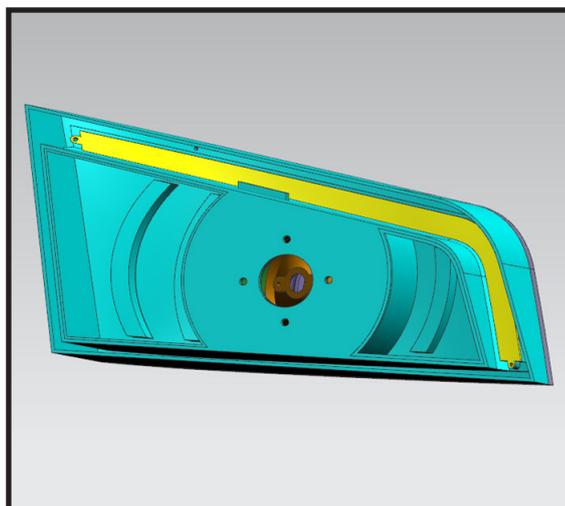
### 6.3 ACCESO A LOS PILOTOS INFERIORES

En el caso de los pilotos inferiores, el mantenimiento de sus sistemas de iluminación puede hacerse de dos maneras:

- Realizando el proceso inverso de ensamblaje, visto en la sección 5; Es decir, retirando primero el cristal que cubre el piloto, y después desenroscando la tapa que fija el interior de la óptica.
- Extrayendo el conjunto del piloto entero, tras haber retirado las roscas que sujetan los tornillos de la moldura del piloto al inserto del carenado. Con este segundo método, también se puede acceder a la parte trasera y por tanto al mantenimiento de los LED's de una manera mucho más rápida que la primera. La bombilla en este caso se puede quitar como en el caso del foco de alta, o tras desmontar la óptica procediendo de la misma forma que el primer método.



*Se retiran las roscas asociadas a los tornillos de los 2 agujeros alineados sobre el eje vertical.*



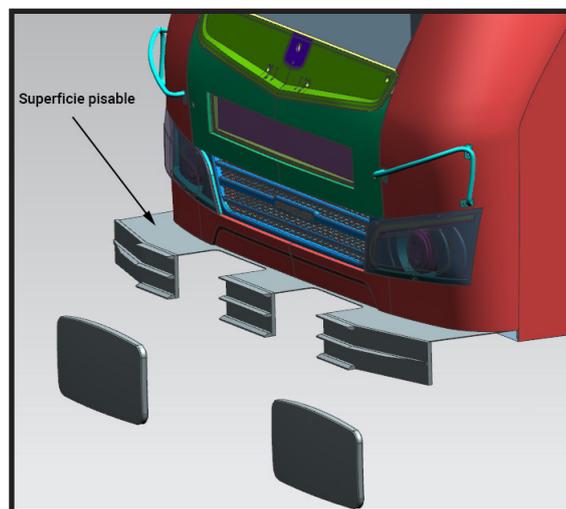
*Con el foco retirado, tanto la bombilla como el grupo LED se pueden retirar fácilmente.*

## 6.4 EQUIPO DEL LIMPIAPARABRISAS/MANDO MÚLTIPLE

Situada sobre el portón, se divide en dos partes: La asociada al motor y mecanismo del limpiaparabrisas en sí, que es básicamente una pequeña tapa de quitar y poner, y la que permite acceder a los cableados del sistema de conector de mando múltiple, que es abatible.

En sendos casos, éstas quedan fijas mediante tornillos del tipo no extraíbles y retén con muelle, lo cual suponen unos tornillos que una vez llegados a su límite de desatornillado, no caen gracias a la acción de un muelle, por lo que se evita que caigan o su posible pérdida al retirarlos

Para la segunda de las tapas, su operación debe hacerse desde la plataforma pisable situada a los lados del testero, sobre los topes, puesto que la altura a la que se encuentra hace imposible hacerlo desde un nivel de vía o de plataforma.



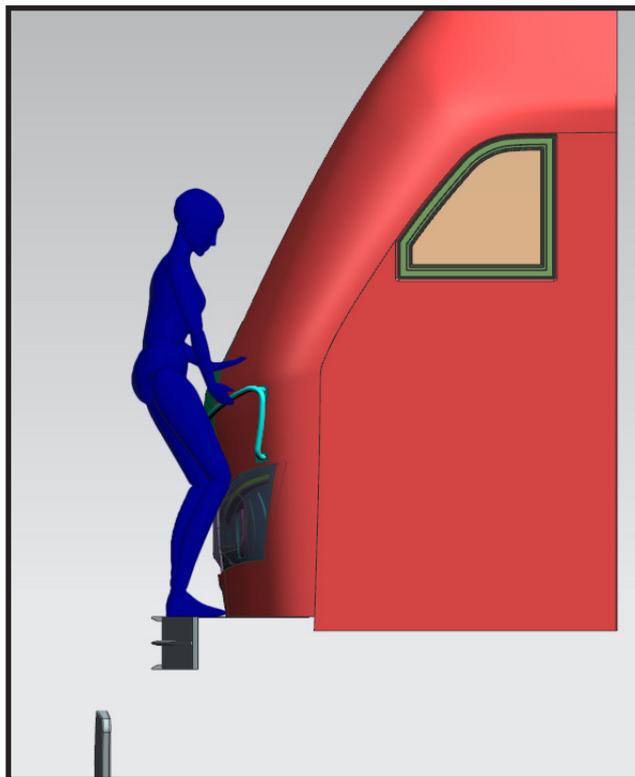
Es necesario indicar que esta pieza se encuentra encajada sobre un borde que acopla con la misma para aumentar el nivel de estanqueidad. Por tanto, primero habrá que mover hacia fuera la tapa, para desencajarla, y luego entonces levantarla.

Como demostración de la ergonomía a la hora de abatir dicha pieza, se disponen en la página que sigue dos imágenes que muestran a una persona de estatura intermedia, de 1,77 metros de altura, abriendo la tapa desde la posición mencionada. Con una de la manos se sujeta en el asidero, y con la otra levanta el mecanismo.

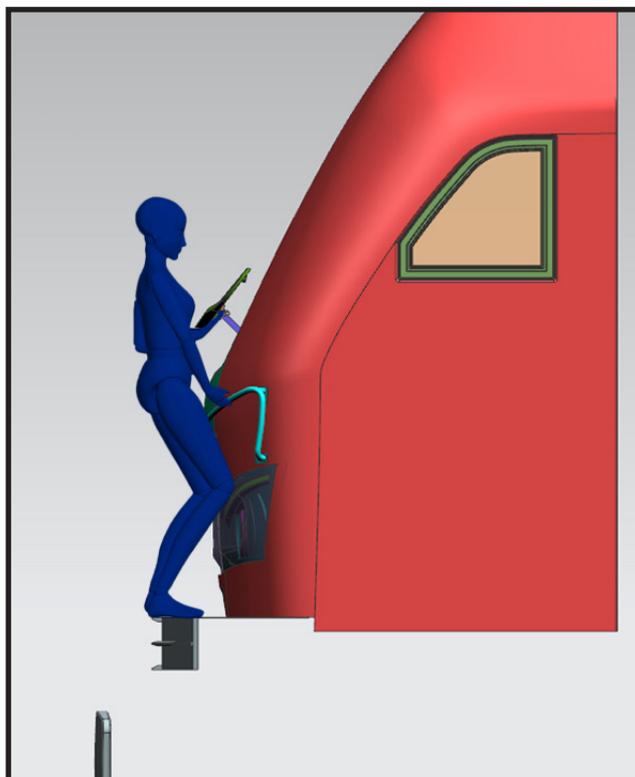
El conjunto que se abate pesa alrededor de 10 kg, aunque al ser un movimiento de giro y poseer el brazo un sistema de autobloqueo cuando se llega a la posición superior, el esfuerzo necesario global entra dentro de los parámetros seguros deseados.

Estos parámetros son desarrollados en la Ley N°20.001, del 05.02.2005.

• Paso 1



• Paso 2



## 6.5 PORTÓN DEL EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO

Esta pieza, como se ha especificado en las observaciones de la sección 5 en sus apartados correspondientes, se abate gracias a la ayuda de dos brazos accionados por sendos apoyos semiautomatizados.

Estos apoyos semiautomatizados consisten en un eje de trinquete con un mecanismo de "Push to Unlock". Con este mecanismo, lo que se consigue es que el portón permanezca siempre cerrado y asegurarlo en dicha posición, aunque por redundar la seguridad, por si esto fallara, también existen las llaves ya mencionados en la sección anterior.

Tal y como dice el nombre del sistema, hay que realizar un empuje hacia la locomotora desde la parte exterior frontal del carenado, para desbloquearlo y poder abatir la tapa. Aunque el elemento se subcontrata a un proveedor externo y es hecho a la medida del eje necesitado, se especifica un empuje de 4 kilogramos para operarlo.

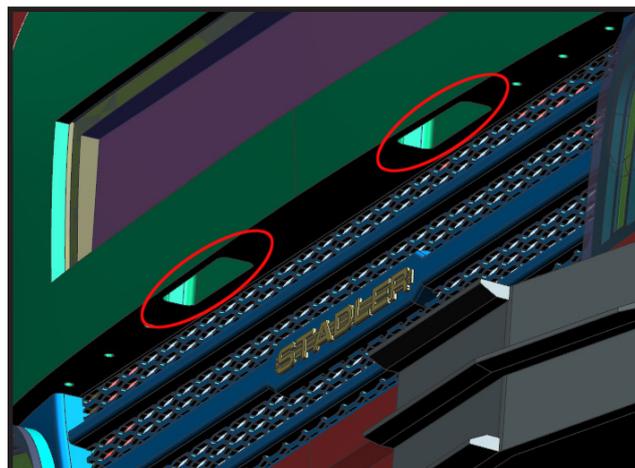
Por otro lado, el mecanismo también incluye un grupo de amortiguamiento que otorga una ayuda en concepto de fuerza levante para no delegar al operario la carga de levantar todo el peso del portón, aun si se trata de un movimiento de giro.

El peso del portón es de aproximadamente 80 kilogramos y las especificaciones del mecanismo requieren 35 kilogramos de levante por cada brazo. Esto deja el margen dentro de los parámetros de seguridad explicados en el punto anterior.

En cuanto a la ergonomía, el portón cuenta con dos huecos en su parte inferior donde poder situar las manos en el momento de realizar la fuerza para abatirlo. Será necesario un podio que tenga una altura no menor de 700mm y no mayor de 900mm para que la accesibilidad al mismo sea óptima.

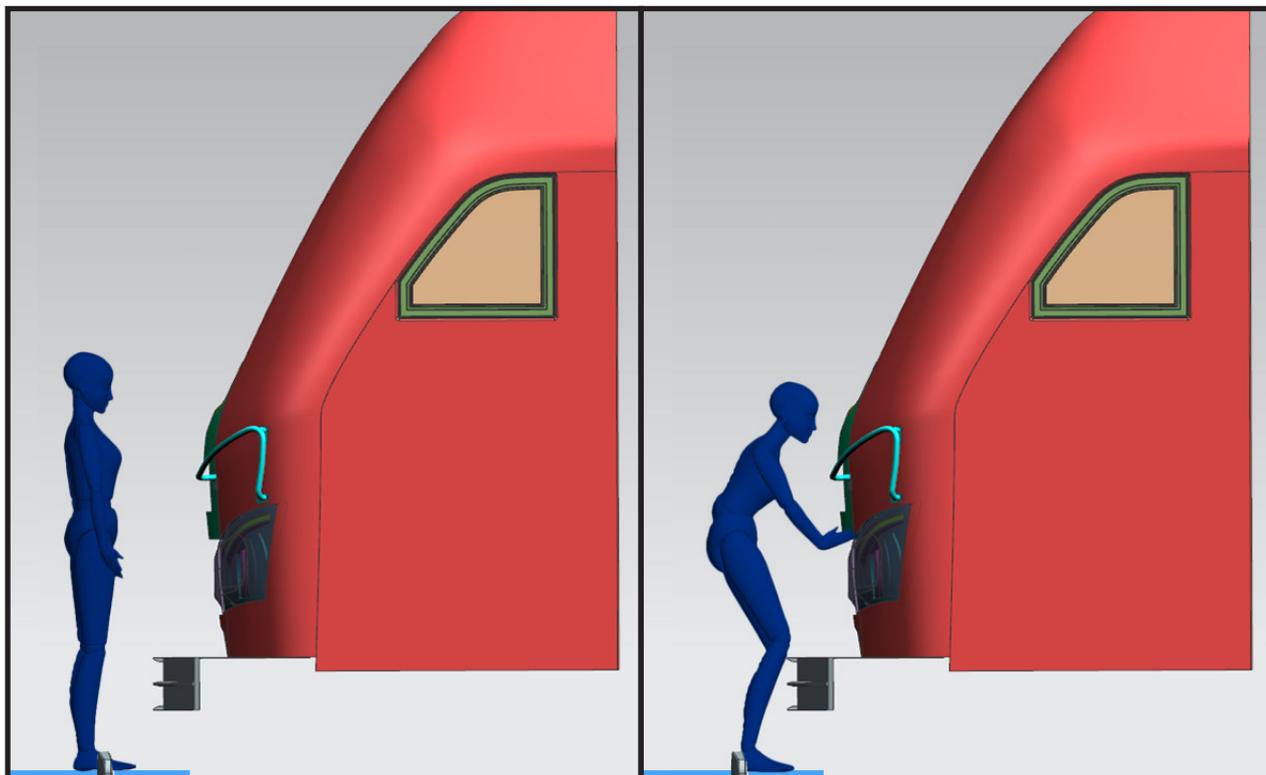
Puesto que el abatimiento sólo debería hacerse en condiciones de taller, se considera que, en este contexto, el podio es un elemento de fácil acopiamiento.

De forma gráfica, se exponen a continuación los detalles y pasos de esta operación:

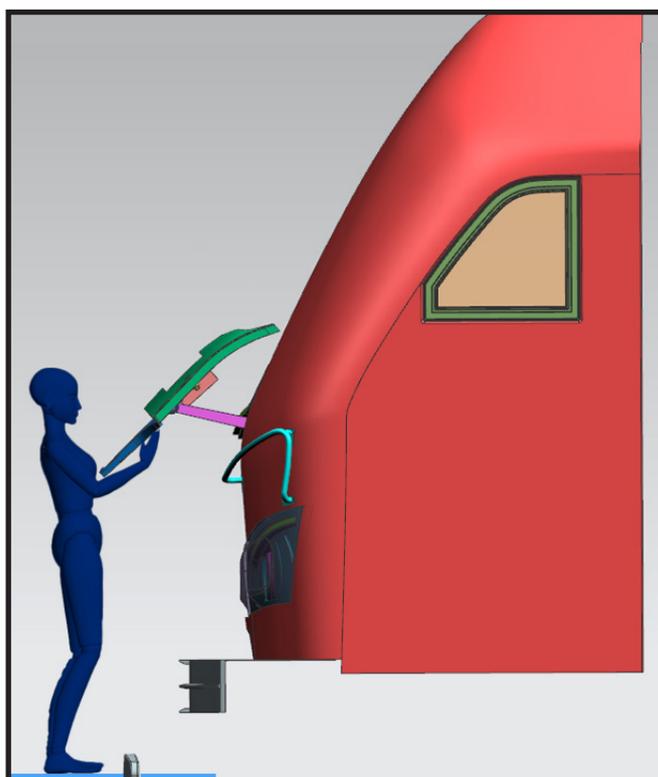


*Huecos del portón*

• Paso 1



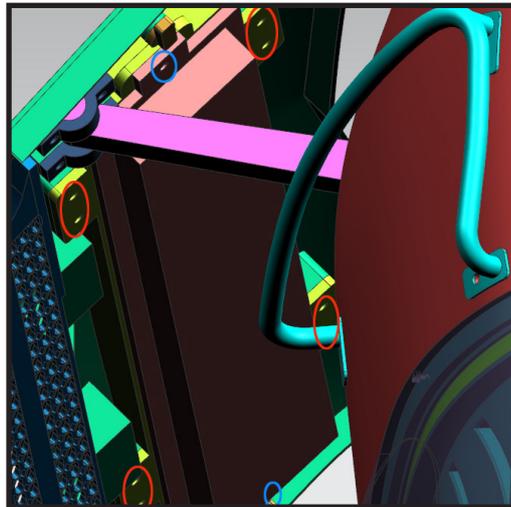
• Paso 2



### 6.5.1 DESMONTAJE DEL DISPOSITIVO TELEINDICADOR

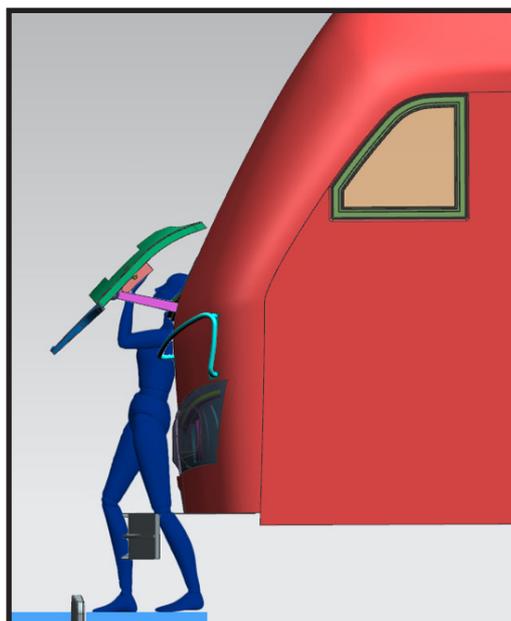
Si se presentara algún fallo de este componente durante la vida útil de la locomotora, o si simplemente se deseara modernizar esta parte, el diseño del portón también está hecho de forma ergonómica para que el teleindicador sea retirado para su reparación o sustitución de una forma rápida y segura.

Usando el mismo podio mencionado anteriormente, se deberá realizar el proceso inverso de montaje descrito en la sección 5, retirando primero los dos tornillos que sostienen el teleindicador, pudiendo, si se deseara, desmontar también su moldura correspondiente desatornillando los 4 juegos de dos tornillos que lo anclan al cuerpo del portón.



*Situación de los tornillos mencionados desde la vista inferior con el portón abatido.*

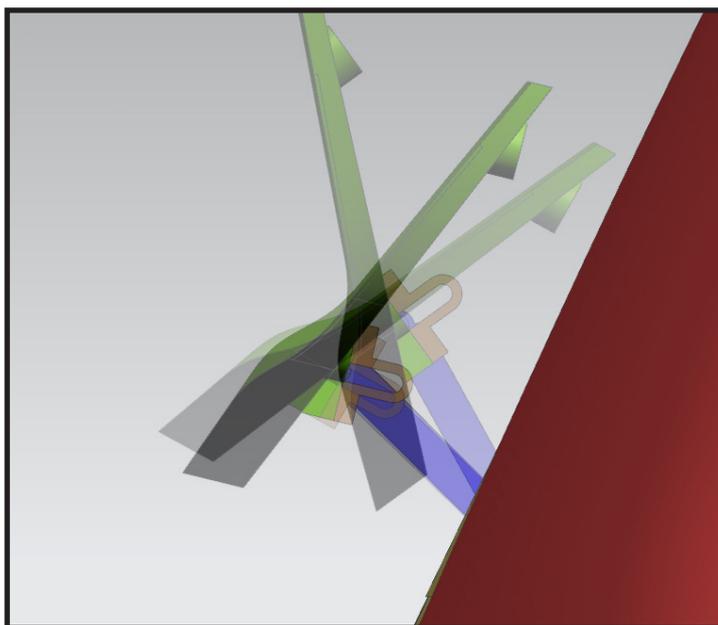
- Posición de desmontaje



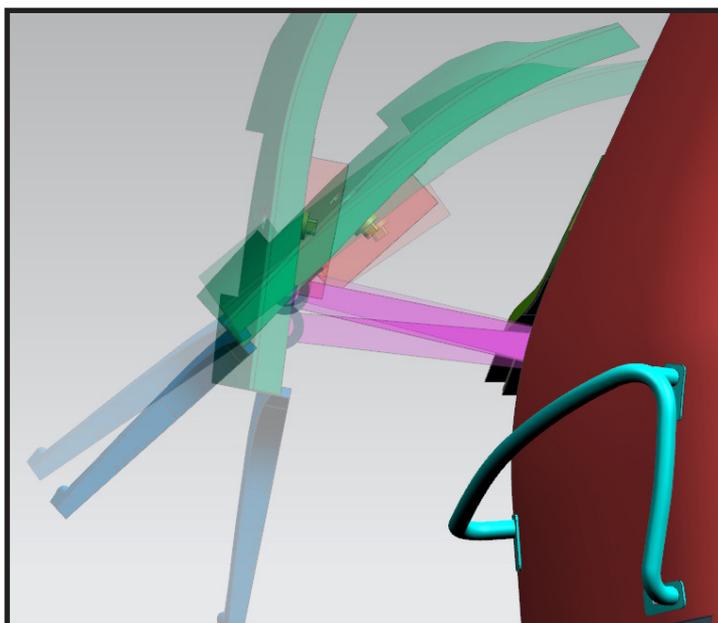
## 6.6 ANOTACIONES

Incluso si en los apartados anteriores se han representado gráficamente tanto la tapa del limpiaparabrisas/conectores de mando múltiple como el portón en unas posiciones extremas concretas, cabe destacar que en ambos casos las propias piezas pueden oscilar de manera añadida a voluntad, dentro del rango que físicamente se permita, para así adecuar estas a las operaciones o la estatura, propiamente dicha, del operario que trabaje con ellas.

- Tapa del limpiaparabrisas/conectores de mando múltiple



- Portón del equipo de aire acondicionado





ANEXOS

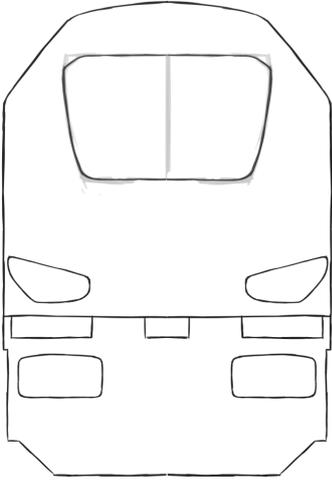
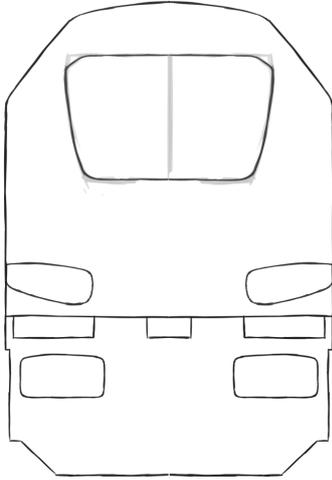
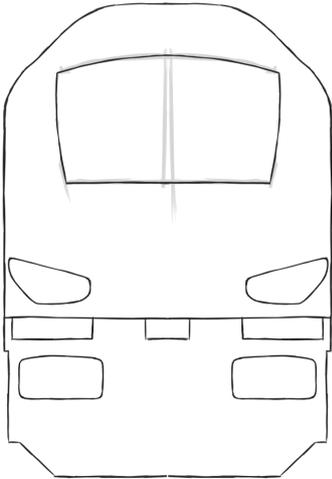
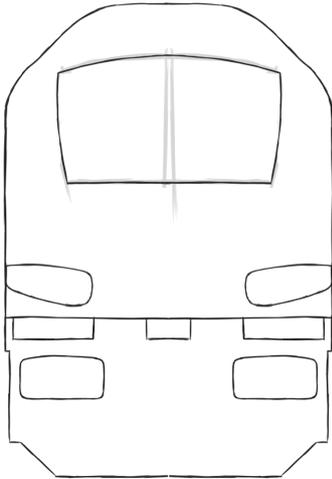


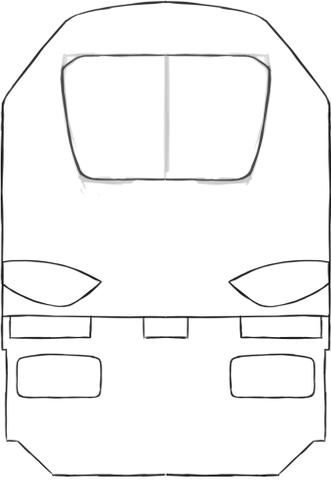
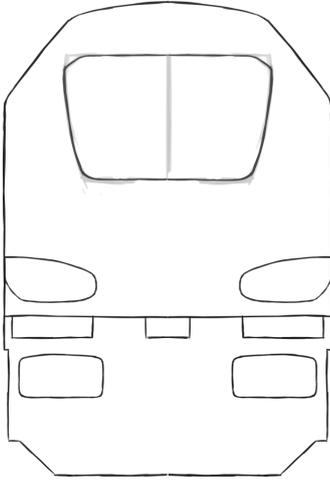
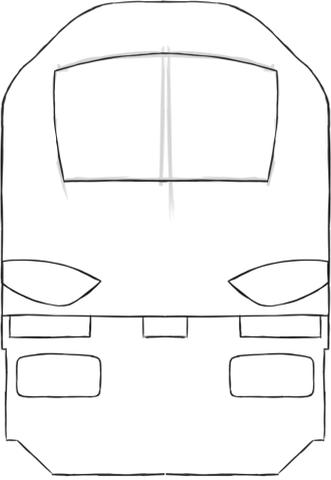
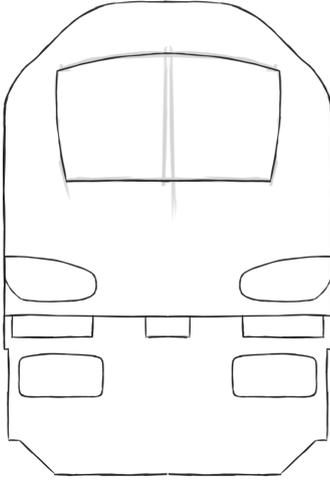


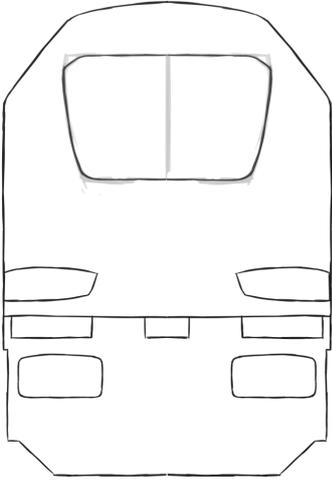
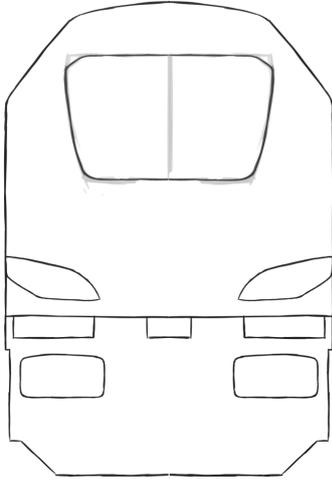
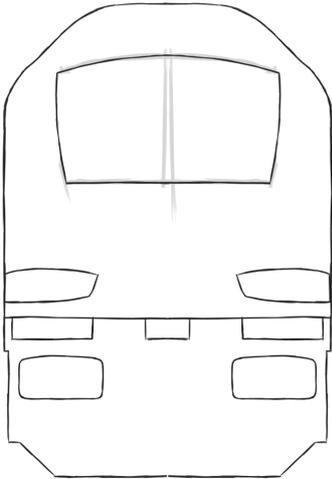
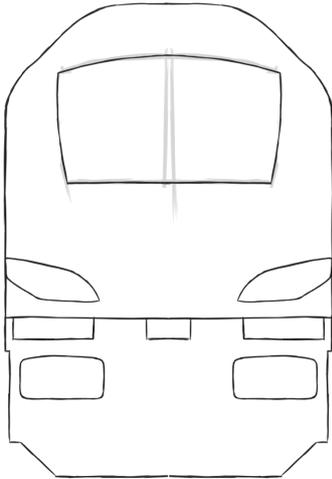
ANEXO 1

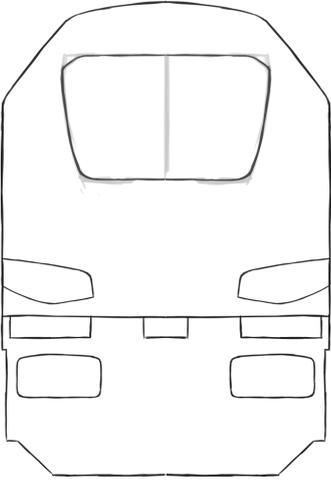
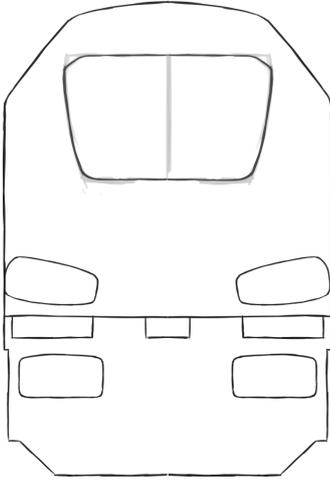
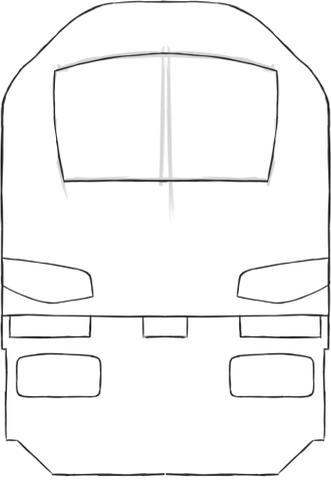
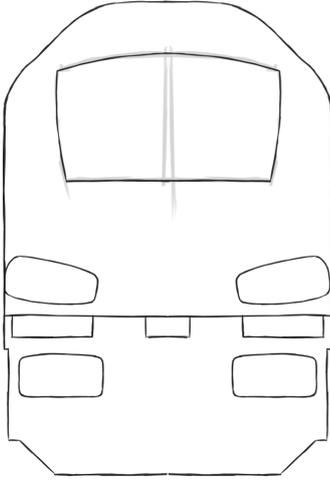
MATRIZ DE COMBINACIONES FORMALES

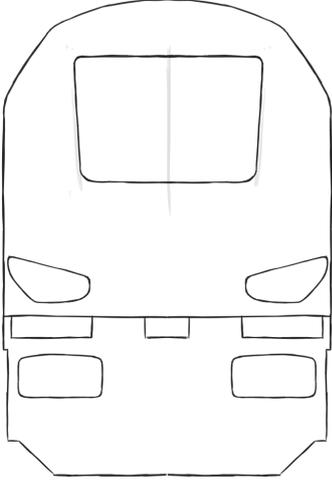
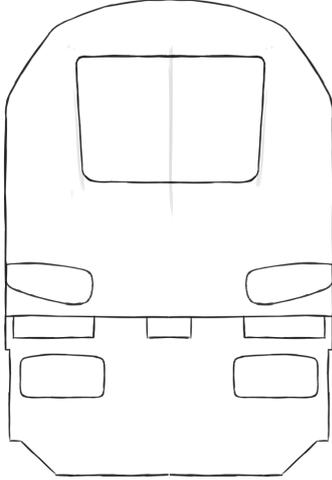
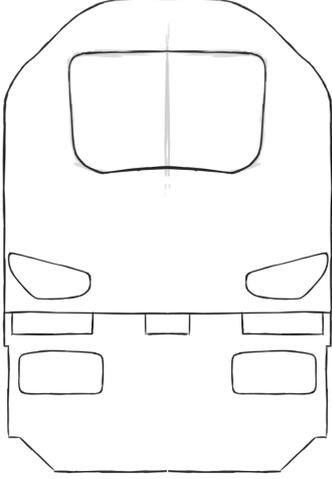
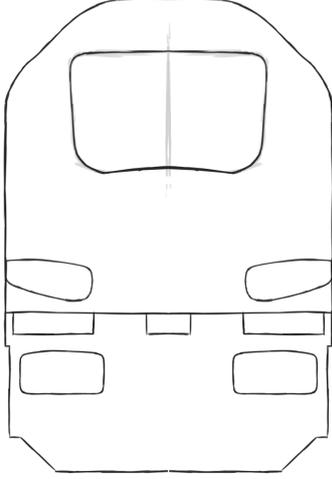


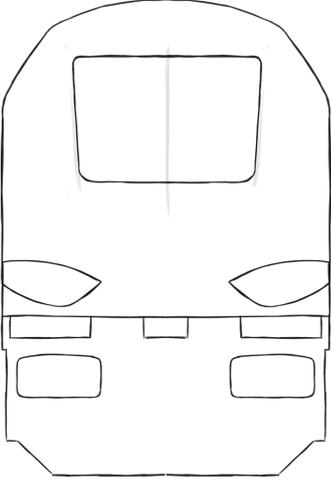
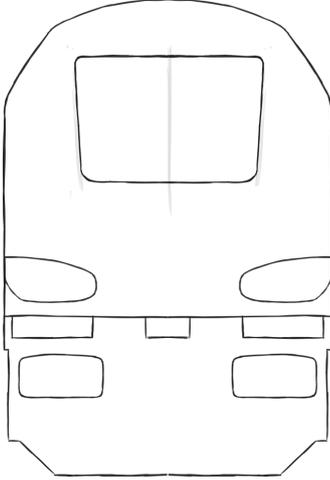
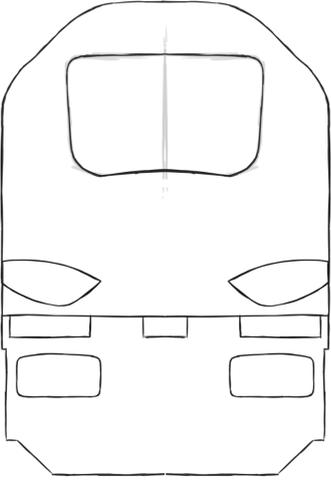
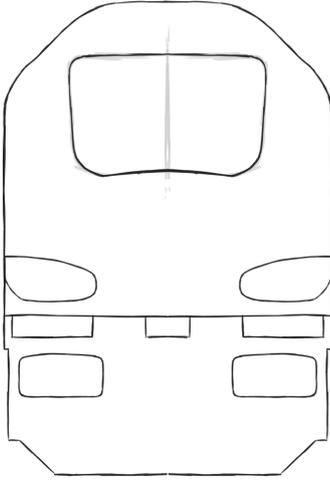
		PILOTOS INFERIORES	
		1	2
VENTANA FRONTAL	1		
	2		

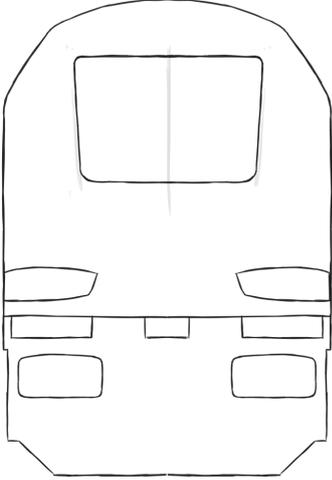
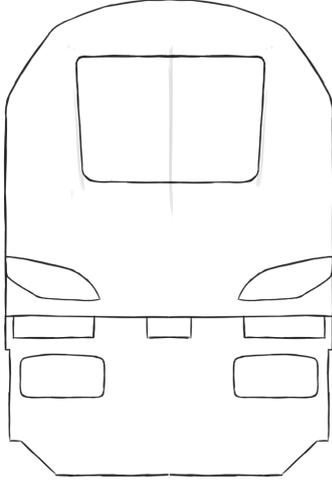
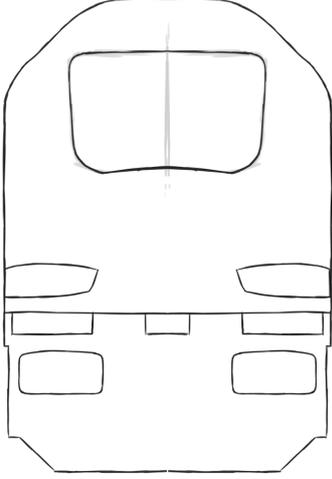
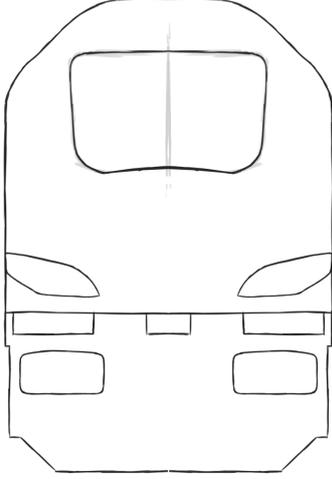
		PILOTOS INFERIORES	
		3	4
VENTANA FRONTAL	1		
	2		

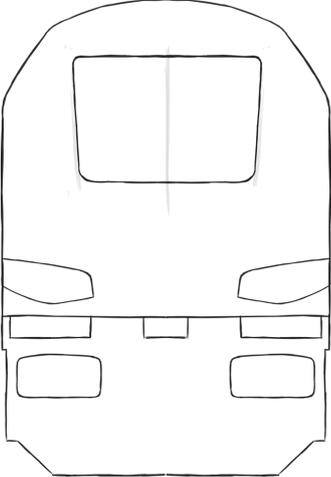
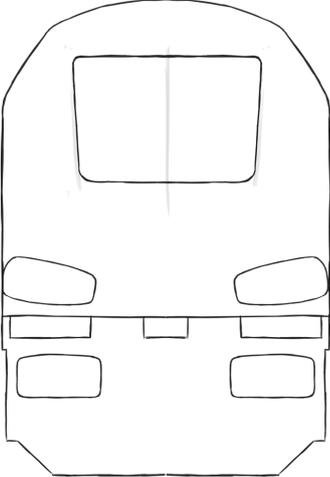
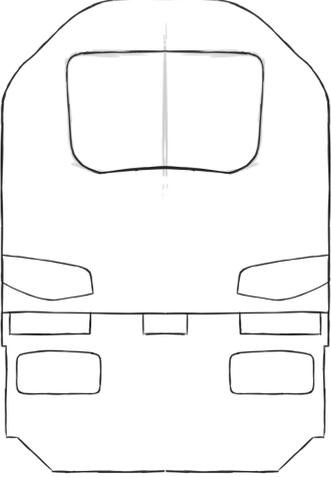
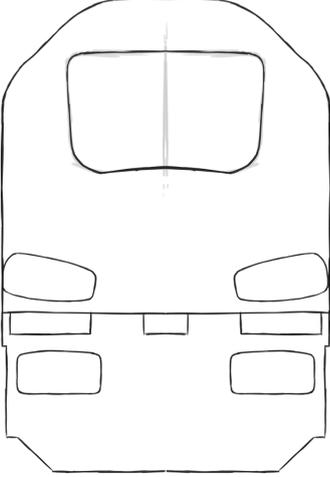
		PILOTOS INFERIORES	
		5	6
VENTANA FRONTAL	1		
	2		

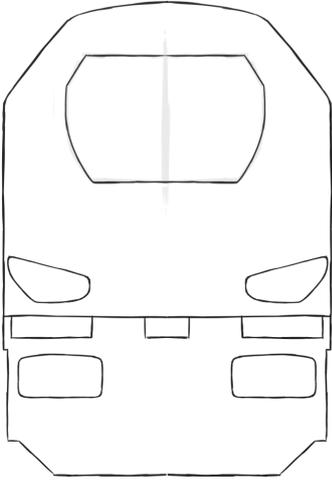
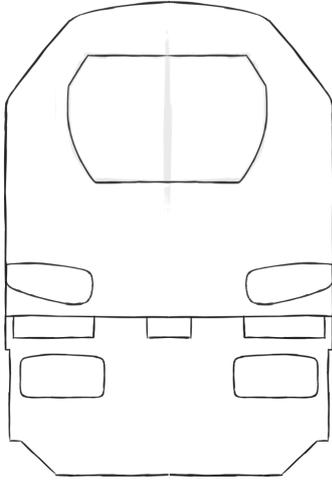
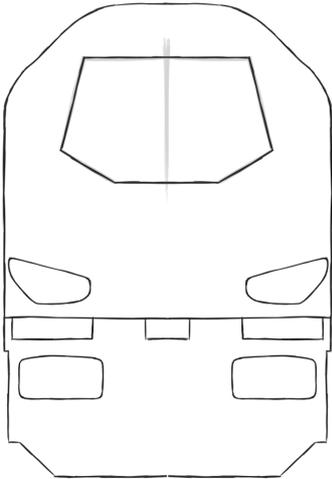
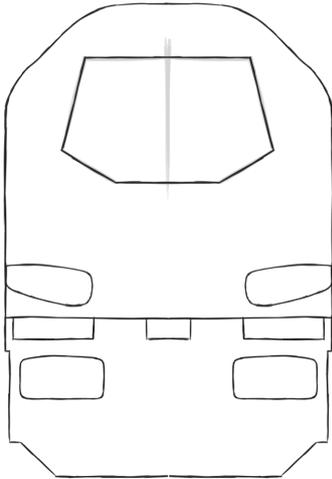
		PILOTOS INFERIORES	
		7	8
VENTANA FRONTAL	1		
	2		

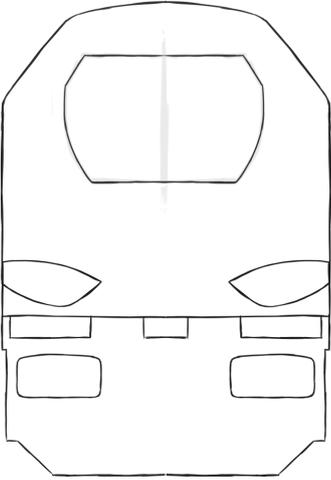
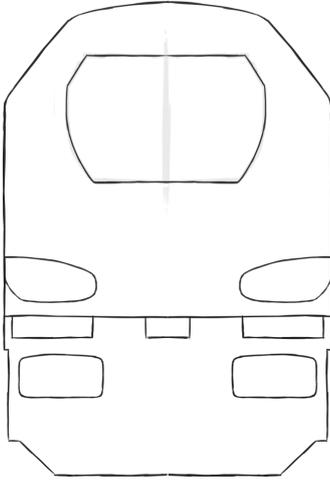
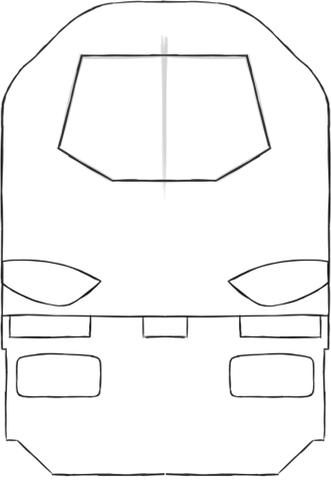
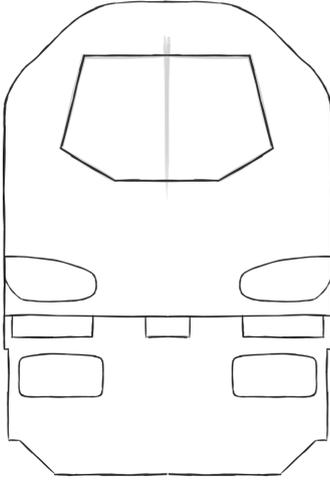
		PILOTOS INFERIORES	
		1	2
VENTANA FRONTAL	3		
	4		

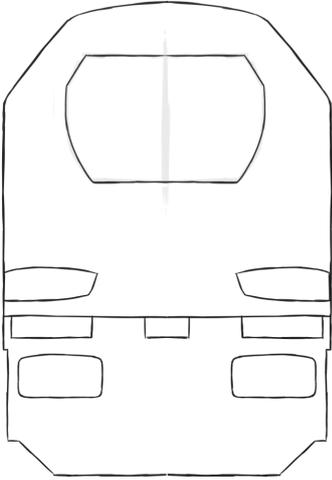
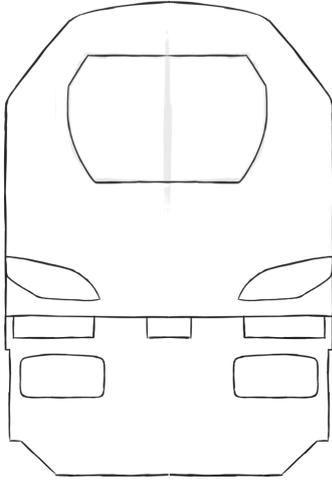
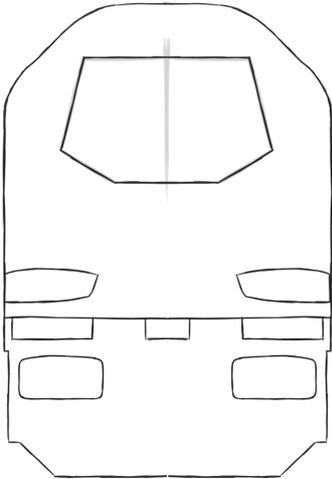
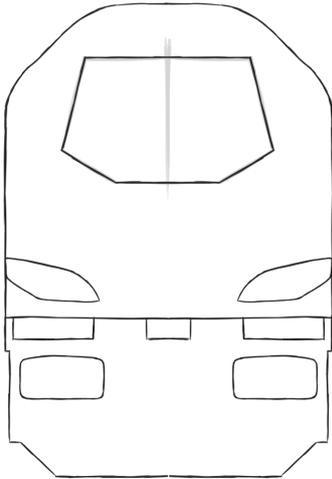
		PILOTOS INFERIORES	
		3	4
VENTANA FRONTAL	3		
	4		

		PILOTOS INFERIORES	
		5	6
VENTANA FRONTAL	3		
	4		

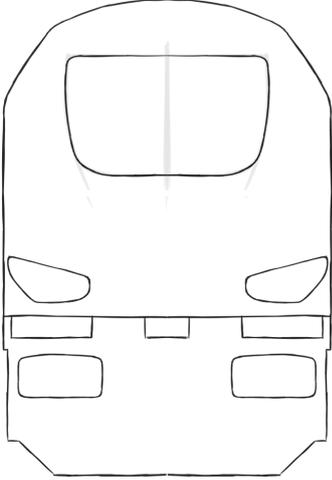
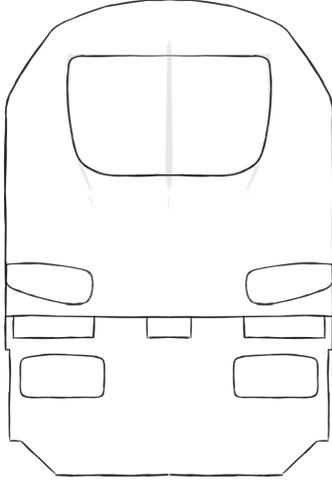
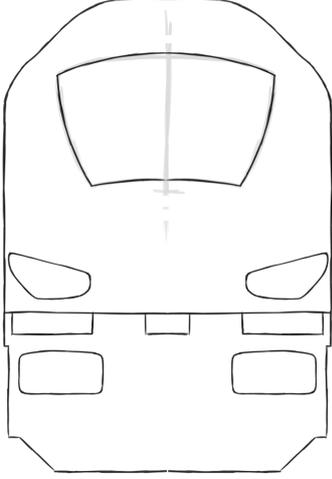
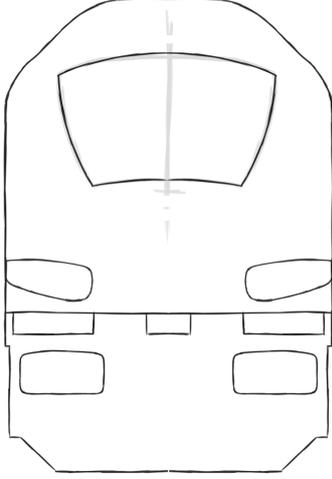
		PILOTOS INFERIORES	
		7	8
VENTANA FRONTAL	3		
	4		

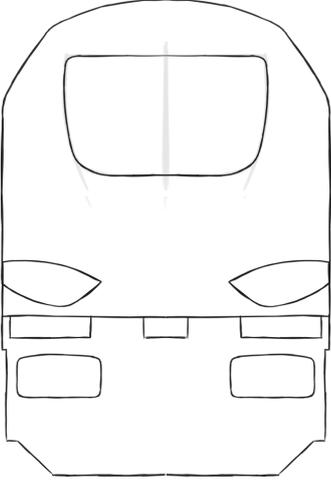
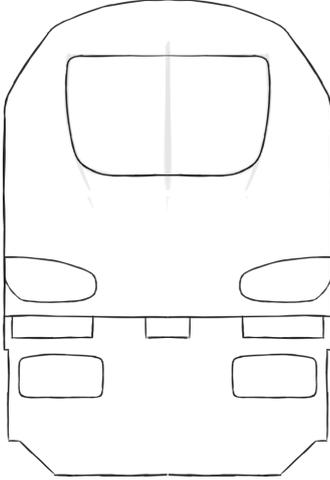
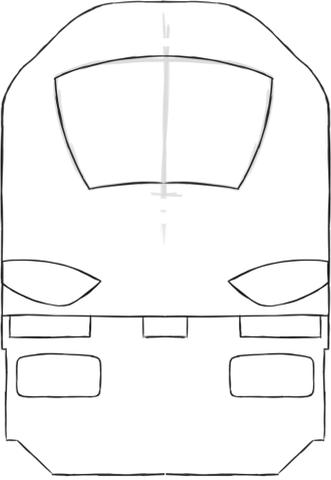
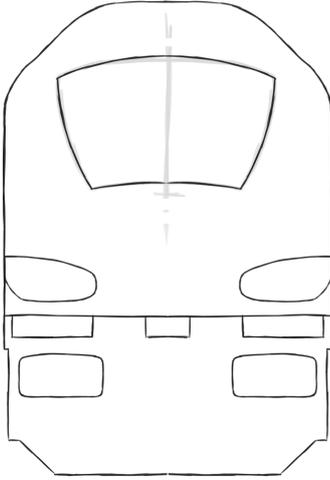
		PILOTOS INFERIORES	
		1	2
VENTANA FRONTAL	5		
	6		

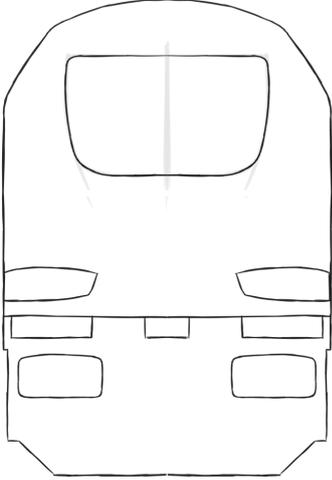
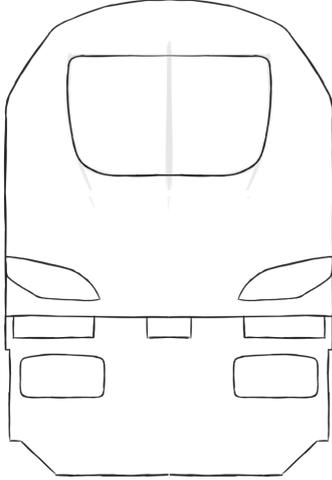
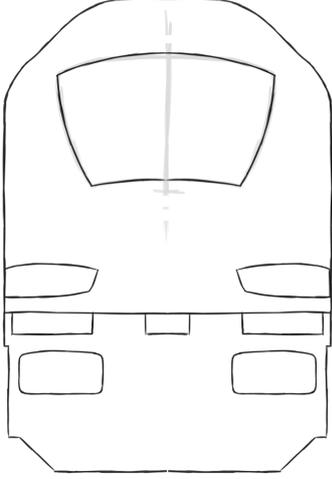
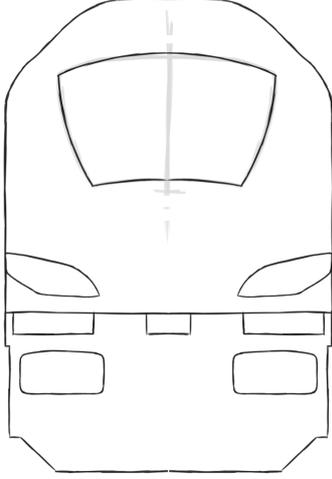
		PILOTOS INFERIORES	
		3	4
VENTANA FRONTAL	5		
	6		

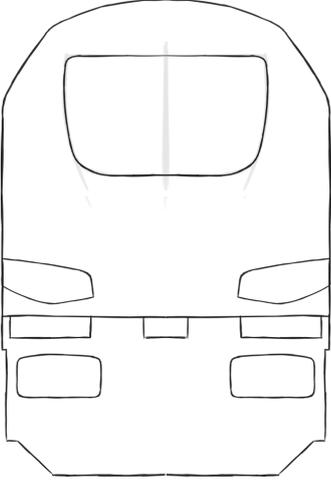
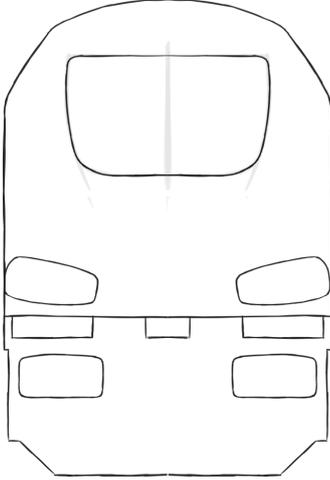
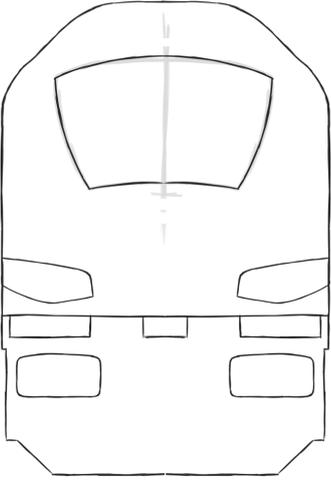
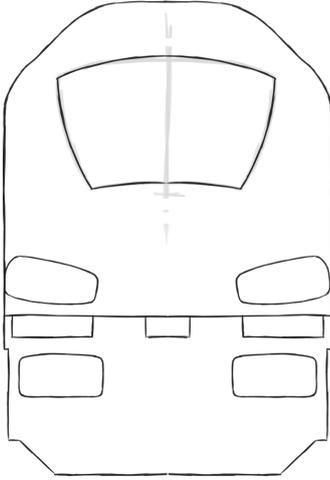
		PILOTOS INFERIORES	
		5	6
VENTANA FRONTAL	5		
	6		

		PILOTOS INFERIORES	
		7	8
VENTANA FRONTAL	5		
	6		

		PILOTOS INFERIORES	
		1	2
VENTANA FRONTAL	7		
	8		

		PILOTOS INFERIORES	
		3	4
VENTANA FRONTAL	7		
	8		

		PILOTOS INFERIORES	
		5	6
VENTANA FRONTAL	7		
	8		

		PILOTOS INFERIORES	
		7	8
VENTANA FRONTAL	7		
	8		



ANEXO 2

REFERENCIAS PRODUCTOS FERROVIARIOS



• Alstom Prima II



• Vossloh Euro3200



• Alstom/Vossloh Prima



• Pesa Gama



• Vossloh Eurolight



• Newag Impuls



• Newag Griffin





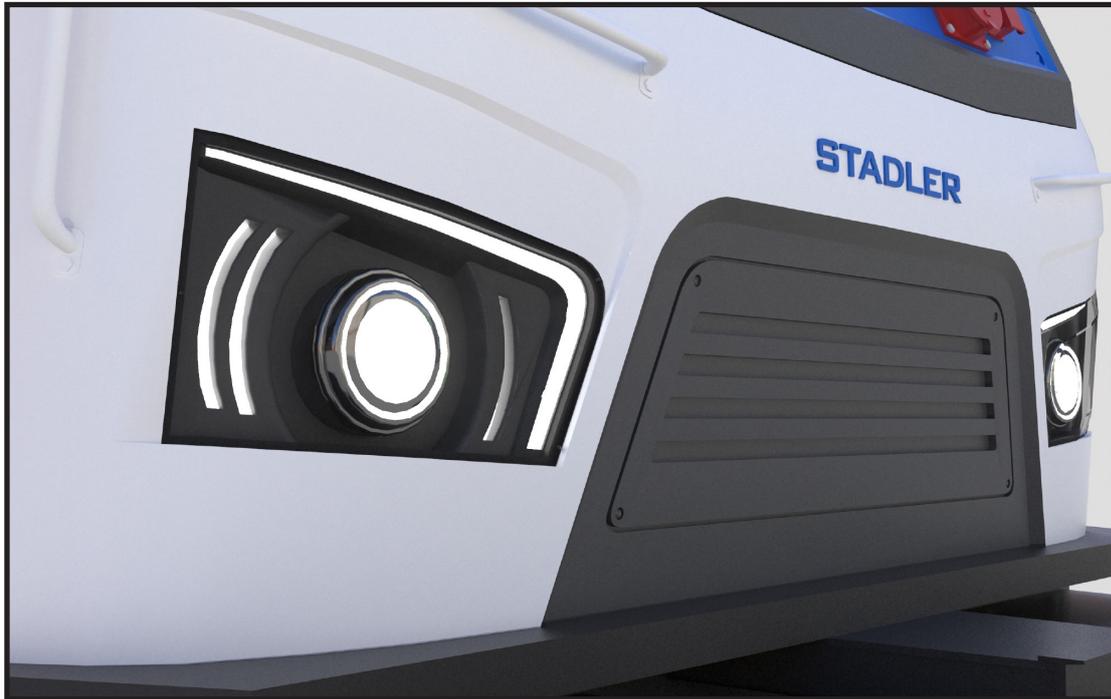
ANEXO 3

RENDERS DE LAS PROPUESTAS EVALUADAS



• Propuesta 1





• Propuesta 2





• Propuesta 3





• Propuesta 4







ANEXO 4

REFERENCIAS SECTOR AUTOMOCIÓN



• Dodge Charger 2016



• Toyota Proace 2016



• Lotus Evora 400



• Honda NSX 2017



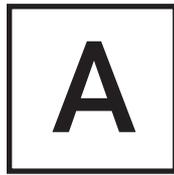
- Renault Kajdar



- Audi Q2







ANEXO 5

ESPECIFICACIONES DE MATERIALES



## Hoja de datos técnicos

### PARA LAMINADOS CON RESINA DE POLIESTER<sup>1</sup>

Tejido		PARAGLASS										
Tipo		3	5	8	10	12	15	18	22			
<b>Por el espesor del laminado</b>												
Laminado	mm	3,0	5,0	8,0	10,0	12,0	15,0	18,0	22,0			
Caras	mm	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6			
<b>Peso<sup>2</sup></b>												
Tejido seco	kg/m <sup>2</sup>	0,78	0,84	0,93	1,43	1,50	1,60	1,72	1,68			
Laminado	kg/m <sup>2</sup>	1,64	1,76	1,95	3,01	3,15	3,36	3,61	3,53			
<b>Propiedades Térmicas</b>												
Conductividad Térmica	$\lambda$	DIN 52616	W/mK	0,06	0,06	0,06	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	
Resistencia Térmica	R	DIN 52616	m <sup>2</sup> K/W	0,05	0,09	0,13	0,13	0,16	0,19	0,22	0,28	
<b>Propiedades Mecánicas</b>												
Resistencia a la compresión	$\sigma_c$	ASTM 365	N/mm <sup>2</sup>	tip	8,8	4,8	2,7	1,5	1,1	1,0	0,9	0,4
				min	7,8	3,7	2,0	1,4	1,0	0,9	0,7	0,3
Resistencia al cizallamiento	$\tau$	ASTM 273	N/mm <sup>2</sup>	tip	1,0	0,8	0,5	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1
				min	0,9	0,7	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
Módulo de cizalla	$G_c$	ASTM 273	N/mm <sup>2</sup>	tip	5,7	9,5	13,4	7,3	6,9	2,0	1,8	0,8
				min	4,2	7,6	10,3	1,8	1,7	1,2	0,8	0,6
Resistencia a la flexion	EI	ASTM 393	Nm <sup>2</sup>	tip	0,9	3,2	7,5	18,1	26,2	38,0	55,9	44,0
				min	0,5	2,8	6,8	13,6	21,6	25,6	31,3	32,8

Nota: Todas las propiedades mecánicas y térmicas se han obtenido sobre placas preparadas de acuerdo con las Instrucciones de manejo. Las propiedades mecánicas están clasificadas en dos categorías : típ(ica) y mín(ima). Un valor típico es el término medio de un número de valores de test y un valor mínimo es el menor de los valores. Los valores difieren con la dirección del tejido. La dirección de la trama presenta mejores propiedades mecánicas que la dirección de la urdimbre.

### PROCESOS A UTILIZAR CON PARABEAM®

Procesos en los que puede utilizarse el tejido Parabeam®:



moldeo a mano



brocha



rodillo



proyección



rociado



film



inmersión

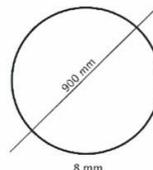
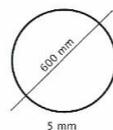


enrollamiento filamentario

### ADAPTABILIDAD DEL PARABEAM®

El tejido Parabeam® 3D puede ser moldeado en tres dimensiones dependiendo del grosor del tejido y la complejidad de la figura. Los tejidos más delgados en general se adaptan mejor que los tejidos más gruesos. Al enrollar sobre un cilindro, los siguientes diámetros pueden ser tomados como referencia:

- ParaGlass/3: diámetro 400 mm
- ParaGlass/5: diámetro 600 mm.
- ParaGlass/8: diámetro 900 mm.



En una esquina con un ángulo de 90° se puede comprimir el Parabeam® con un rodillo esquinero. A 15 mm de cada lado de la esquina, el tejido se incorporará hasta su espesor original. A fin de mejorar la rigidez en el ángulo, podrían incorporarse cintas de refuerzo con lo que la esquina vería mejoradas sus propiedades.





## Ficha técnica

# ENYDYNE® H 86181 TF

## Resina de poliéster insaturado

Versión : Abril 2015

### Presentación

Resina líquida cargada de color blanco

#### Características principales de la resina

Resina de poliéster de DCPD (diciclo-pentadieno)

Tixotrópica - Cargada

Buena mojabilidad de las cargas y refuerzos

Baja tipo de estireno - Reducción del marcaje del refuerzo

LNE Francesca - 4 mats de vidrio 450 g/m<sup>2</sup>

Fuego/fumó clasificación :

M2 (3.4 mm)

F1 (3.5 mm)

### Modo de transformación

Proyección simultánea

### Otros modos de transformación

Contacto – Inyección

### Aplicación

Piezas Industrial

### Otras aplicaciones

Sanitario

### Estabilidad al almacenamiento

Conservar al abrigo de la luz a una temperatura inferior a 30°C en envase cerrado.

La caducidad (Date Limite d'Utilisation, D.L.U.) puede reducirse si la resina se expone a temperaturas más altas. Utilizar antes de la D.L.U. indicada en el envase.

Para productos a granel, la D.L.U. es de 3 meses a partir de la fecha de expedición

### Precauciones de uso

Por favor consulte la FdS de la resina en Internet [www.ccpcomposites.com](http://www.ccpcomposites.com)

Características métodos y condiciones	Valores (Valores promedio)
<b>Físicas</b> -Peso específico a 20 °C : -Viscosidad (dPa.s) : V25 M3V50 : -Extracto seco (%) : PC53 -Reactividad : Método : Temperatura de ensayo : Sistema catalítico : Tiempo de gel : Tiempo total : Temperatura de pic :	1.49 g/cm <sup>3</sup> Brookfield a 23 °C 7 – 8 74 – 78 R152 (Ensayo en tubo) 23°C 1.5 % PMEK 50 % 1.2 % de Cobalt al 1 % 10 – 14 min 25 – 35 min >40 °C
<b>Propiedades mecánicas</b> (resina polimerizada no reforzada) <b>Recocido (16 h a 40°C + 2 h a 90°C)</b> -Tracción ISO 527 (1999): -Módulo de flexión (MPa) : -Resistencia a tracción (MPa) : -Elongación a rotura (%) : -Flexión ISO 178 (2003): -Resistencia a flexión (MPa) : -Módulo de flexión (MPa) :	45 3550 1.55 90 3500
<b>Propiedades termomecánicas</b> (resina polimerizada no reforzada) -HDT ISO 75-2 A (1999) (°C) :	65 (2 h a 120°C)
<b>Propiedades mecánicas en alminato</b> 30 % fibra de vidrio 4 mats 450 g/m <sup>2</sup> -Tracción ISO 527 (1999): -Resistencia a tracción (MPa) : -Elongación a rotura (%) : -Flexión ISO 178 (2003): -Resistencia a flexión (MPa) : -Módulo de flexión (MPa) : <b>HDT ISO 75-2 A</b>	<b>Recocido : 16h a 40°C</b> 101 2 200 11 100 200°C

La clasificación final de resistencia al fuego puede variar en función de la estructura y de las condiciones de realización. Por lo tanto, es fundamental validar la clasificación final del prototipo antes de emprender la fabricación a escala industrial. Cualquier dilución de la resina (mezcla con otra resina, añadido de estireno-acetona) podrá alterar considerablemente la clasificación de resistencia al fuego. Se produce una sedimentación natural de los aditivos, que se acentuará en caso de almacenarse a una temperatura elevada. Preste especial atención a las condiciones de almacenamiento y vuelva a poner los aditivos en suspensión mezclando previamente la resina antes de aplicarla, para evitar una clasificación de resistencia al fuego heterogénea.

Polynt Composites France Route D'Arras CS 50019 – 62320 Drocourt • France •  
 Tél. +33 3 21 74 84 00 • Fax +33 3 21 49 55 84 • [www.polynt.com](http://www.polynt.com) •

La información se facilita en base a nuestros conocimientos actuales y no implica ninguna garantía expresa. Debido a la diversidad de condiciones de formulación, producción y aplicación, deberá ajustarse la presente información a las circunstancias del utilizador. Declinamos cualquier responsabilidad, incluida las relativas a patentes. La información de la manipulación y almacenamiento del producto están detallados en la hoja de seguridad del mismo.



ANEXO 6  
INSERTOS



## RIVKLE® Elastic – Blind rivet nuts for noise and vibration decoupling applications

### The system

Our design specification was to produce a disconnectable blind rivet fastener with noise and vibration decoupling characteristics.

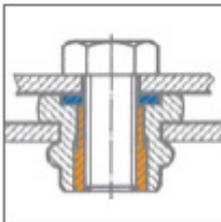
The solution is the RIVKLE® Elastic blind rivet nut.

It consists of a metric threaded metal insert captured in an elastomer or thermoplastic elastomer body.



### The principle

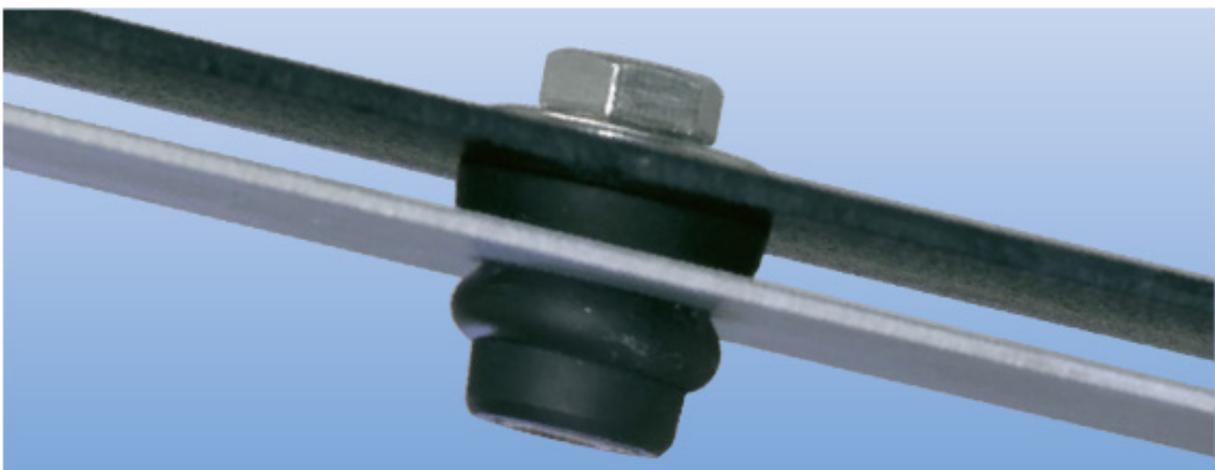
The RIVKLE® Elastic is an innovative solution for fastening load-bearing threaded inserts in thin-walled components and is ideal in applications where noise and vibration decoupling is also required.



The RIVKLE® Elastic is inserted into the pilot hole from one side of the carrier component.

Clamping nodules beneath the flange secure the fastener in the workpiece prior to assembly. The threaded metal insert (brass on the standard version) is only attached to the body on its lower section so that when the mating screw is tightened this causes the nut body to bulge on the underside of the component to be fastened.

This is a reversible rivet fastening.



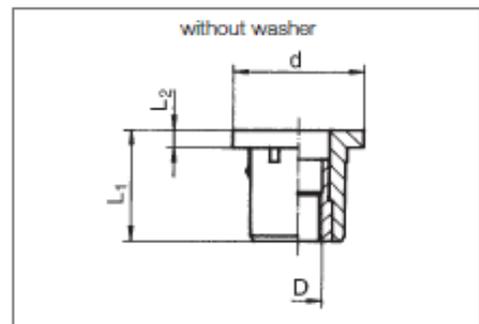
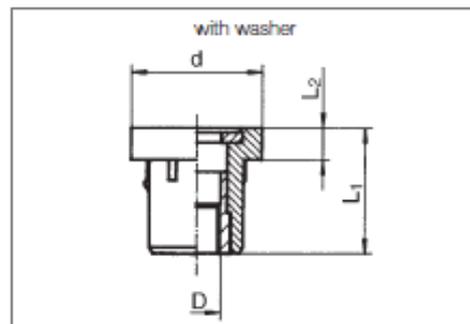
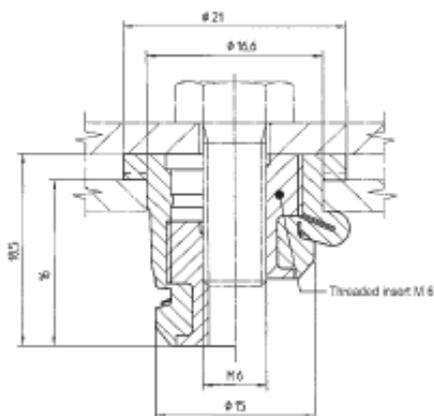
**BÖLLHOFF**
**RIVKLE® Elastic – System versions**
**Standard versions**

The standard RIVKLE® Elastic is available in two basic versions.

- RIVKLE® Elastic with washer
- RIVKLE® Elastic without washer

Standard versions are available in four sizes: M4, M5, M6 and M8. Standard versions are available with various shank lengths, shank diameters, metal inserts, thread types, thread lengths, thread diameters, materials and colours. The metal inserts are also available in various materials and surface finishes.

If the component to be fastened is made from steel and has a pilot hole to DIN ISO 273 standard, a RIVKLE® Elastic without a washer should be used. If the component is made from plastic, aluminium or steel and has a slotted hole, a RIVKLE® Elastic with a washer should be used.


**RIVKLE® Elastic HT**


The RIVKLE® Elastic HT is a further development of the RIVKLE® Elastic.

Originally the RIVKLE® Elastic was designed to secure a load-bearing threaded body to a thin-walled component with an additional noise and vibration decoupling property.

Special demands on this joint in terms of continuous operating temperature, tightening torque/loosening torque and tractive load/shear load led to the development of the RIVKLE® Elastic HT. A thermoplastic copolyester elastomer is used in this new decoupling blind rivet nut to meet the special requirements in combination with optimised component shapes.



## RIVKLE® Elastic – System versions

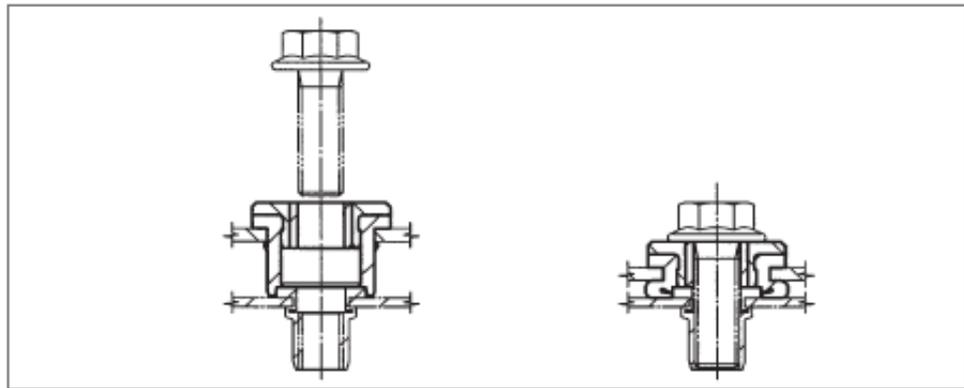
### Custom versions

In addition to the standard versions we can also manufacture special versions made to customer specifications.

Customers can choose a metal type for the insert which perfectly matches their fastening specifications and other requirements such as strength.

Customers can choose from a range of elastomers and thermoplastic elastomers to ensure that the soft fastener body has the continuous operating temperature, chemical resistance and insulation characteristics required.

### Example of special version, underbody mounting



### The advantages

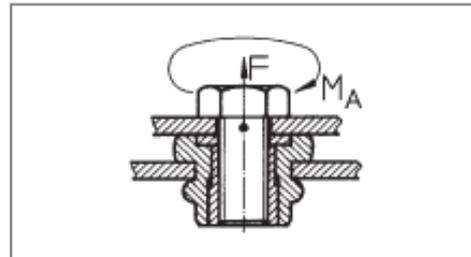
- Optimum solution for fastening a load-bearing threaded insert to a thin-walled component
- The only reliable alternative for hollow components, housings and other components where access is only available from one side.
- Blind rivet technology replaces screw fasteners
- Vibration and noise decoupling
- Electrical and thermal insulation
- Tolerance adjustment – Stress relief
  - Stresses caused by manufacturing technology (on component to be fastened)
  - Thermal expansion
  - Dynamic fastener (e.g. moves with the vehicle)
- Easy-to-fit. Setting (bulge clamping) takes place during the screwing process
- Easy-to-dismantle
- Allows full design flexibility thanks to variable parameters

**BÖLLHOFF**
**RIVKLE® Elastic – Blind rivet nuts for noise and vibration decoupling applications**
**Technical data**
**■ Mating fasteners**

The RIVKLE® Elastic nut thread is manufactured to standard commercial tolerances (6H as per ISO 68-1). The thread is designed to accept a standard commercial mating fastener and will therefore accept any of the widely available screw fasteners with a 6g tolerance. Rivet nuts can also be manufactured with American and British threads.

**■ Mechanical characteristics – Tightening torque  $M_A$** 

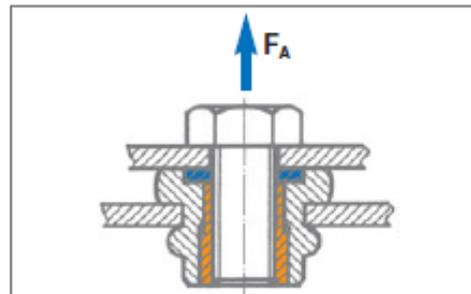
Size	Tightening torque $M_A$ max. (Nm)
M 4	2.0
M 5	2.0
M 6	4.5
M 8	7.0



Principle of the evaluation of the tightening torque (RIVKLE® Elastic with washer)

**■ Mechanical characteristics – Axial test load  $F_A$** 

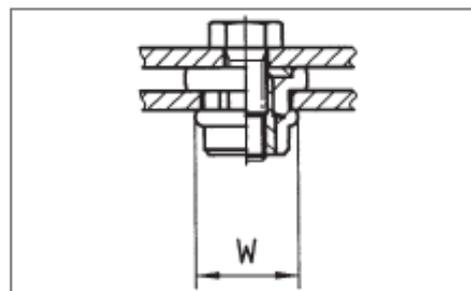
Size	Axial test load $F_A$ (N)
M 4	150
M 5	150
M 6	250
M 8	400



Principle of the evaluation of the axial test load

**■ Maximum clamping bulge deformation (w)**

Size	Max. clamping bulge deformation w (mm)
M 4	15
M 5	15
M 6	15.5
M 8	20.5



Measurement of the maximum clamping bulge deformation

**RIVKLE® Elastic HT**

Wall thickness	Dimensions	Tightening torque*	Loosening torque*	Axial tractive load	Shear load
1.2 mm	M 6	$M_A$ (max.) 9.5 Nm	$M_L$ 7.0 Nm	F (max.) 260 N	F (max.) 250 N
3.0 mm	M 6	$M_A$ (max.) 9.5 Nm	$M_L$ 7.0 Nm	F (max.) 380 N	F (max.) 550 N

\*Guideline values for screw connection with a screw from property class 8.8.

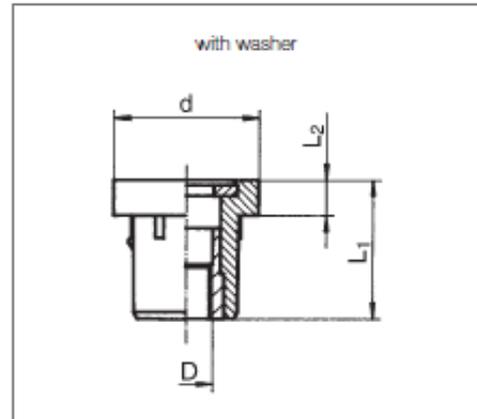
Measurement for mounting hole  $\varnothing$  (type M 6) 16.0 + 0.2 mm

**BÖLLHOFF**

**RIVKLE® Elastic – Versions**

**RIVKLE® Elastic with washer**

Material: TPE-V



Article no.	Type	D	d	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	Hole diameter D <sub>i</sub>	Set length	Grip range
2431 004 0300	with washer	M 4	15	17.7	3.7	10.3 + 0.2	9	0.5 – 3.0
2431 005 0300	with washer	M 5	15	17.7	3.7	10.3 + 0.2	9	0.5 – 3.0
2431 006 0300	with washer	M 6	18	19.3	4.3	13.0 + 0.2	10	0.5 – 3.0
2431 008 0300	with washer	M 8	22	21.6	5.6	16.0 + 0.2	11	0.5 – 3.0

Body: TPE-V, 64 Shore A, black; insert: brass; washer: zinc-plated brass

**RIVKLE® Elastic with washer, special version**

Insert without thread

Article no.	Type	D	d	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	Hole diameter D <sub>i</sub>	Set length	Grip range
2431 362 0300	with washer	6.2	18	19.3	4.3	13.0 + 0.2	10.0	0.5 – 3.0

Body: TPE-V, 55 Shore A, black; insert: without thread

Insert and washer: Material A2

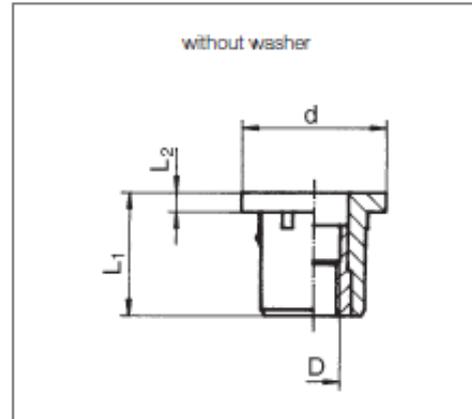
Article no.	Type	D	d	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	Hole diameter D <sub>i</sub>	Set length	Grip range
2439 001 0801	with washer	M 6	18	19.3	4.3	13.0 + 0.2	10.0	0.5 – 3.0

Body: TPE-V, 64 Shore A, black

The values given above are correct to the best of our knowledge and are valid as typical standard values.

They are provided as a guide only and must not be used for specifications.

The standard value does not release users from their obligation to test products for their particular uses and production procedures.

**BÖLLHOFF**
**RIVKLE® Elastic – Versions**
**RIVKLE® Elastic without washer**
**Material: TPE-V**


Article no.	Type	D	d	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	Hole diameter D <sub>1</sub>	Set length	Grip range
2430 004 0300	without washer	M 4	15	15.5	1.5	10.3 + 0.2	9	0.5 – 3.0
2430 005 0300	without washer	M 5	15	15.5	1.5	10.3 + 0.2	9	0.5 – 3.0
2430 006 0300	without washer	M 6	18	17.0	2.0	13.0 + 0.2	10	0.5 – 3.0
2430 008 0300	without washer	M 8	22	19.0	3.0	16.0 + 0.2	11	0.5 – 3.0

Body: TPE-V, 64 Shore A, black; insert: brass

**RIVKLE® Elastic without washer, special version**
**Material: Elastomers**

Article no.	Type	D	d	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	Hole diameter D <sub>1</sub>	Set length	Grip range
2430 206 0300	without washer	M 6	18	17.0	2.0	13.0 + 0.2	10.0	0.5 – 3.0

Body: VMQ, 70 ± 5 Shore A, black

**RIVKLE® Elastic HT**
**Material: TPC-EE**

Article no.	Type	D	d	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	Hole diameter D <sub>1</sub>	Set length	Grip range
2432 006 0001	without washer	M6	21	18.5	2.5	16.0 + 0.2	8.5	1 – 3

Body: TPE-E, 33 Shore D, black

The values given above are correct to the best of our knowledge and are valid as typical standard values.

They are provided as a guide only and must not be used for specifications.

The standard value does not release users from their obligation to test products for their particular uses and production procedures.



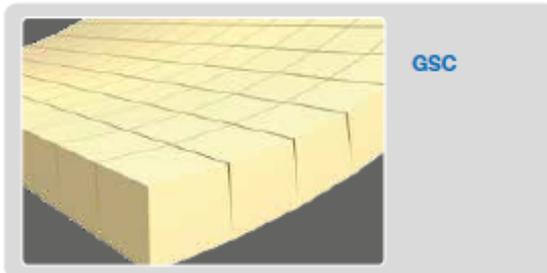
ANEXO 7  
REFUERZOS



## Formable finishing options: creating curves

### Grid-scored materials

Many composite applications have a complex shape, and grid-scored material is commonly used to make the core material conform easily to the mold.



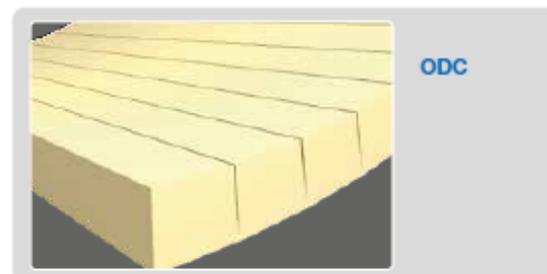
GSC

Grid-scored materials contain a cut pattern on one side of the core – both lengthwise and crosswise – creating small blocks. The blocks are held together by a lightweight fibreglass scrim, creating a very flexible core sheet.

Grid-scored materials are divided into several subgroups with different purposes. GSW, etc. have unique cut shapes and widths for instance.

### One-directional cut materials

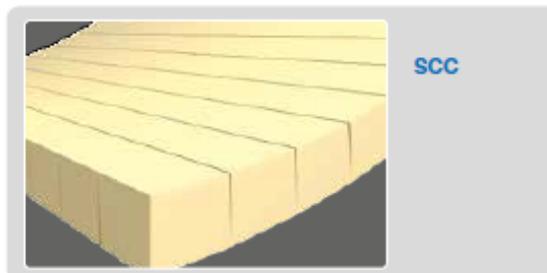
ODC (one-directional cut) materials are a subgroup of GSC with the distinct characteristic of having cuts in only one direction. This configuration creates "rods" rather than small blocks.



ODC

### Single-cut materials

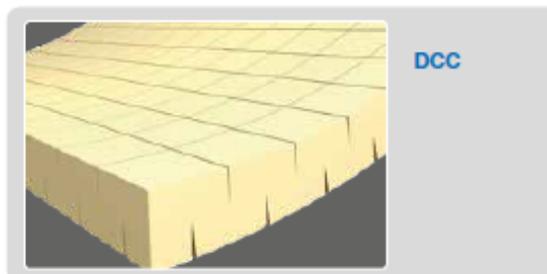
The number and size of cuts have an impact on the amount of resin the core takes up. This is especially important on curved surfaces where the cuts will close or open up to allow the sheet to contour to a particular shape. In order to reduce the number of cuts to a minimum, a single-cut configuration can be of interest (ODC, mentioned above, yields similar benefits). Single-cut sheets are scored longitudinally on one side and transversely on the opposite side, creating a perforation that enables air and resin to flow.



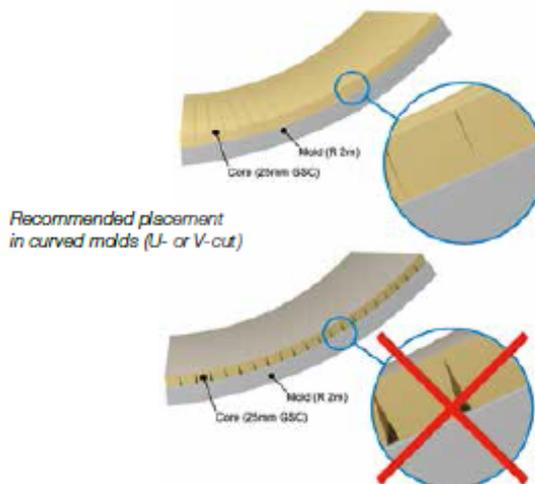
SCC

### Double-cut materials

To introduce curvature into panels without applying a scrim, the double-cut contour configuration is often used. With double-cut, the core is cut in a 0-90 grid pattern on both sides of the core with a 50% offset between the sides and the cut extending to 55% to 60% of the thickness of the core. As with single-cut contours, the cuts overlap, allowing air and resin to easily flow through the core.



DCC



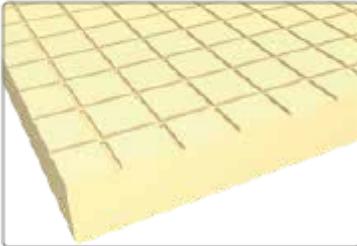
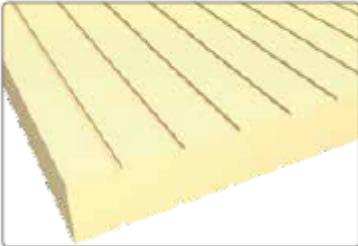
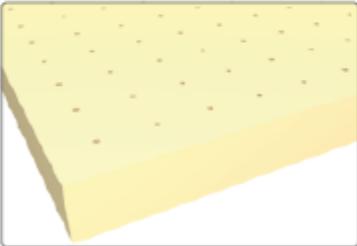
Recommended placement  
in curved molds (U- or V-cut)

### Thermoforming

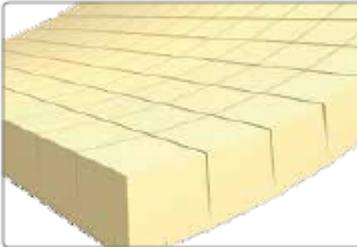
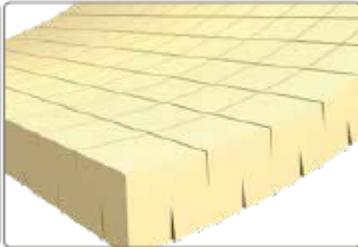
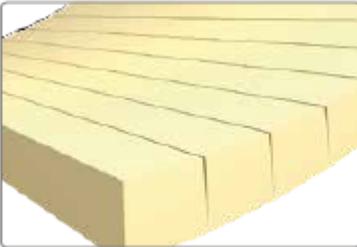
For curved panels in which uncut material is wanted, the only way to use rigid sheet is to thermoform the core into the proper shape. This can only be done with foam cores. Thermoforming is a rather complicated process that is usually time-consuming and costly. Yet, when weight and quality are prioritized more than cost, it is a very interesting alternative.

Finishing options: quick reference

**Resin Distribution Finishing Options**

GPC	GRC	PFC
		
<p><b>Grooved and perforated combination</b></p> <p>Grooves on either one or both sides of the core combined with 2 mm diameter square grid perforations. Grooves are available lengthwise and/or crosswise with 20 mm spacing between the grooves.</p>	<p><b>Grooved material</b></p> <p>Groove patterns in the sheet surface. Grooves are available on one or on both sides of the core. The direction of the grooves can be:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cross</li> <li>• Longitudinal only</li> <li>• Transverse only</li> </ul>	<p><b>Perforated</b></p> <p>Perforations in the sheet ranging in diameter from 1.6 mm to 3.2 mm depending on core thickness and density. Perforations are available in a variety of configurations.</p>
<p><b>Application</b></p> <p>Specially intended for resin infusion and closed molding processes. Provides optimum flow speed and secure wet-out.</p>	<p>Intended to allow resin to flow in closed molding applications such as infusion as well as expel trapped air.</p>	<p>Perforations are designed to release trapped air from under the core and/or allow resin to flow from one side of the core to the other.</p>
<p><b>Molding Process</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Infusion</li> <li>• Closed Molding</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Infusion</li> <li>• Closed Molding</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prepreg</li> <li>• Hand Lay-Up</li> <li>• Closed Molding</li> <li>• Press Molding</li> <li>• Infusion</li> </ul>

**Formables**

Grid-scored material	Double-cut material	One-directional cut material
		
<p><b>Grid-scored material with scrim</b></p> <p>Cut pattern on one side of the core, both lengthwise and crosswise, creating small blocks, or rods, depending on configuration chosen. The blocks are held together by a lightweight fiberglass scrim, creating a very flexible core sheet.</p>	<p><b>Double contour</b></p> <p>Cut pattern in which both sides of the core are cut in both directions to a depth of 55-60% of the core thickness, creating a somewhat flexible core sheet.</p>	<p><b>One-directional cut material with scrim</b></p> <p>One-directional cut material is cut in one direction only, thus reducing the amount of cuts by 50%. However, it bends in single-curved applications only.</p>
<p><b>Application</b></p> <p>Bonding core to simple or slightly complex surfaces. May be used with a chopped mat bedding layer, but vacuum bagging or bedding into core bedding adhesive is strongly recommended to fill the cuts between blocks.</p>	<p>Bonding the core to very simple or minimally complex shapes. Can be used with chopped strand mat bed layers, but vacuum bagging or bonding with core bedding adhesive is recommended to fill the cuts.</p>	<p>Used in blades – usually in combination with grooved material or a flow media.</p>
<p><b>Molding Process</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hand Lay-Up</li> <li>• Closed Molding</li> <li>• Press Molding</li> <li>• Vacuum Bagging</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hand Lay-Up</li> <li>• Closed Molding</li> <li>• Vacuum Bagging</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Infusion</li> <li>• Closed molding</li> </ul>



## BIBLIOGRAFÍA



AENOR. UNE-EN 15020:2008 +A1. *Aplicaciones ferroviarias; Enganche de socorro; Requisitos relativos a las prestaciones, geometría de las interfaces y métodos de ensayo*. Septiembre 2011.

AENOR. UNE-EN 15273-2. *Aplicaciones ferroviarias; Gálíbos; Parte 2: Gálíbos del material rodante*. Diciembre 2013.

AENOR. 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*. Enero 2014.

OFFICIAL JOURNAL OF THE EUROPEAN UNION. LOC&PAS TSI. *Concerning a technical specification for interoperability relating to the "rolling stock - locomotives and passenger rolling stock" subsystem of the rail system in the European Union*. 12 de Diciembre 2014.

NORME FRANÇAISE. NF F 14-401. *Signalisation des véhicules ferroviaires; Signalisation amovible; Porte-drapeau et porte-signal; Disposition sur les véhicules*. Octubre 1980.

UNION INTERNATIONALE DES CHEMINS DE FER. UIC 505-1. *Railway transport stock; Rolling stock construction gauge*. Décima edición. Mayo 2006.

UNION INTERNATIONALE DES CHEMINS DE FER. UIC 532. *Matériel remorqué; Porte-signaux; Voitures; Signaux électriques fixes*. Novena edición. Enero 1991.

UNION INTERNATIONALE DES CHEMINS DE FER. UIC 534. *Signal-lamps and signal-lamp brackets for locomotives, railcars and all tractive and selfpropelled stock*. Cuarta edición. Agosto 2002.

UNION INTERNATIONALE DES CHEMINS DE FER. UIC 651. *Layout of driver's cabs in locomotives, railcars, multiple unit trains and driving trailers*. Cuarta edición, Julio 2002.

GALERÍA DE IMÁGENES MAINLINEDIESELS. <<http://www.mainlinediesels.net/>> [Consulta: Febrero 2016].

GALERÍA DE IMÁGENES RAILCOLOR. <<http://www.railcolor.net/index.php?nav=1000001&lang=1>> [Consulta: Febrero 2016].

DODGE OFFICIAL WEBSITE. <<http://www.dodge.com/en/>> [Consulta: Mayo 2016].

TOYOTA ESPAÑA. <<https://www.toyota.es/>> [Consulta: Mayo 2016].

LOTUS CARS <<http://www.lotuscars.com/>> [Consulta: Mayo 2016].

RENAULT ESPAÑA <<http://www.renault.es/>> [Consulta: Mayo 2016].

AUDI ESPAÑA <<http://www.audi.es/es/web/es.html>> [Consulta: Mayo 2016].

HONDA MOTOR EUROPE <<http://www.honda.es/>> [Consulta: Mayo 2016].









UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

**STADLER**  
Clevere Lösungen auf der Schiene

# PLIEGO DE CONDICIONES

“Diseño e industrialización de un  
testero para la plataforma de  
locomotoras EuroDual de Stadler”



**Autor:** Eduardo Vide Arribas

**Tutor:** Víctor Andrés Cloquell Ballester

**Tutor de empresa:** Jose Enrique Alhambra

**Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos  
2015 - 2016**



## 1. DEFINICIÓN Y ALCANCE

El objetivo de este pliego es la definición de las condiciones técnicas para la fabricación del conjunto del testero para la locomotora EuroDual de Stadler.

### 1.1 NORMAS DE CARÁCTER GENERAL

Con el fin de garantizar la máxima calidad y seguridad del producto acabado, a continuación se dispone un listado de normas técnicas generales que debe cumplir el proyecto en cuestión, relacionados en su mayoría con las características físicas y mecánicas que debe tener el mismo.

**UNE 53-020-73.1R.** Materiales plásticos. Determinación de la densidad y de la densidad relativa de los materiales plásticos no celulares. Métodos de ensayo.

**UNE 53-021-81.1R.** Plásticos. Determinación de la resistencia al impacto de plásticos rígidos, según el método Charpy.

**UNE 53-022-76.1R.** Materiales plásticos. Determinación de las características de flexión de los materiales plásticos rígidos.

**UNE 53-280-79.** Plásticos reforzados con fibra de vidrio. Determinación de las propiedades de tracción.

**UNE 53-290-75.** Plásticos reforzados con fibra de vidrio. Determinación de las características de flexión. Método de los tres puntos de apoyo.

**UNE 53-292-77.** Ensayo de resistencia al choque de poliésteres reforzados con fibra de vidrio.

**UNE 53-269-80.** Plásticos. Plásticos reforzados con fibra de vidrio. Determinación de la pérdida al fuego.

**UNE 53-104-79.1R.** Plásticos. Ensayo de estabilidad a una luz solar simulada.

**UNE-EN 12020-1:2009.** Aluminio y aleaciones de aluminio. Perfiles extruidos especiales en aleaciones EN AW-6060 y EN AW-6063. Parte 1: Condiciones técnicas de inspección y suministro.

**UNE-EN 1706:2011.** Aluminio y aleaciones de aluminio. Piezas moldeadas. Composición química y características mecánicas.

**UNE-EN ISO 898-1.** Características mecánicas de los elementos de fijación fabricados de aceros al carbono y de aceros aleados. Parte 1 Pernos, tornillos y bulones.

**UNE-EN 10020:2001.** Definición y clasificación de los tipos de aceros.

## 1.2 CONDICIONES PARTICULARES

### 1.2.1 TÉCNICAS

Las especificaciones técnicas del presente trabajo se refieren al mencionado testero, fabricado principalmente en material composite de fibra de vidrio y con las características particulares de cada ensamblaje y pieza de la forma que se requiere en las líneas que siguen.

Quedan excluidos los trabajos de diseño y fabricación del envase y/o embalaje asociado a los componentes de menor tamaño.

Todas las piezas del conjunto deberán ser ensambladas mediante el uso de guantes de látex y empleando herramientas con superficies de contacto de nylon para evitar dañar el acabado de las mismas, en especial las cromadas.

Asimismo, se realizará una inspección visual mediante luz normal a cada conjunto montado, en busca de arañazos o desperfectos en las superficies más delicadas o juntas del mismo.

Esta especificación se aplica también a los subensamblajes asociados y mencionados a continuación.

#### 1.2.1.1 CONJUNTO CARENADO

Compuesto por las piezas "Cuerpo del carenado" como base principal del producto, "Inserots pilotos inferiores" para la fijación de los conjuntos de los sendos pilotos de posición y balizamiento de la locomotora, "Asidero izquierdo" y "Asidero derecho", para la sujeción del personal cuando se requiere acceder a los elementos del equipo limpiaparabrisas o los conectores de mando múltiple, y "Pieza maestra de soporte" de la cual depende dimensionalmente de forma directa "Cuerpo del carenado" y que sirve de soporte y guía de los conjuntos "Sistema del equipo limpiaparabrisas" y "Sistema del equipo de aire acondicionado".

##### 1.2.1.1.1 CUERPO DEL CARENADO

###### Condiciones de los materiales

Será fabricado en fibra de vidrio impregnada con resina de poliéster paraglass, con un grosor mínimo de 5mm y siguiendo las dimensiones especificadas en su planimetría y CAD de apoyo correspondiente.

###### Condiciones de ejecución

El método de producción será el de molde abierto para conformación de fibra de vidrio, el acabado será pulido con brillo uniforme a través de la superficie del propio molde y la capa externa de la pieza cubierta con Gel Coat de color blanco. Se realizarán los agujeros necesarios en las posiciones indicadas en la planimetría correspondiente.

#### **1.2.1.1.2 INSERTOS PILOTOS INFERIORES**

##### **Condiciones de los materiales**

Será fabricado aluminio 5083. El acabado será pulido para rematar las esquinas

##### **Condiciones de ejecución**

El método de producción será el de corte por CNC, empleando el CAD propio como soporte del código de fresado para la máquina correspondiente.

#### **1.2.1.1.3 ASIDERO IZQUIERDO (Y DERECHO)**

##### **Condiciones de los materiales**

Será fabricado acero AISI 304. El acabado será pulido para dotar de brillo uniforme tras las operaciones de soldadura.

##### **Condiciones de ejecución**

El método de producción será por doblado del tubo de acero. Por su parte, las plaquetas de sujeción a la estructura de la locomotora será hechas por de corte por CNC, empleando el CAD propio como soporte del código de fresado para la máquina correspondiente. Estas piezas irán unidas entre sí mediante soldadura TIG.

#### **1.2.1.1.4 PIEZA MAESTRA DE SOPORTE**

##### **Condiciones de los materiales**

Será fabricado en PVC. El acabado será de pulido a través del propio molde para dotar de brillo uniforme.

##### **Condiciones de ejecución**

El método de producción será de inyección de plástico en molde metálico de acero, con las particiones necesarias para su obtención. Los agujeros se repasarán con fresa CNC para ajustar cualquier tolerancia fuera de rango.

### **1.2.1.2 CONJUNTO FOCO DE ALTA**

Compuesto por las piezas “Foco de alta - Base” que se inserta y atornilla sobre “Cuerpo del carenado”; “Foco de alta -Cristal” que se adhesiva sobre su hueco correspondiente sobre “Cuerpo del carenado”; y “Óptica - Base de la bombilla”, “Óptica - Cristal”, “Óptica - Tapa”, todas ellas encajadas y roscadas sobre “Foco de alta - Base”. Por otro lado “Óptica - Aro” que se adhesiva sobre “Óptica - Cristal”.

#### **1.2.1.2.1 FOCO DE ALTA - BASE**

##### **Condiciones de los materiales**

Será fabricado en PVC de color negro. El acabado será pulido a través del propio molde.

##### **Condiciones de ejecución**

Contruido mediante método de inyección de plástico en molde por particiones. La pieza posee un tramo de rosca que se obtiene también desde el propio molde.

#### **1.2.1.2.2 FOCO DE ALTA - CRISTAL**

##### **Condiciones de los materiales**

Será fabricado en vidrio. El acabado será pulido para dotar de máximo brillo y transparencia tras el proceso de fabricación propio. Los cantos serán matados levemente para evitar cortes.

##### **Condiciones de ejecución**

Obtenido mediante laminado de vidrio y conformado en molde.

#### **1.2.1.2.3 ÓPTICA - BASE DE LA BOMBILLA**

##### **Condiciones de los materiales**

Será fabricado en aluminio 3003. Luego de su conformado se aplica un cromado que será pulido a espejo.

##### **Condiciones de ejecución**

Obtenido mediante inyección de metal en molde de coquilla. El cromado se realizará por baño electrolítico.

#### **1.2.1.2.4 ÓPTICA - CRISTAL**

##### **Condiciones de los materiales**

Será fabricado en vidrio pulido a través del propio molde y repulido posteriormente mediante banda de pulimento. Los cantos se matarán para evitar cortes.

##### **Condiciones de ejecución**

Obtenido por conformado de vidrio en molde metálico de dos partes. Se comprobará el punto de enfoque mediante haz de luz maestro y se rectificará con CNC usando el CAD propio en caso de ser necesario.

#### **1.2.1.2.5 ÓPTICA - ARO**

##### **Condiciones de los materiales**

Será fabricado en aluminio 3003. Luego de su conformado se aplica un cromado que será pulido a espejo.

##### **Condiciones de ejecución**

Obtenido por corte y conformado mediante estampa metálica. El cromado se realizará por baño electrolítico. Los cantos de matarán para evitar cortes.

#### **1.2.1.2.6 ÓPTICA - TAPA**

##### **Condiciones de los materiales**

Será fabricado en aluminio 3003. Luego de su conformado se aplica un cromado que será pulido a espejo.

##### **Condiciones de ejecución**

Obtenido por inyección de metal en molde de coquilla. El cromado se realizará por baño electrolítico. Se quitarán las posible rebabas con limadora de banco.

### **1.2.1.3 CONJUNTO VENTANA LATERAL (IZQUIERDA Y DERECHA)**

Compuesto por las piezas “Marco externo (Izq y Der)”, “Cristal ventana (Izq y Der)” y “Marco interno (Izq y Der)”. Las tres piezas se encajan entre sí, fijándose mediante adhesivo de sicaflex y quedando el cristal ensamblado entre las otras dos piezas. El conjunto viene montado desde proveedor para ser directamente adhesivado en su posición a “Cuerpo del carenado”.

#### **1.2.1.3.1 MARCO EXTERNO (IZQ Y DER)**

##### **Condiciones de los materiales**

Será fabricado en aluminio 5083. Luego de su conformado se pule la superficie y se preparan los cantos internos para alojar el adhesivo sicaflex y la junta de goma del cristal.

##### **Condiciones de ejecución**

Obtenido mediante inyección de metal en molde de coquilla. Se revisará la planitud de la parte que debe encajar con su pieza homónima.

#### **1.2.1.3.2 CRISTAL VENTANA (IZQ Y DER)**

##### **Condiciones de los materiales**

Los materiales son los elegidos por el proveedor que suministra el cristal tipo “climalit” a medida de los planos provistos al mismo. Se requiere de un acabado pulido, transparente y sin desperfectos.

##### **Condiciones de ejecución**

Condiciones de fabricación determinadas por el proveedor.

#### **1.2.1.3.3 MARCO INTERNO (IZQ Y DER)**

##### **Condiciones de los materiales**

Será fabricado en aluminio 5083. Luego de su conformado se pule la superficie y se preparan los cantos internos para alojar el adhesivo sicaflex y la junta de goma del cristal.

##### **Condiciones de ejecución**

Obtenido mediante inyección de metal en molde de coquilla. Se revisará la planitud de la parte que debe encajar con su pieza homónima.

#### 1.2.1.4 SISTEMA DEL EQUIPO LIMPIAPARABRISAS

Formado por dos subensamblajes.

El primero sólo consta de una pieza, "Tapa mecanismo limpiaparabrisas" que se encaja atronillada en "Pieza maestra de soporte".

EL segundo consta de "Retén de pieta maestra" en cuatro unidades que se atornillan a "Pieza maestra de soporte"; "Brazo de tapa" en dos unidades, que queda aprisionado por la pieza anteriormente mencionada y gracias a la cual es capaz de articularse; Retén de tapa" en cuatro unidades también y que aprisiona "Brazo de tapa" a "Tapa de conectores mando múltiple" articulándola también sobre esta. Por otro lado, "Puntero de bloqueo va dentro de "Brazo de tapa" haciendo del mecanismo de tope.

"Tapa de conectores mando múltiple" es la pieza que agrupa el segundo subensamblaje de este conjunto y encaja atronillada en "Pieza maestra de soporte".

##### 1.2.1.4.1 TAPA MECANISMO LIMPIAPARABRISAS

###### Condiciones de los materiales

Será fabricado en fibra de vidrio impregnada con resina de poliéster paraglass, con un grosor mínimo de 5mm y siguiendo las dimensiones especificadas en su planimetría y CAD de apoyo correspondiente.

###### Condiciones de ejecución

El método de producción será el de molde abierto para conformación de fibra de vidrio, el acabado será pulido con brillo uniforme a través de la superficie del propio molde y la capa externa de la pieza cubierta con Gel Coat de color blanco. Se realizarán los agujeros necesarios en las posiciones indicadas en la planimetría correspondiente.

##### 1.2.1.4.2 TAPA DE CONECTORES MANDO MÚLTIPLE

###### Condiciones de los materiales

Será fabricado en fibra de vidrio impregnada con resina de poliéster paraglass, con un grosor mínimo de 5mm y siguiendo las dimensiones especificadas en su planimetría y CAD de apoyo correspondiente.

###### Condiciones de ejecución

El método de producción será el de molde abierto para conformación de fibra de vidrio, el acabado será pulido con brillo uniforme a través de la superficie del propio molde y la capa externa de la pieza cubierta con Gel Coat de color blanco. Se realizarán los agujeros necesarios en las posiciones indicadas en la planimetría correspondiente y se añadirán los insertos especificados en la memoria descriptiva que correspondan.

#### **1.2.1.4.3 RETÉN DE PIEZA MAESTRA**

##### **Condiciones de los materiales**

Será fabricado en acero AISI 304. No requiere ningún tipo de acabado adicional al del resultado del moldeo.

##### **Condiciones de ejecución**

Obtenido mediante inyección de metal en molde de coquilla. Se repasarán los agujeros y la planitud de la cara posterior según planos y indicaciones de tolerancia.

#### **1.2.1.4.4 RETÉN DE TAPA**

##### **Condiciones de los materiales**

Será fabricado en acero AISI 304. No requiere ningún tipo de acabado adicional al del resultado del moldeo.

##### **Condiciones de ejecución**

Obtenido mediante inyección de metal en molde de coquilla. Se repasarán los agujeros y la planitud de la cara posterior según planos y indicaciones de tolerancia.

#### **1.2.1.4.5 BRAZO DE TAPA**

##### **Condiciones de los materiales**

Será fabricado en aluminio 5083 extruido.

##### **Condiciones de ejecución**

Obtenido mediante extrusión de perfil metálico y posterior soldado de las piezas que consituyen el resto de la forma según planos. Las soldaduras se limarán y procurarán las paredes pulidas.

#### **1.2.1.4.6 PUNTERO DE BLOQUEO**

##### **Condiciones de los materiales**

Será fabricado en acero AISI 304.

##### **Condiciones de ejecución**

Obtenido mediante conformado por sinterizado de metal. Se pule en bancada de piedras de pulido y se revisan posteriormente las tolerancias de ajuste en el diámetro.

### 1.2.1.5 SISTEMA DEL EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO

Lo forma un único conjunto de piezas. El componente principal es "Portón", sobre el cual se atornillan "Parrilla", "Retén de portón" y "Moldura teleindicador".

"Logo Stadler" se inserta y adhesiva en "Parrilla", mientras que "Cristal teleindicador" queda encajado entre "Moldura teleindicador" y "Portón" y Teleindicador se atornilla a "Moldura teleindicador".

"Brazo de portón", en dos unidades, queda aprisionado entre "Retén de portón", que son cuatro unidades, y "Portón", permitiendo la articulación de éste último. Por otro lado, "Llave de enclavamiento" se acopla en los agujero destinados a tal efecto en "Portón".

Por último, el conjunto anterior queda articulado sobre "Pieza maestra de soporte" al acoplar sendos "Brazo de portón" sobre los "Soporte de brazo", en dos unidades, que se encuentran anclados a la estructura de la locomotora.

#### 1.2.1.5.1 PORTÓN

##### Condiciones de los materiales

Será fabricado en fibra de vidrio impregnada con resina de poliéster paraglass, con un grosor mínimo de 5mm y siguiendo las dimensiones especificadas en su planimetría y CAD de apoyo correspondiente.

##### Condiciones de ejecución

El método de producción será el de molde abierto para conformación de fibra de vidrio, el acabado será pulido con brillo uniforme a través de la superficie del propio molde y la capa externa de la pieza cubierta con Gel Coat de color blanco. Se realizarán los agujeros necesarios en las posiciones indicadas en la planimetría correspondiente y se añadirán los insertos especificados en la memoria descriptiva que correspondan.

#### 1.2.1.5.2 PARRILLA

##### Condiciones de los materiales

Será fabricado en PVC. El acabado será de pulido a través del propio molde para dotar de brillo uniforme.

##### Condiciones de ejecución

El método de producción será de inyección de plástico en molde metálico de acero, con las particiones necesarias para su obtención. Los agujeros se repararán con fresa CNC para ajustar cualquier tolerancia fuera de rango.

### **1.2.1.5.3 LOGO STADLER**

#### **Condiciones de los materiales**

Será fabricado en aluminio 3003. Luego de su conformado se aplica un cromado que será pulido a espejo. Tras esto, se pintan en negro mate las zonas que no corresponden al cuerpo de la letra del logotipo

#### **Condiciones de ejecución**

Obtenido mediante inyección de metal en molde de coquilla. El cromado se realizará por baño electrolítico, y el pintado de negro con cinta de máscara y aerógrafo.

### **1.2.1.5.4 RETÉN DE PORTÓN**

#### **Condiciones de los materiales**

Será fabricado en acero AISI 304.No requiere ningún tipo de acabado adicional al del resultado del moldeo.

#### **Condiciones de ejecución**

Obtenido por corte y conformado mediante estampa metálica. Los cantos de matarán para evitar cortes.

### **1.2.1.5.5 BRAZO DE PORTÓN**

#### **Condiciones de los materiales**

Será fabricado en aluminio 5083 de 3mm de grosor .El acabado es pulido a espejo.

#### **Condiciones de ejecución**

Obtenide por corte de piezas mediante CNC de plasma y posterior soldado de los componentes. Las soldaduras se liman mediante lijadora de banda.

### **1.2.1.5.6 LLAVE DE ENCLAVAMIENTO**

#### **Condiciones de los materiales**

Será fabricado en acero AISI 304. Luego de su conformado se aplica un cromado que será pulido a espejo.

#### **Condiciones de ejecución**

Obtenido mediante inyección de metal en molde de coquilla. El cromado se realizará por baño electrolítico.

#### **1.2.1.5.7 CRISTAL TELEINDICADOR**

##### **Condiciones de los materiales**

Será fabricado en vidrio. El acabado será pulido para dotar de máximo brillo y transparencia tras el proceso de fabricación propio. Los cantos serán matados levemente para evitar cortes.

##### **Condiciones de ejecución**

Obtenido mediante laminado de vidrio y conformado en molde.

#### **1.2.1.5.8 MOLDURA TELEINDICADOR**

##### **Condiciones de los materiales**

Será fabricado en PVC. El acabado será de pulido a través del propio molde para dotar de brillo uniforme.

##### **Condiciones de ejecución**

El método de producción será de inyección de plástico en molde metálico de acero, con las particiones necesarias para su obtención. Los agujeros se repararán con fresa CNC para ajustar cualquier tolerancia fuera de rango.

#### **1.2.1.5.9 TELEINDICADOR**

##### **Condiciones de los materiales**

Los materiales son los elegidos por el proveedor que suministra este elemento a medida de los planos provistos al mismo.

##### **Condiciones de ejecución**

Condiciones de fabricación determinadas por el proveedor.

### **1.2.1.6 PILOTO INFERIOR (IZQUIERDO Y DERECHO)**

El conjunto está compuesto de “Moldura base (Izq y Der)” que se atornilla sobre “Inserto pilotos inferiores” a través de “Cuerpo del carenado”.

A él se monta atornillado “Piloto (Izq y Der) - Base” y, sobre éste, se enroscan el mismo tipo de piezas de la óptica mencionadas y descritas en el conjunto “Foco de alta”.

Por la parte posterior de “Moldura base (Izq y Der)” se encaja “Cristal LED (Izq y Der)” que queda fijado al atornillar tras dicho componente “Grupo LED (Izq y Der)”.

El piloto queda ensamblado después de atornillar “Piloto (Izq y Der) Cristal” sobre “Moldura base (Izq y Der)”.

#### **1.2.1.6.1 MOLDURA BASE (IZQ Y DER)**

##### **Condiciones de los materiales**

Será fabricado en PVC. El acabado será de pulido a través del propio molde para dotar de brillo uniforme.

##### **Condiciones de ejecución**

El método de producción será de inyección de plástico en molde metálico de acero, con las particiones necesarias para su obtención.

#### **1.2.1.6.2 PILOTO (IZQ Y DER) CRISTAL**

##### **Condiciones de los materiales**

Será fabricado en vidrio pulido a través del propio molde y repulido posteriormente mediante banda de pulimento. Los cantos se matarán para evitar cortes.

##### **Condiciones de ejecución**

Obtenido por conformado de vidrio en molde metálico de dos partes. Se comprobará el punto de enfoque mediante haz de luz maestro y se rectificará con CNC usando el CAD propio en caso de ser necesario.

### **1.2.1.6.3 PILOTO (IZQ Y DER) BASE**

#### **Condiciones de los materiales**

Será fabricado en aluminio 3003. Luego de su conformado se aplica un cromado que será pulido a espejo.

#### **Condiciones de ejecución**

Obtenido por inyección de metal en molde de coquilla. El cromado se realizará por baño electrolítico. Se quitarán las posible rebabas con limadora de banco y se comprobará la calidad de la rosca con un patrón maestro.

### **1.2.1.6.4 GRUPO LED (IZQ Y DER)**

#### **Condiciones de los materiales**

Los materiales son los elegidos por el proveedor que suministra este elemento a medida de los planos provistos al mismo.

#### **Condiciones de ejecución**

Condiciones de fabricación determinadas por el proveedor.

### **1.2.1.6.5 CRISTAL LED (IZQ Y DER)**

#### **Condiciones de los materiales**

Será fabricado en vidrio. El acabado será mate para dotar de brillo difuso y translucidez tras el proceso de fabricación propio. Los cantos serán matados levemente para evitar cortes.

#### **Condiciones de ejecución**

Obtenido mediante laminado de vidrio y conformado en molde.









UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

**STADLER**  
Clever Solutions auf der Schiene

# PRESUPUESTO

“Diseño e industrialización de un  
testero para la plataforma de  
locomotoras EuroDual de Stadler”



**Autor:** Eduardo Vide Arribas

**Tutor:** Víctor Andrés Cloquell Ballester

**Tutor de empresa:** Jose Enrique Alhambra

**Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos  
2015 - 2016**



## 1. DEFINICIÓN

El presente documento detalla las estimaciones de costes de los diversos trabajos que se desarrollan a lo largo de la extensión del proyecto actual.

Por un lado, se realizarán las estimaciones del coste de diseño desde varios puntos de vista, dependiendo del tipo de medios que se hubieran requerido para la confección del mismo.

Por otro, las estimaciones de coste de fabricación y montaje del conjunto del testero, tomando los datos del pliego de condiciones así como de la memoria descriptiva.

## 2. COSTES DE DISEÑO

Para determinar el monto total que hubiera costado realizar el proyecto en un entorno de oficina real, se plantean dos escenarios posibles.

- Departamento de diseño teórico de Stadler, compuesto por 5 ingenieros base y 3 becarios.
- Departamento de diseño de un estudio privado, compuesto por 8 ingenieros.

Para ambos casos, se considerará un término medio de desarrollo y compleción del proyecto de 9 meses, siguiendo los mismos pasos que se han llevado a cabo en la memoria descriptiva.

De esta forma pues, para el primer escenario, el coste del diseño para la empresa sería:

Tipo de desarrollo	Número de personas	Meses	Sueldo	Coste de diseño
Ingeniero base	5	9	1.200 €	54.000 €
Becario	3	9	400 €	10.800 €
<b>TOTAL</b>				64.800 €

Para el segundo escenario:

Tipo de desarrollo	Número de personas	Meses	SUELDO	COSTE DE DISEÑO
Estudio de diseño	8	9	1.500 €	108.000 €
<b>TOTAL</b>				108.000 €

### 3. COSTES DE FABRICACIÓN

Dado que Stadler a nivel de factoría sólo fabrica como tal las estructuras de sus locomotoras, se considerará, para este trabajo, que todos los componentes diseñados para el montaje del testero de la EuroDual son fabricados por proveedores externos y lo que se realiza por los operarios en las instalaciones propias corresponde únicamente al montado de los mismos (dado que ninguna de las piezas constituye, de hecho, parte metálica de la estructura).

De esta manera, se calcularán a continuación el monto de precio parcial para cada uno de los bloques del árbol de subensamblajes, que es detallado en la memoria descriptiva.

El método de análisis de costes tomará como base el peso bruto de la pieza multiplicado por el precio de su material constituyente relacionado. A éste precio se le sumará un determinado porcentaje en función de su proceso productivo, los cuales han sido referenciados para cada pieza en el pliego de condiciones.

Los porcentajes, que tienen en cuenta el trabajo, la maquinaria, la mano de obra y las horas necesitadas para cada tipo de proceso en las empresas subcontratadas, son:

- 35% Para productos complejos subcontratados específicos hechos a medida.
- 15% en concepto de la fabricación, manutención y amortización para las piezas realizadas mediante molde cerrado de coquilla.
- 10% en concepto de la fabricación, manutención y amortización para las piezas realizadas mediante molde abierto para el conformado de fibra de vidrio con resina de poliéster parabeam.
- 5% en concepto de mando de obra y amortización para las piezas realizadas mediante el uso de maquinaria pesada o por arranque de viruta.

Con ello, a continuación se exponen las tablas de costes para los diferentes bloques:

#### BLOQUE 1: CONJUNTO CARENADO

Código pieza	Método constructivo	Peso aproximado	Unidades	Material
Cuerpo del carenado	Molde abierto	100	kg.	Fibra de vidrio
Insertos pilotos inferiores	Maquinaria pesada	0,37	kg.	Aluminio
Asideros	Maquinaria pesada	2,2	kg.	Acero
Pieza maestra de soporte	Molde cerrado	13,98	kg.	PVC

Código pieza	Precio material	Unidades	Número de piezas	Porcentaje de proceso	Precio parcial pieza
Cuerpo del carenado	3,09	€/kg.	1	10%	339,90 €
Insertos pilotos inferiores	1,37	€/kg.	2	5%	1,06 €
Asideros	1,22	€/kg.	2	5%	5,64 €
Pieza maestra de soporte	0,48	€/kg.	1	15%	7,72 €
<b>TOTAL BLOQUE</b>					354,32 €

## BLOQUE 2: FOCO DE ALTA

Código pieza	Método constructivo	Peso aproximado	Unidades	Material
Foco de alta - Base	Molde cerrado	0,59	kg.	PVC
Foco de alta - Cristal	Molde abierto	1	kg.	Vidrio
Óptica - Base de la bombilla	Molde cerrado	0,345	kg.	Aluminio
Óptica - Cristal	Molde cerrado	0,087	kg.	Vidrio
Óptica - Aro	Maquinaria pesada	0,012	kg.	Aluminio
Óptica - Tapa	Molde cerrado	0,3	kg.	Aluminio

Código pieza	Precio material	Unidades	Número de piezas	Porcentaje de proceso	Precio parcial pieza
Foco de alta - Base	0,48	€/kg.	1	15%	0,33 €
Foco de alta - Cristal	1,221	€/kg.	1	10%	1,34 €
Óptica - Base de la bombilla	1,37	€/kg.	3	15%	1,63 €
Óptica - Cristal	1,221	€/kg.	3	15%	0,37 €
Óptica - Aro	1,37	€/kg.	3	5%	0,05 €
Óptica - Tapa	1,37	€/kg.	3	15%	1,42 €
<b>TOTAL BLOQUE</b>					5,14 €

## BLOQUE 3: VENTANA LATERAL (IZQ Y DER)

Código pieza	Método constructivo	Peso aproximado	Unidades	Material
Marco externo	Molde cerrado	1,35	kg.	Aluminio
Cristal ventana	-	1,39	kg.	Vidrio - Varios
Marco interno	Molde cerrado	2,84	kg.	Aluminio

Código pieza	Precio material	Unidades	Número de piezas	Porcentaje de proceso	Precio parcial pieza
Marco externo	1,37	€/kg.	2	15%	4,25 €
Cristal ventana	1,221	€/kg.	2	35%	4,58 €
Marco interno	1,37	€/kg.	2	15%	8,95 €
<b>TOTAL BLOQUE</b>					17,79 €

#### BLOQUE 4: SISTEMA DEL EQUIPO LIMPIAPARABRISAS

Código pieza	Método constructivo	Peso aproximado	Unidades	Material
Tapa de conectores mando múltiple	Molde abierto	1,66	kg.	Fibra de vidrio
Retén de pieza maestra	Molde cerrado	0,1	kg.	Acero
Retén de tapa	Molde cerrado	0,05	kg.	Acero
Brazo de tapa	Maquinaria pesada	0,24	kg.	Aluminio
Puntero de bloqueo	Maquinaria pesada	0,01	kg.	Acero
Tapa mecanismo limpiaparabrisas	Molde abierto	0,17	kg.	Fibra de vidrio

Código pieza	Precio material	Unidades	Número de piezas	Porcentaje de proceso	Precio parcial pieza
Tapa de conectores mando múltiple	3,09	€/kg.	1	10%	5,64 €
Retén de pieza maestra	1,22	€/kg.	4	15%	0,56 €
Retén de tapa	1,22	€/kg.	4	15%	0,28 €
Brazo de tapa	1,37	€/kg.	2	5%	0,69 €
Puntero de bloqueo	1,22	€/kg.	2	5%	0,03 €
Tapa mecanismo limpiaparabrisas	3,09	€/kg.	1	10%	0,58 €
<b>TOTAL BLOQUE</b>					7,78 €

#### BLOQUE 5: SISTEMA DEL EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO

Código pieza	Método constructivo	Peso aproximado	Unidades	Material
Portón	Molde abierto	6,2	kg.	Fibra de vidrio
Parrilla	Molde cerrado	4,13	kg.	ABS
Logo Stadler	Molde cerrado	0,06	kg.	Aluminio
Retén de portón	Maquinaria pesada	0,2	kg.	Acero
Brazo de portón	Maquinaria pesada	1	kg.	Aluminio
Soporte de brazo	-	2	kg. (Est.)	Acero - Varios
Llave de enclavamiento	Molde cerrado	0,12	kg.	Acero
Cristal teleindicador	Molde abierto	2	kg.	Vidrio
Moldura teleindicador	Molde abierto	2	kg.	Fibra de vidrio
Teleindicador	-	-	-	Varios

Código pieza	Precio material	Unidades	Número de piezas	Porcentaje de proceso	Precio parcial pieza
Portón	3,09	€/kg.	1	10%	21,07 €
Parrilla	0,65	€/kg.	1	15%	3,09 €
Logo Stadler	1,37	€/kg.	1	15%	0,09 €
Retén de portón	1,22	€/kg.	4	5%	1,02 €
Brazo de portón	1,37	€/kg.	2	5%	2,88 €
Soporte de brazo	1,22	€/kg.	2	20%	5,86 €
Llave de enclavamiento	1,22	€/kg.	2	15%	0,34 €
Cristal teleindicador	1,221	€/kg.	1	10%	2,69 €
Moldura teleindicador	3,09	€/kg.	1	10%	6,80 €
Teleindicador	-	-	-	-	100,00 €
<b>TOTAL BLOQUE</b>					<b>143,83 €</b>

## BLOQUE 6: PILOTO INFERIOR (IZQ Y DER)

Código pieza	Método constructivo	Peso aproximado	Unidades	Material
Moldura base	Molde cerrado	2,4	kg.	PVC
Piloto cristal	Molde cerrado	0,7	kg.	Vidrio
Piloto base	Molde cerrado	0,9	kg.	Aluminio
Grupo LED	-	-	-	Varios
Cristal LED	Molde abierto	0,06	kg.	Vidrio

Código pieza	Precio material	Unidades	Número de piezas	Porcentaje de proceso	Precio parcial pieza
Moldura base	0,48	€/kg.	2	15%	2,65 €
Piloto cristal	1,221	€/kg.	2	15%	1,97 €
Piloto base	1,37	€/kg.	2	15%	2,84 €
Grupo LED	-	-	2	-	50,00 €
Cristal LED	1,221	€/kg.	2	10%	0,16 €
<b>TOTAL BLOQUE</b>					<b>57,61 €</b>

## CONJUNTO DE BLOQUES 1 A 6

Bloque 1	354,32 €
Bloque 2	5,14 €
Bloque 3	17,79 €
Bloque 4	7,78 €
Bloque 5	143,83 €
Bloque 6	57,61 €
<b>Total bloques</b>	<b>586,46 €</b>

Por otro lado, y dado que la tirada de piezas en cualquiera de los casos será una tirada corta debido a la propia naturaleza del tipo de producto, habrá que tener en cuenta el sobrecoste de inversión por la fabricación de los moldes, que no serán amortizados de la misma manera que en el caso de tratarse, por ejemplo, de una producción en masa.

En este aspecto, las tiradas de locomotoras suelen ser de entre 10 y 20 unidades. Es por ello que la utilización de los moldes no será extendida y su precio de amortización más elevado.

Los moldes son realizados mediante corte por CNC a través del modelo CAD de la pieza, que se emplea para desarrollar el código de fresado/taladrado o de torno que usará la máquina que lo fabrique.

Suponiendo que la máquina de la empresa subcontratada que construye los moldes es de 5 ejes, lo que evita muchos pasos intermedios de pieza, y que todos ellos se fabricarán en la misma compañía, pudiendo obtener precios más competitivos, los costes estimados son los que describen más abajo:

- Precios comunes en el mercado que se toman en cuenta: desde 5000€ molde pequeño hasta 30000€ molde grande.

- Relación de piezas que emplean molde pequeño:

Foco de alta - Base
Foco de alta - Cristal
Óptica - Base de la bombilla
Óptica - Cristal
Óptica - Tapa
Marco externo
Marco interno
Tapa de conectores mando múltiple
Retén de pieza maestra
Retén de tapa
Tapa mecanismo limpiaparabrisas
Logo Stadler
Llave de enclavamiento
Cristal teleindicador
Moldura teleindicador
Moldura base
Piloto cristal
Piloto base
Cristal LED

- Relación de piezas que emplean molde grande:

Cuerpo del carenado
Pieza maestra de soporte
Portón
Parrilla

- Desglose de costes finales de los moldes

Tipo de molde	Precio	Número de moldes	Precio parcial
Pequeño	5.000 €	19	95.000 €
Grande	30.000 €	4	120.000 €
<b>TOTAL MOLDES</b>			<b>215.000,00 €</b>

#### 4.COSTES DE ENSAMBLAJE

El montaje del conjunto íntegro se realizará en las instalaciones propias de Stadler como se ha mencionado anteriormente. Para estas operaciones, se tienen en cuenta varios factores a la hora de calcular el coste de la mano de obra y las horas dedicadas.

Primeramente, el tipo de trabajador que realiza el montaje, donde se escogerá un oficial de primera para aquellos pasos que requieran de una mayor especialización, como puede ser el majeto de las piezas de mayor tamaño con el uso de la grúa pórtico; y un oficial de segunda para las que no necesiten de mayor especialización por no requerir las piezas de conocimientos especiales.

Segundamente, la forma de montaje, según lo descrito en el manual descriptivo, puesto que dada las dimensiones y ergonomía propia del diseño, es posible estar realizando varias operaciones al mismo tiempo en dos sitios diferentes, lo que reduce el coste de oportunidad de la pieza, aunque en el presente caso se calculan sólo los costes directos derivados del montaje.

Así pues, a continuación se detallan los pasos de ensamblado con los datos del cálculo de coste asociados:

Operación	Suboperación	Horas
Posicionamiento del Cuerpo del carenado desde el útil de transporte a posición vertical	Colocación de los útiles de maniobra (Foco de alta y Portón)	0,5
	Levante con grúa pórtico	0,25
Colocación de la pieza maestra de soporte	Posicionamiento de la pieza	0,25
	Fijación	0,125
Montaje del bloque "Foco de Alta"	Ensamblado	0,35
	Colocación "Foco de alta - Cristal"	0,3
	Posicionamiento y fijación	0,05
Montaje del conjunto ensamblado "Ventana lateral (Izq y Der)"	Posicionamiento y fijación	0,5
Montaje del conjunto "Piloto inferior (Izq y Der)"	Colocación "Insertos pilotos inferiores"	0,1
	Ensamblado de "Piloto inferior (Izq y Der) - Base"	0,1
	Colocación del resto de componentes del piloto	0,5
Montaje del bloque "Sistema del equipo limpiaparabrisas"	Fijación de los brazos y retenes	0,25
	Ensamblado de los retenes de la tapa	0,25
	Colocación	0,1
Montaje del bloque "Sistema del equipo de aire acondicionado"	Fijación de los soportes de brazo	0,15
	Montaje de los brazos	0,1
	Ensamblado del teleindicador	0,5
	Fijación de los retenes y colocación	0,35
Fijación de los asideros	Fijación de los asideros	0,3

Operario	Número operarios	Precio	Unidades	Coste parcial
Oficial de segunda	3	10	€/h	15,00 €
Oficial de primera	4	12	€/h	12,00 €
Oficial de segunda	3	10	€/h	7,50 €
Oficial de segunda	2	10	€/h	2,50 €
Oficial de segunda	1	10	€/h	3,50 €
Oficial de primera	1	12		3,60 €
Oficial de segunda	1	10	€/h	0,50 €
Oficial de primera	2	12	€/h	12,00 €
Oficial de segunda	1	10	€/h	1,00 €
Oficial de segunda	2	10	€/h	2,00 €
Oficial de segunda	2	10	€/h	10,00 €
Oficial de segunda	2	10	€/h	5,00 €
Oficial de segunda	1	10	€/h	2,50 €
Oficial de segunda	2	10	€/h	2,00 €
Oficial de segunda	2	10	€/h	3,00 €
Oficial de segunda	2	10	€/h	2,00 €
Oficial de primera	2	12	€/h	12,00 €
Oficial de segunda	3	10	€/h	10,50 €
Oficial de segunda	2	10	€/h	6,00 €
<b>TOTAL MONTAJE</b>				112,60 €

## 5. COSTE GLOBAL DE INVERSIÓN

Finalmente, se procede al cálculo de la suma de los costes de los diferentes apartados para estimar la inversión mínima necesaria a realizar en relación al proceso completo del testero para la locomotora EuroDual de Stadler.

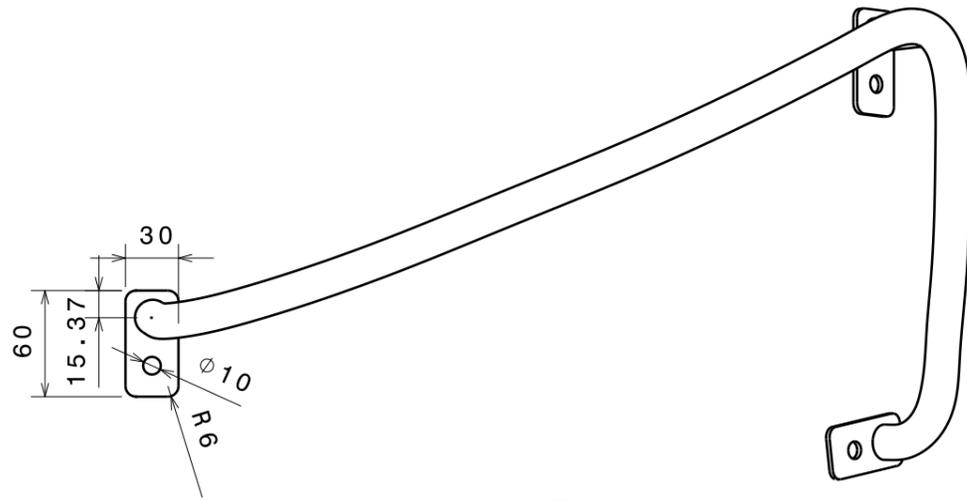
Apartado	Coste total de apartado
Costes de diseño	64.800,00 €
Costes de fabricación	586,46 €
Costes de moldes	215.000,00 €
Costes de ensamblaje	112,60 €
<b>TOTAL TESTERO</b>	<b>280.499,06 €</b>



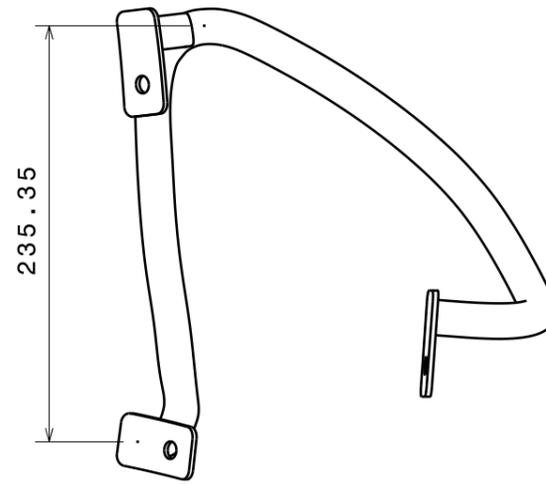




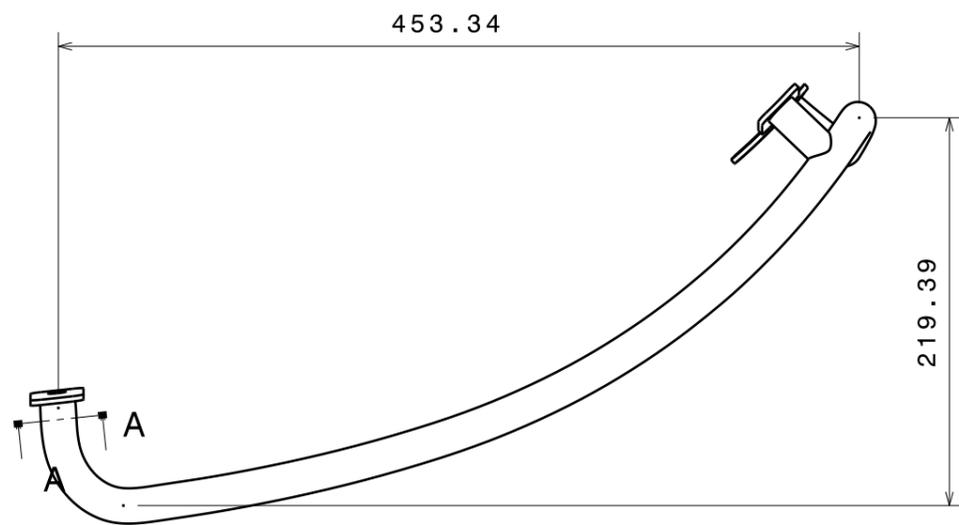




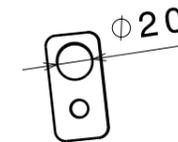
Front view  
Scale: 1:4



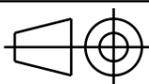
Left view  
Scale: 1:4

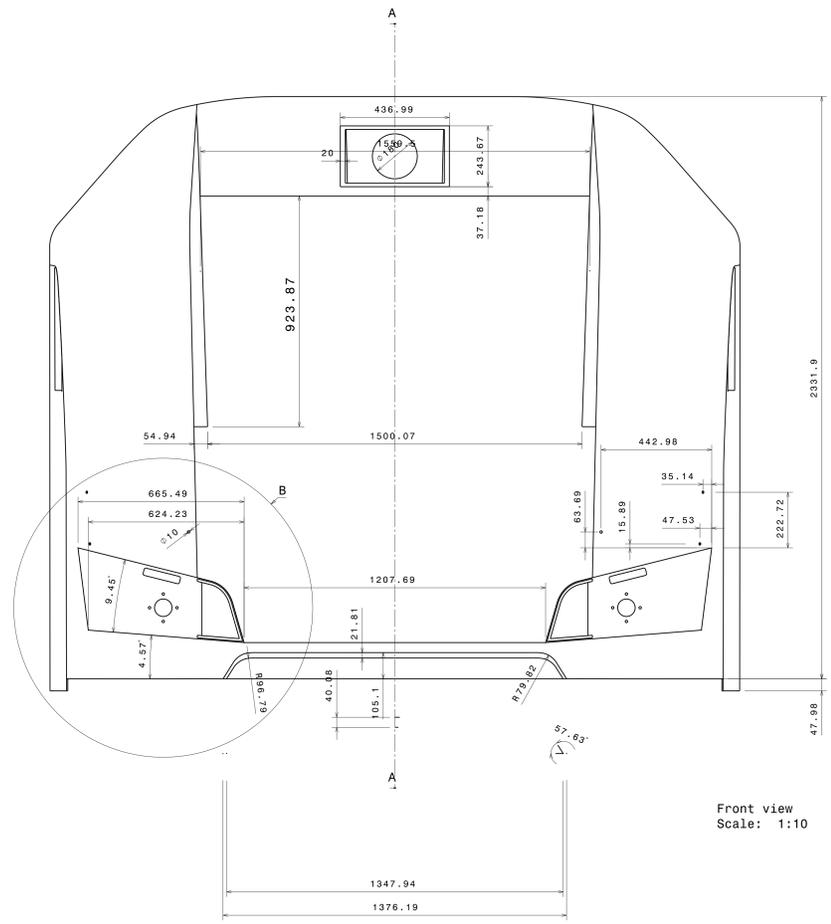


Top view  
Scale: 1:4

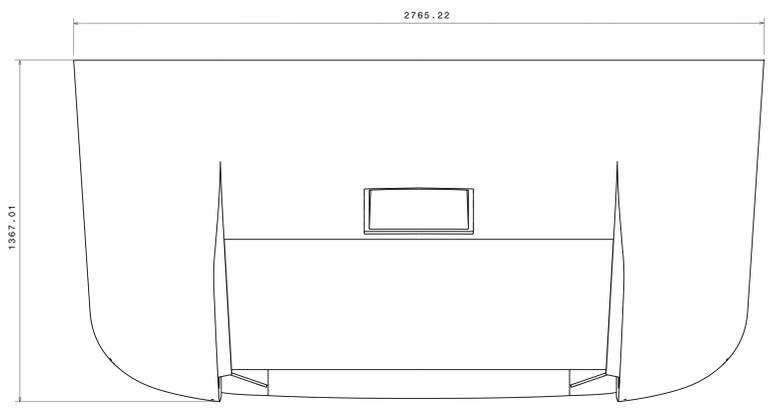


Section view A-A  
Scale: 1:4

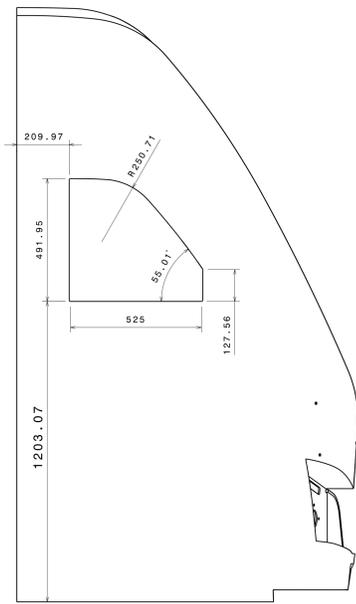
DESIGNED BY: Eduardo Vide Arribas		<h1>ASIDEROS</h1>		I	-
DATE: 01/07/2016				H	-
CHECKED BY: -		<h2>CÁTEDRA STADLER</h2>		G	-
DATE: -				F	-
SIZE: A3		<h3>BLOQUE 1 - PIEZA 3</h3>		E	-
SCALE: 1:4	WEIGHT (kg): 2,2			D	-
DRAWING NUMBER: BLOQUE 1 - PIEZA 3		SHEET: 1/1		C	-
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.				B	-
				A	-



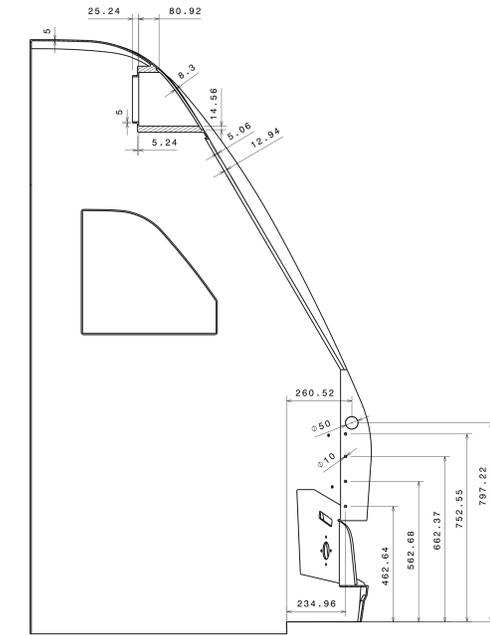
Front view  
Scale: 1:10



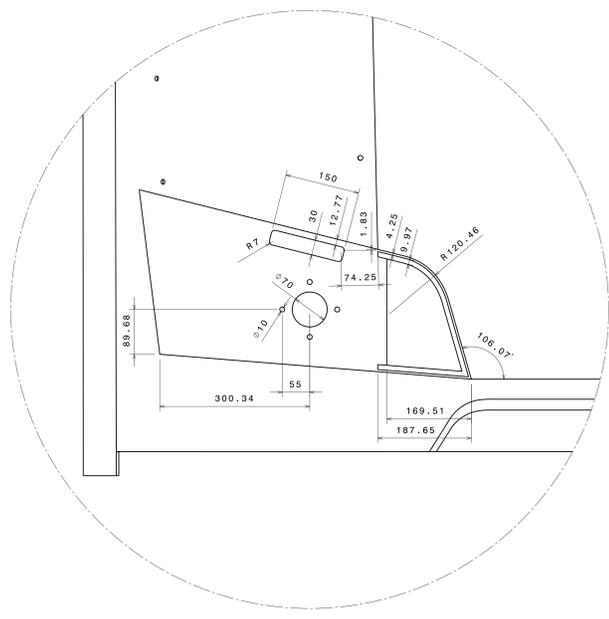
Top view  
Scale: 1:10



Left view  
Scale: 1:10



Section view A-A  
Scale: 1:10

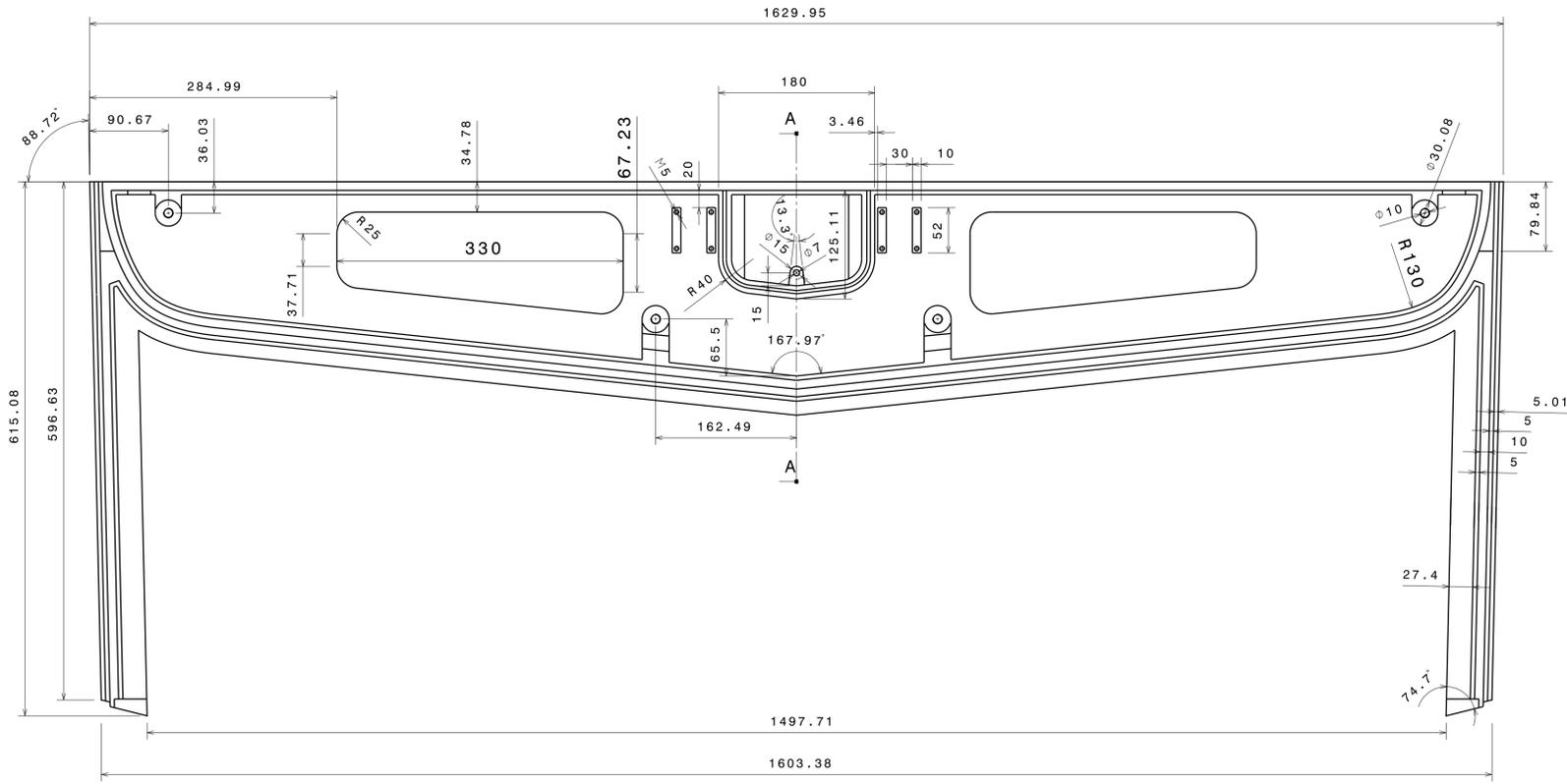


Detail B  
Scale: 1:5

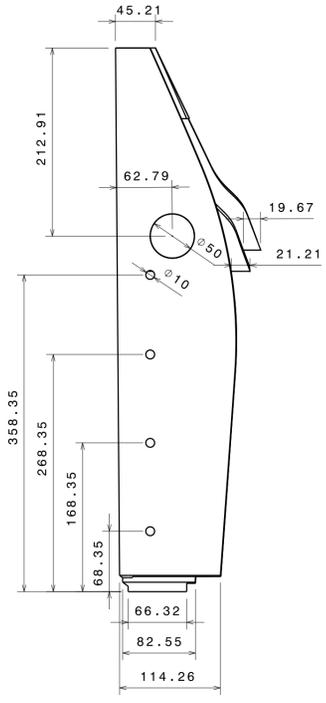
DESIGNED BY: Eduardo Vide Arribas		I	
DATE: 01/07/2016		H	
DRAWN BY:		G	
DATE:		F	
SIZE: A0		E	
SCALE: 1:10		D	
PROJECT (kg): 100		C	
DRAWING NUMBER: BLOQUE 1 - PIEZA 1		B	
SHEET: 1/1		A	
This drawing is our property. It can't be reproduced or communicated without our written agreement.			

CUERPO DEL CARENADO

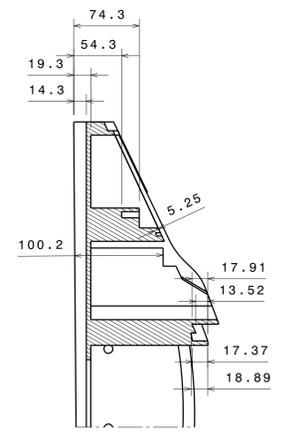
CÁTEDRA STADLER



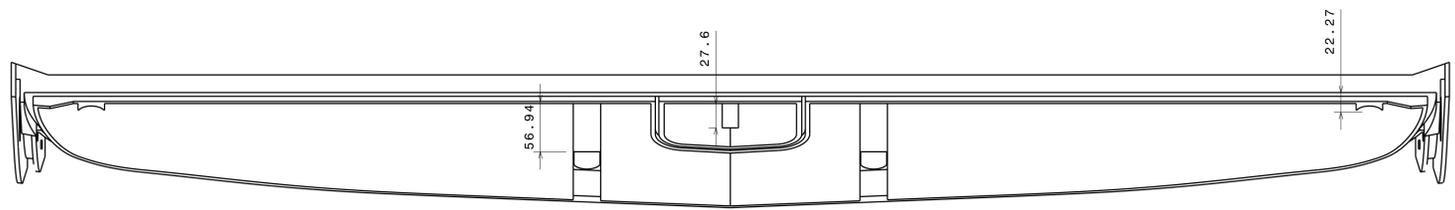
Front view  
Scale: 1:4



Left view  
Scale: 1:4



Section view A-A  
Scale: 1:4



Top view  
Scale: 1:4

DESIGNED BY: Eduardo Vide Arribas		I	-
DATE: 07/07/2016		H	-
CHECKED BY:		G	-
DATE:		F	-
SIZE A1		E	-
SCALE 1:4		D	-
WEIGHT (kg)	DRAWING NUMBER 13,98	C	-
		B	-
		A	-

PIEZA MAESTRA DE SOPORTE

CÁTEDRA STADLER

SCALE: 1:4, WEIGHT (kg), DRAWING NUMBER: 13,98, SHEET: 1/1, BLOQUE 1 - PIEZA 4

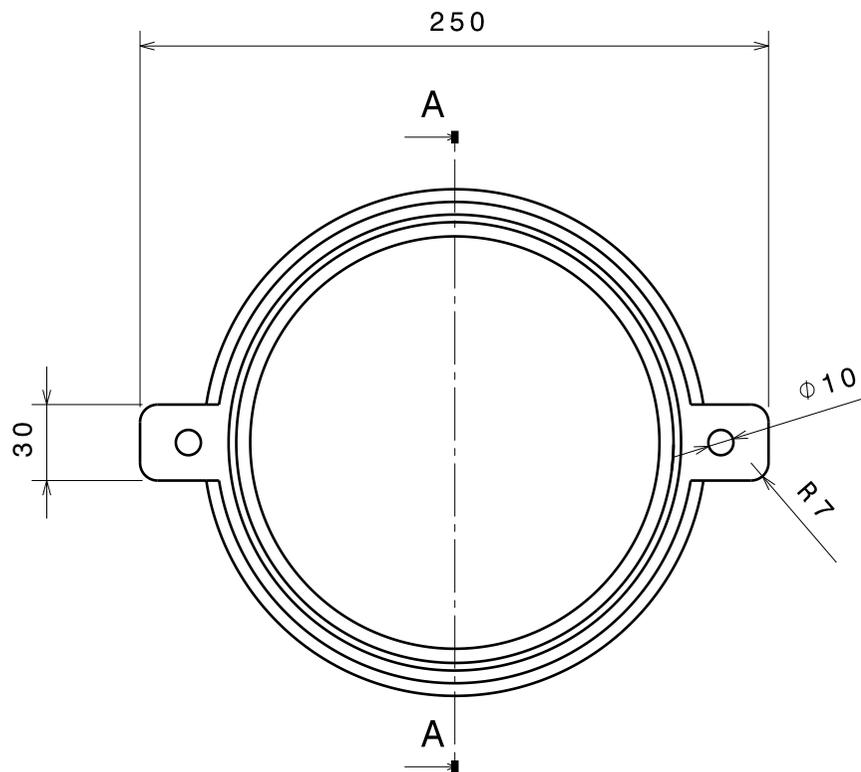
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D

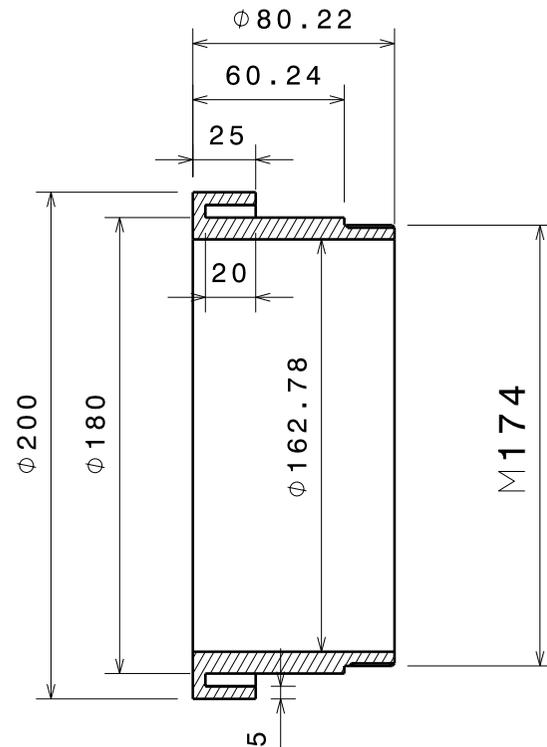
C

B

A



Front view  
Scale: 1:3

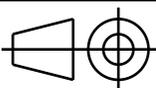


Section view A-A  
Scale: 1:3

DESIGNED BY:  
Eduardo Vide Arribas  
DATE:  
01/07/2016

CHECKED BY:  
-  
DATE:  
-

SIZE  
A4



SCALE  
1:3

WEIGHT (kg)  
0,59

FOCO DE ALTA - BASE

CÁTEDRA STADLER

DRAWING NUMBER  
BLOQUE 2 - PIEZA 1

SHEET  
1/1

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D

A

4

3

2

1

D

C

B

A

436.98

243.78

10

Front view  
Scale: 1:3

Left view  
Scale: 1:3

DESIGNED BY:  
Eduardo Vide Arribas  
DATE:  
02/07/2016

CHECKED BY:  
-  
DATE:  
-

SIZE  
**A4** 

SCALE  
**1:3** WEIGHT (kg)  
**1**

**FOCO DE ALTA - CRISTAL**

**CÁTEDRA STADLER**

DRAWING NUMBER  
**BLOQUE 2- PIEZA 2**

SHEET  
**1 / 1**

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D

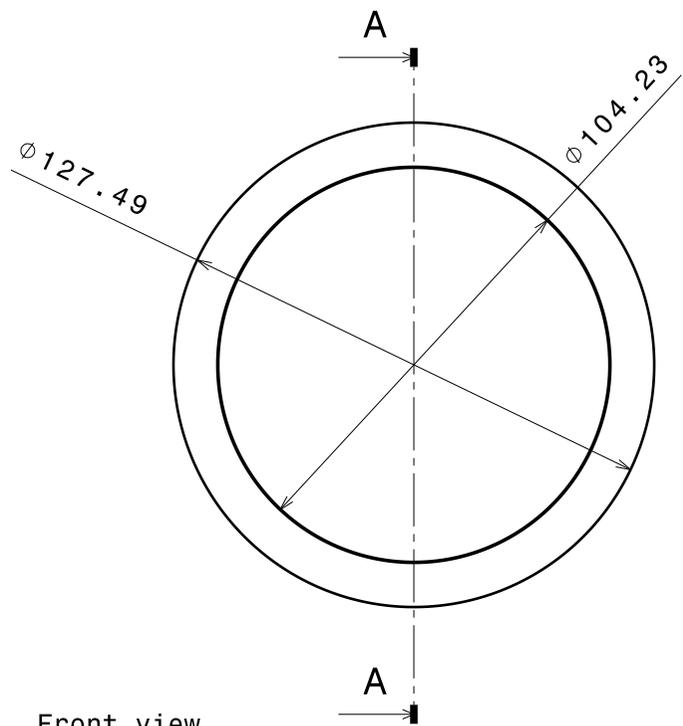
A

D

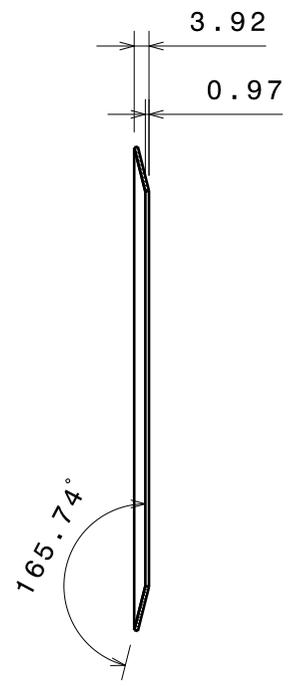
C

B

A



Front view  
Scale: 1:2



Section view A-A  
Scale: 1:2

DESIGNED BY:  
Eduardo Vide Arribas  
DATE:  
02/07/2016

CHECKED BY:  
-  
DATE:  
-

SIZE  
**A4**



SCALE  
**1:2**

WEIGHT (kg)  
**0,01**

# ÓPTICA - ARO

## CÁTEDRA STADLER

DRAWING NUMBER  
**BLOQUE 2 - PIEZA 5**

SHEET  
**1 / 1**

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D

A

4

4

3

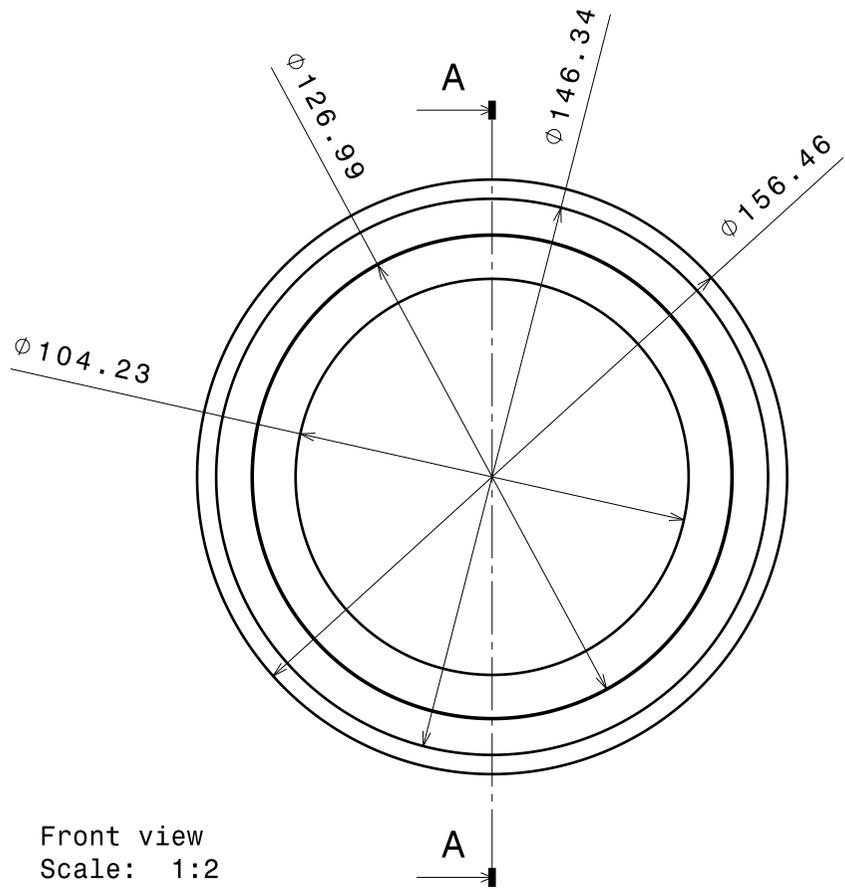
3

2

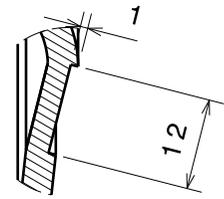
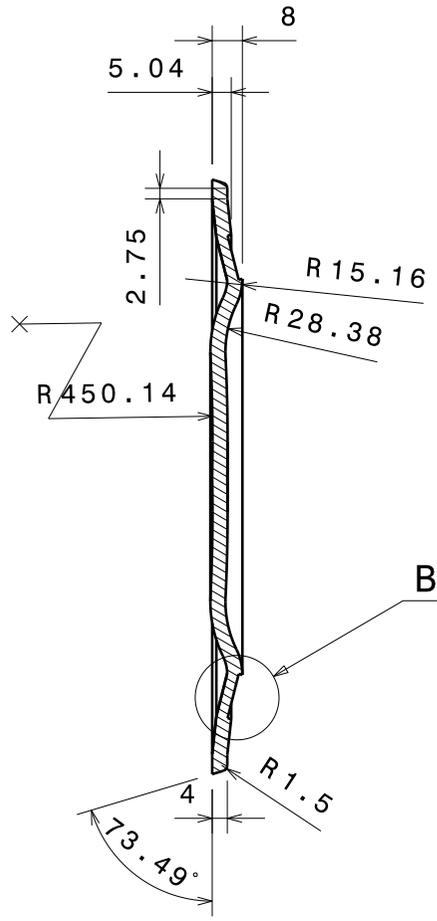
2

1

1



Front view  
Scale: 1:2



Detail B  
Scale: 1:1

DESIGNED BY: Eduardo Vide Arribas	
DATE: 05/07/2016	
CHECKED BY: -	
DATE: -	
SIZE <b>A4</b>	
SCALE <b>1:2</b>	WEIGHT (kg) <b>0,08</b>

Section view A-A Scale: 1:2	
<b>ÓPTICA - CRISTAL</b>	
<b>CÁTEDRA STADLER</b>	
DRAWING NUMBER <b>BLOQUE 2 - PIEZA 4</b>	
SHEET <b>1 / 1</b>	

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D

C

B

A

4

4

3

3

2

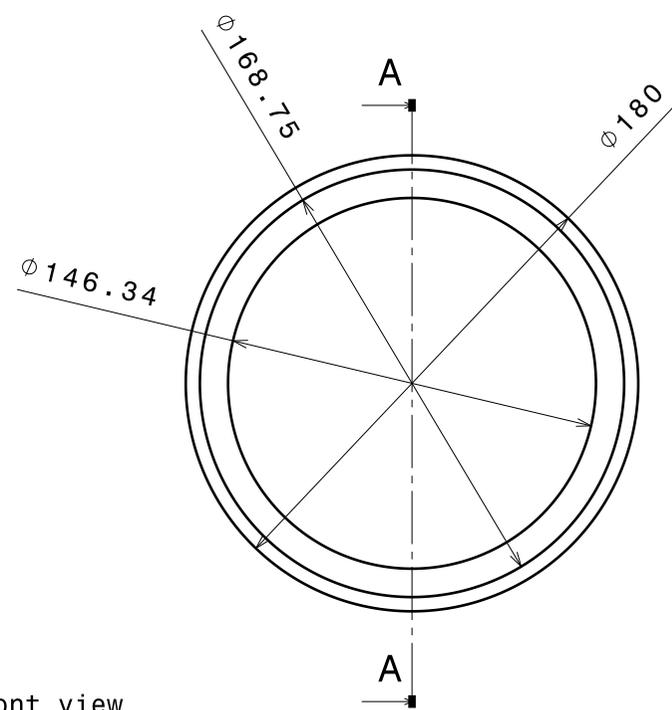
2

1

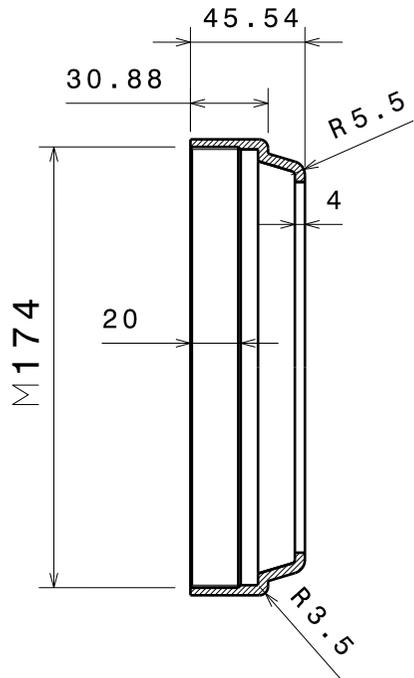
1

D

A



Front view  
Scale: 1:3

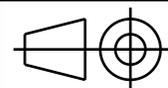


Section view A-A  
Scale: 1:3

DESIGNED BY:  
Eduardo Vide Arribas  
DATE:  
01/07/2016

CHECKED BY:  
-  
DATE:  
-

SIZE  
**A4**



SCALE  
**1:3**

WEIGHT (kg)  
**0,3**

# ÓPTICA - TAPA

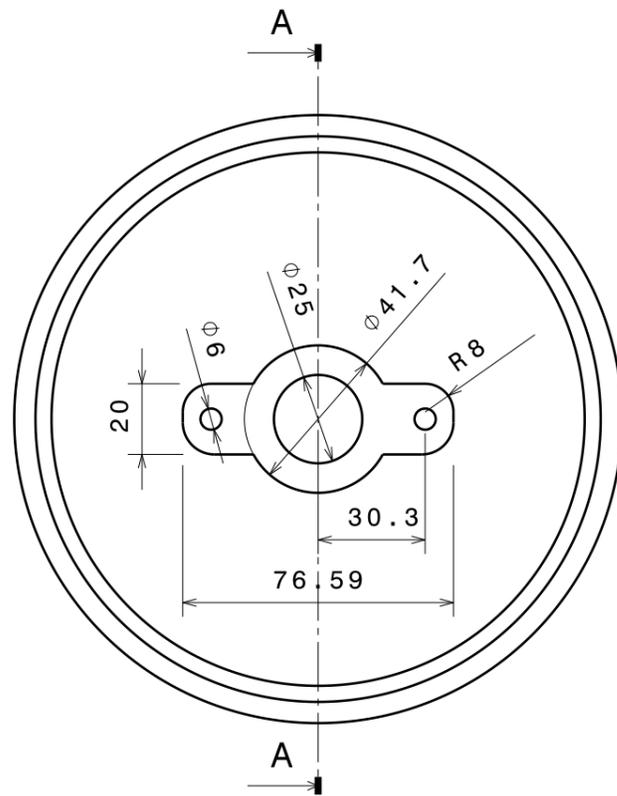
## CÁTEDRA STADLER

DRAWING NUMBER  
**BLOQUE 2 - PIEZA 9**

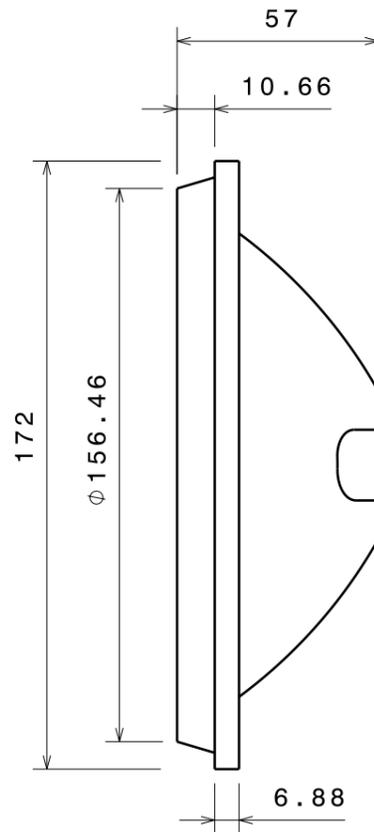
SHEET  
**1 / 1**

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

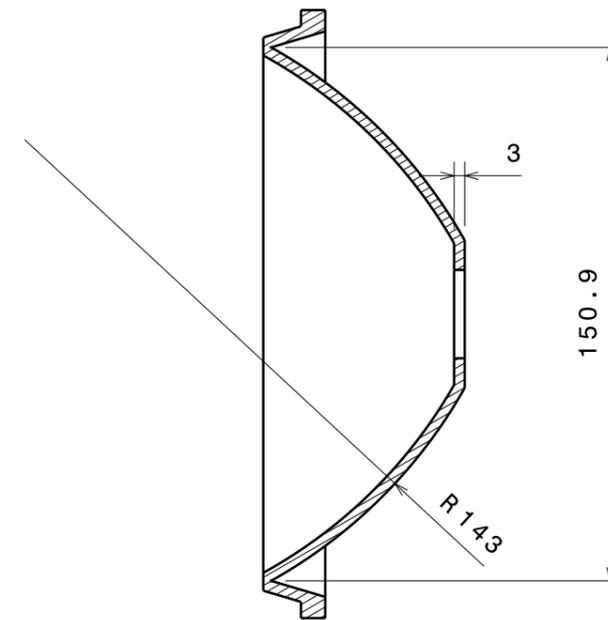
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.



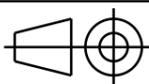
Front view  
Scale: 1:2



Left view  
Scale: 1:2



Section view A-A  
Scale: 1:2

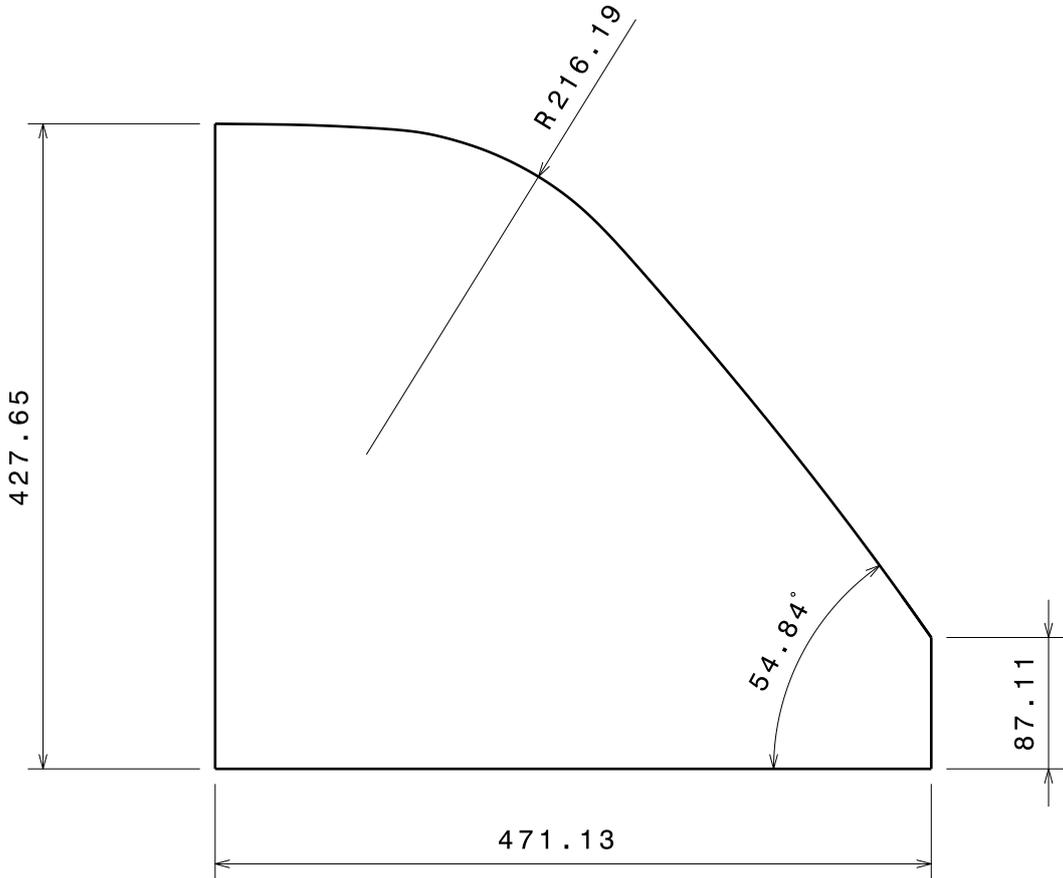
DESIGNED BY: Eduardo Vide Arribas		ÓPTICA - BASE DE LA BOMBILLA		I	-
DATE: 03/07/2016				H	-
CHECKED BY: -		CÁTEDRA STADLER		G	-
DATE: -				F	-
SIZE A3		BLOQUE 2 - PIEZA 3		E	-
SCALE 1:2	WEIGHT (kg) 0,34			D	-
DRAWING NUMBER		SHEET		C	-
		1/1		B	-
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.				A	-

D

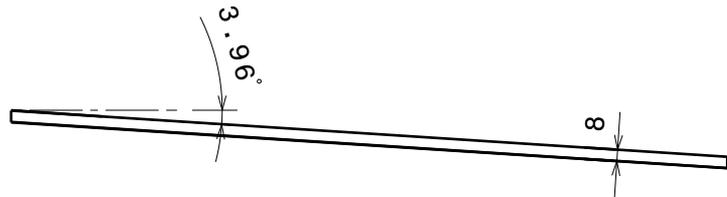
C

B

A



Front view  
Scale: 1:5



Top view  
Scale: 1:5

4

3

2

1

4

3

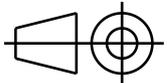
2

1

DESIGNED BY:  
Eduardo Vide Arribas  
DATE:  
01/07/2016

CHECKED BY:  
-  
DATE:  
-

SIZE  
A4



CRISTAL VENTANA (IZQ Y DER)

CÁTEDRA STADLER

SCALE  
1:5

WEIGHT (kg)  
-

DRAWING NUMBER  
BLOQUE 3 - PIEZA 2

SHEET  
1 / 1

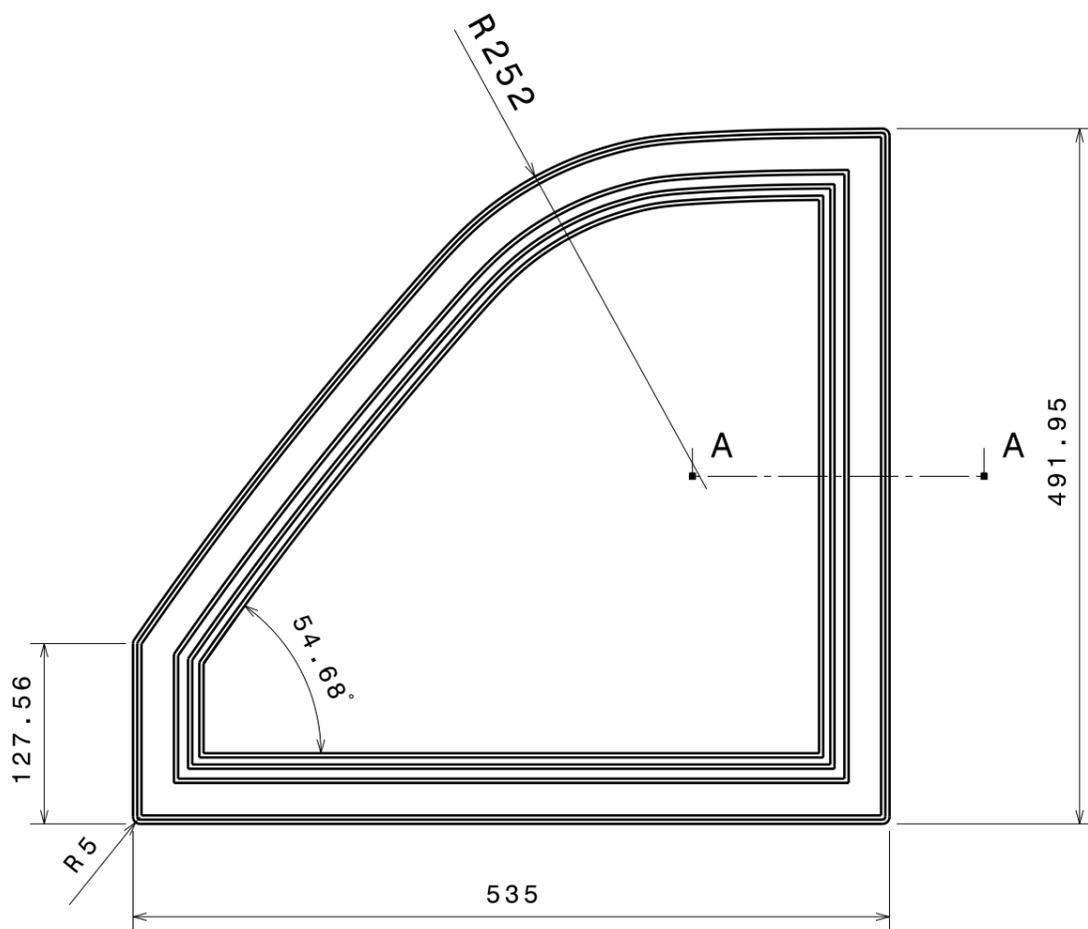
I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

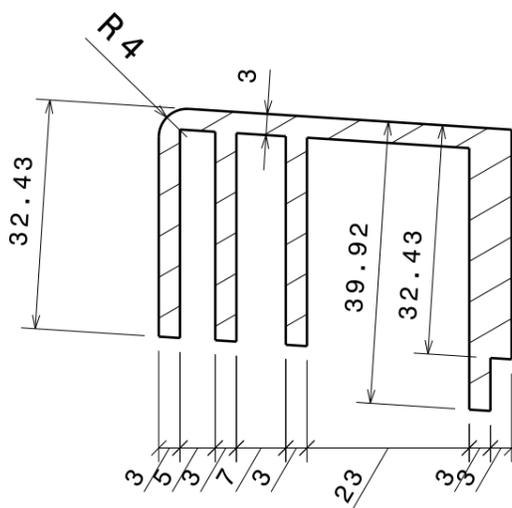
D

A



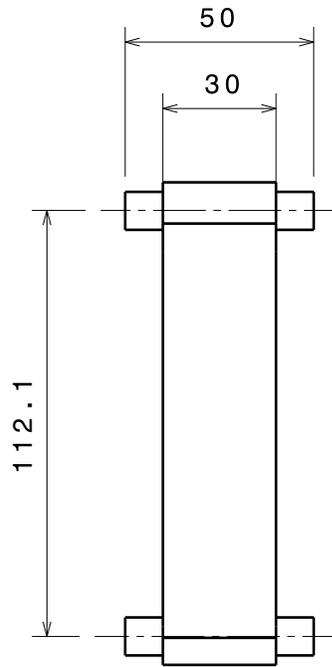


Front view  
Scale: 1:5

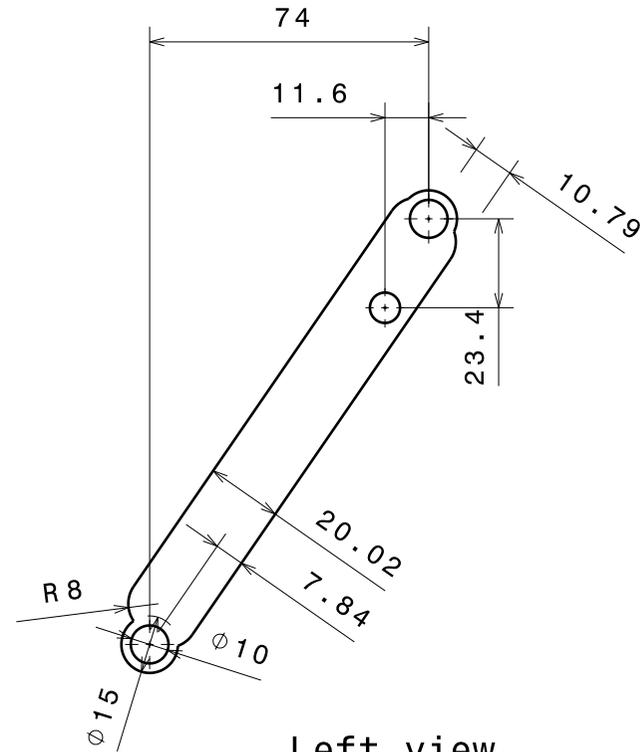


Section cut A-A  
Scale: 1:1

DESIGNED BY: Eduardo Vide Arribas		MARCO INTERNO (IZQ Y DER)		I	-
DATE: 01/07/2016				H	-
CHECKED BY: -		CÁTEDRA STADLER		G	-
DATE: -				F	-
SIZE A3		BLOQUE 3 - PIEZA 3		E	-
SCALE 1:5	WEIGHT (kg) 2,84			D	-
DRAWING NUMBER		SHEET		C	-
		1/1		B	-
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.				A	-



Front view  
Scale: 1:2



Left view  
Scale: 1:2

DESIGNED BY: Eduardo Vide Arribas	
DATE: 04/07/2016	
CHECKED BY: -	
DATE: -	
SIZE <b>A4</b>	
SCALE <b>1:2</b>	WEIGHT (kg) <b>0,24</b>

<h1>BRAZO DE TAPA</h1>			
		<h2>CÁTEDRA STADLER</h2>	
DRAWING NUMBER <b>BLOQUE 5 - PIEZA 4</b>		SHEET <b>1 / 1</b>	

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D

C

B

A

4

4

3

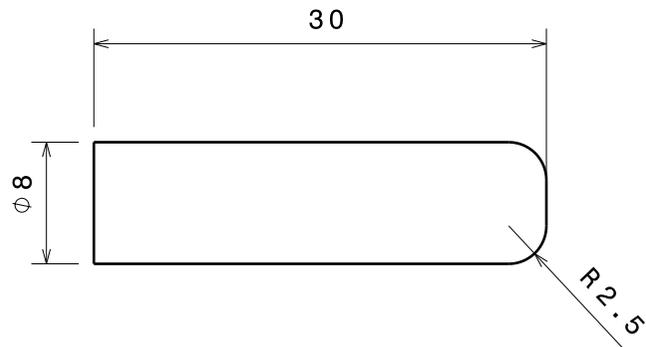
3

2

2

1

1



Front view  
Scale: 2:1

DESIGNED BY: Eduardo Vide Arribas		<b>PUNTERO DE BLOQUEO</b>		I	-
DATE: 02/07/2016				H	-
CHECKED BY: -		<b>CÁTEDRA STADLER</b>		G	-
DATE: -				F	-
SIZE <b>A4</b>		<b>BLOQUE 5 - PIEZA 5</b>		E	-
SCALE <b>2:1</b>	WEIGHT (kg) <b>0,01</b>			D	-
DRAWING NUMBER		SHEET		C	-
		<b>1 / 1</b>		B	-
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.				A	-

D

A

D

C

B

A

4

4

3

3

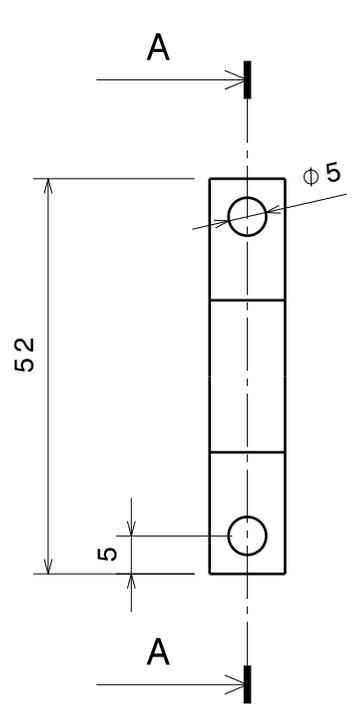
2

2

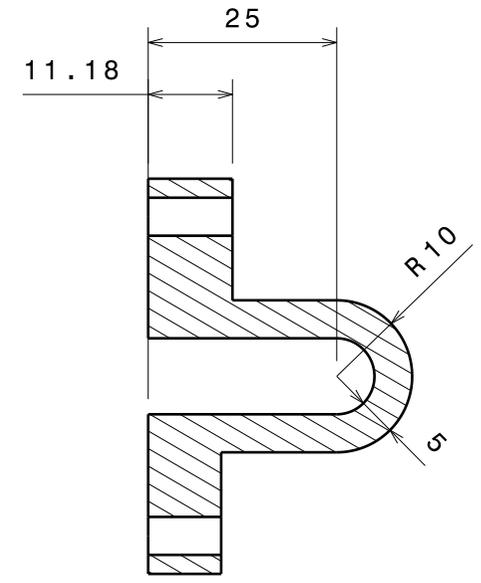
1

1

Front view  
Scale: 1:1



Section view A-A  
Scale: 1:1



DESIGNED BY:  
**Eduardo Vide Arribas**  
DATE:  
**04/07/2016**  
CHECKED BY:  
-  
DATE:  
-

# RETÉN DE TAPA

SIZE  
**A4**

## CÁTEDRA STADLER

SCALE  
**1:1**

WEIGHT (kg)  
**0,05**

DRAWING NUMBER  
**BLOQUE 5 - PIEZA 3**

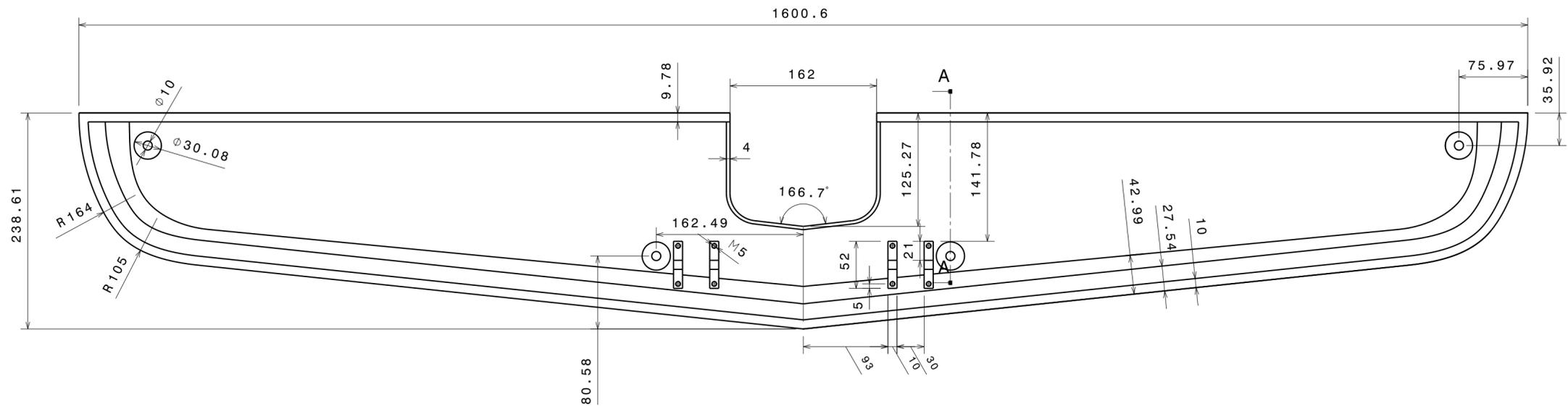
SHEET  
**1/1**

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

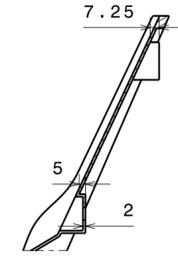
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D

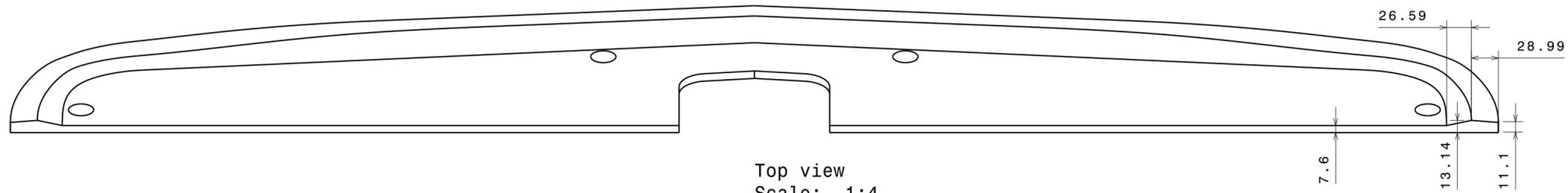
A



Front view  
Scale: 1:4



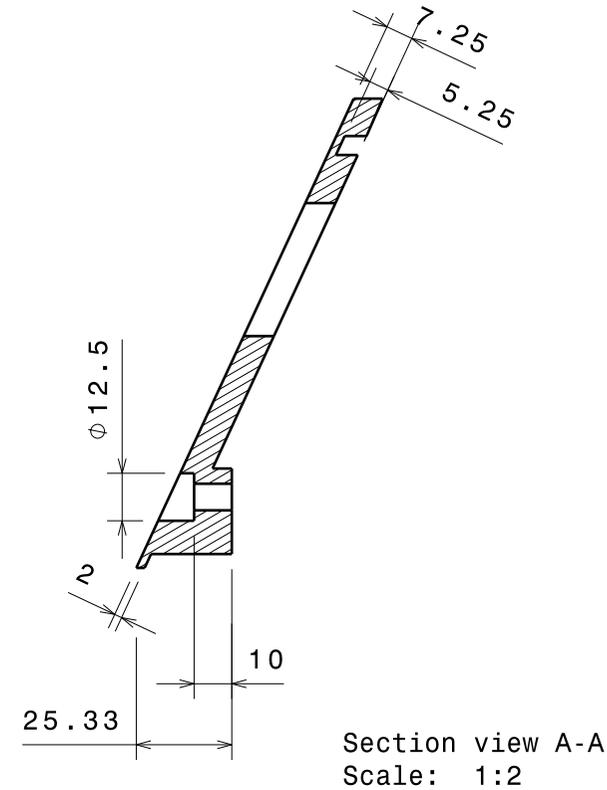
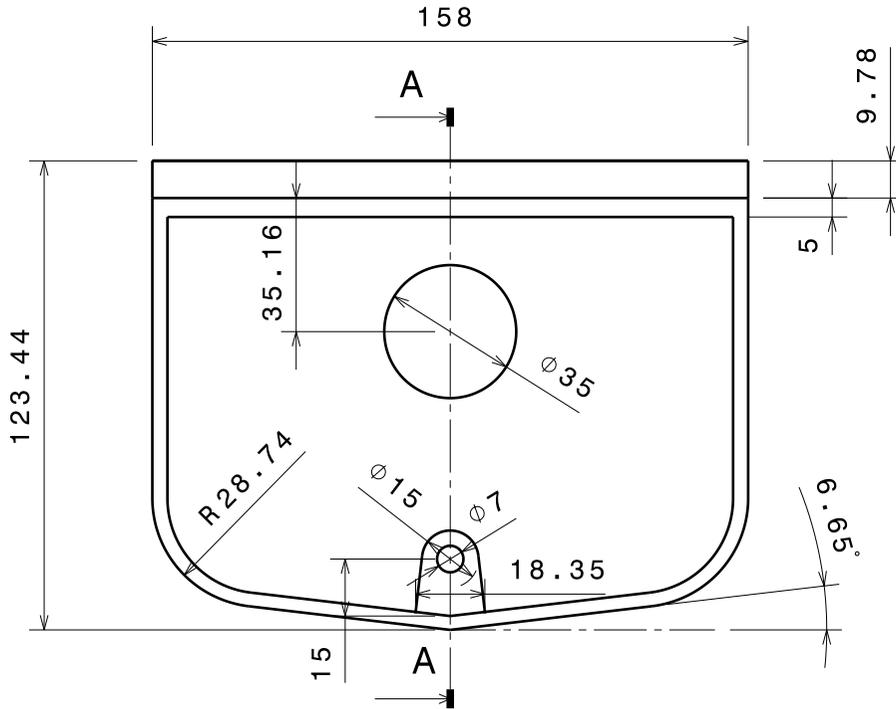
Section view A-A  
Scale: 1:4



Top view  
Scale: 1:4

DESIGNED BY: Eduardo Vide Arribas		TAPA DE CONECTORES MANDO MÚLTIPLE	I	-
DATE: 05/07/2016			H	-
CHECKED BY:		CÁTEDRA STADLER	G	-
DATE:			F	-
SIZE: A2		BLOQUE 5 - PIEZA 1	E	-
SCALE: 1:4			D	-
WEIGHT (kg): 1,66		1/1	C	-
DRAWING NUMBER:			B	-
SHEET:		A	-	

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.



DESIGNED BY: Eduardo Vide Arribas		TAPA MECANISMO LIMPIAPARABRISAS		I	-
DATE: 02/07/2016				H	-
CHECKED BY: -		CÁTEDRA STADLER		G	-
DATE: -				F	-
SIZE A4		BLOQUE 5 - PIEZA 6		E	-
SCALE 1:2	WEIGHT (kg) 0,17			D	-
DRAWING NUMBER		SHEET		C	-
		1 / 1		B	-
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.				A	-

D

C

B

A

4

4

3

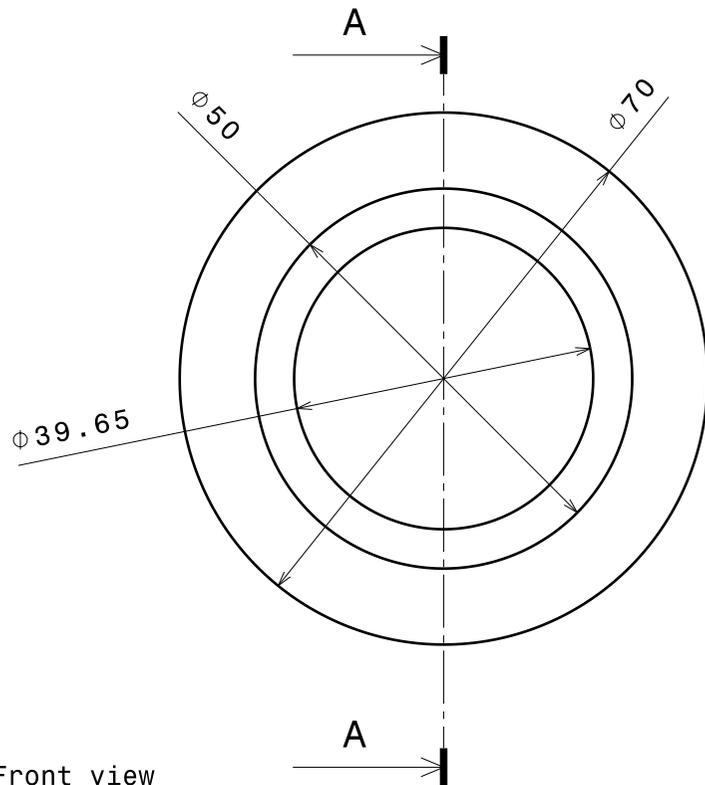
3

2

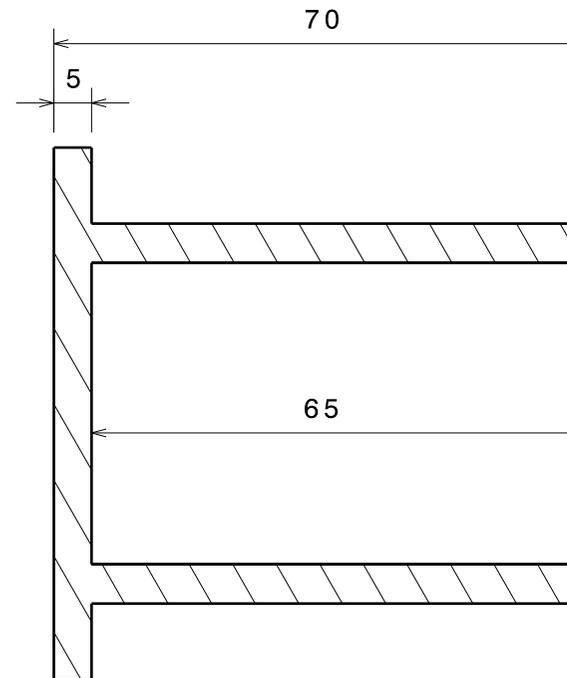
2

1

1



Front view  
Scale: 1:1

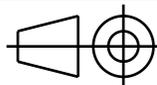


Section view A-A  
Scale: 1:1

DESIGNED BY:  
Eduardo Vide Arribas  
DATE:  
02/07/2016

CHECKED BY:  
-  
DATE:  
-

SIZE  
**A4**



SCALE  
**1:1**

WEIGHT (kg)  
-

**SOPORTE DE BRAZO**

**CÁTEDRA STADLER**

DRAWING NUMBER  
**BLOQUE 6 - PIEZA 6**

SHEET  
**1/1**

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D

A

D

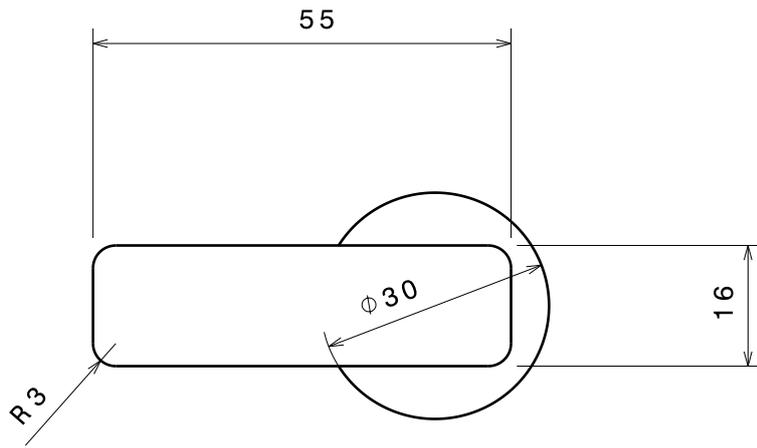
C

B

A

4

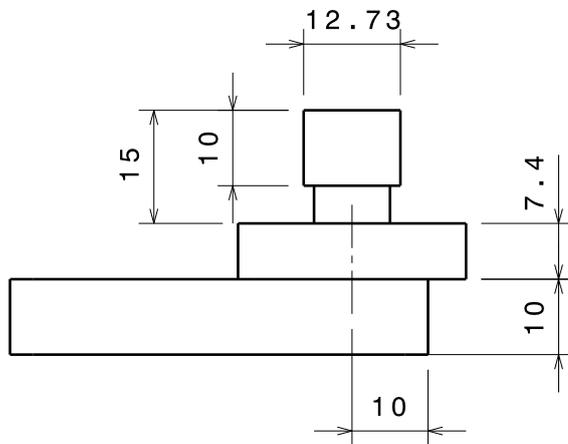
4



Front view  
Scale: 1:1

3

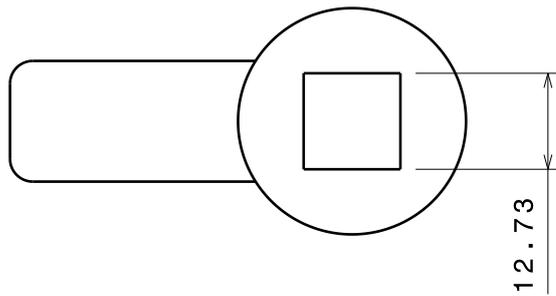
3



Top view  
Scale: 1:1

2

2



Rear view  
Scale: 1:1

DESIGNED BY:  
Eduardo Vide Arribas  
DATE:  
01/07/2016  
CHECKED BY:  
1  
DATE:  
1

# LLAVE DE ENCLAVAMIENTO

SIZE  
**A4**

# CÁTEDRA STADLER

SCALE  
**1:1**

WEIGHT (kg)  
**0,12**

DRAWING NUMBER  
**BLOQUE 6 - PIEZA 7**

SHEET  
**1 / 1**

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

1

1

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D

A

D

C

B

A

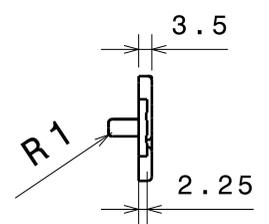
314.61

6.66

15



Front view  
Scale: 1:2

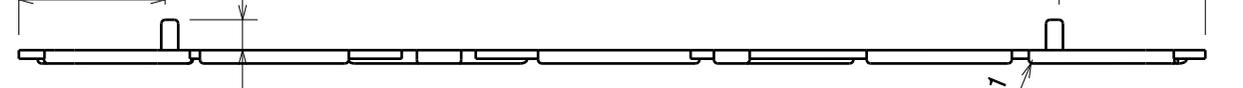


Left view  
Scale: 1:2

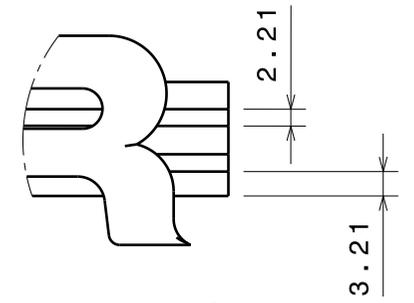
38.76

8

38.76



Top view  
Scale: 1:2



Detail A  
Scale: 1:1

27.53

13.58

4.5



Rear view  
Scale: 1:2

DESIGNED BY: Eduardo Vide Arribas		<h1>LOGO STADLER</h1>	
DATE: 04/07/2016			
CHECKED BY: -		<h1>CÁTEDRA STADLER</h1>	
DATE: -			
SIZE <b>A4</b>		<h1>BLOQUE 6 - PIEZA 3</h1>	
SCALE <b>1:2</b>	WEIGHT (kg) <b>0,06</b>		
DRAWING NUMBER		SHEET	
		<b>1/1</b>	

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D

A

4

4

3

3

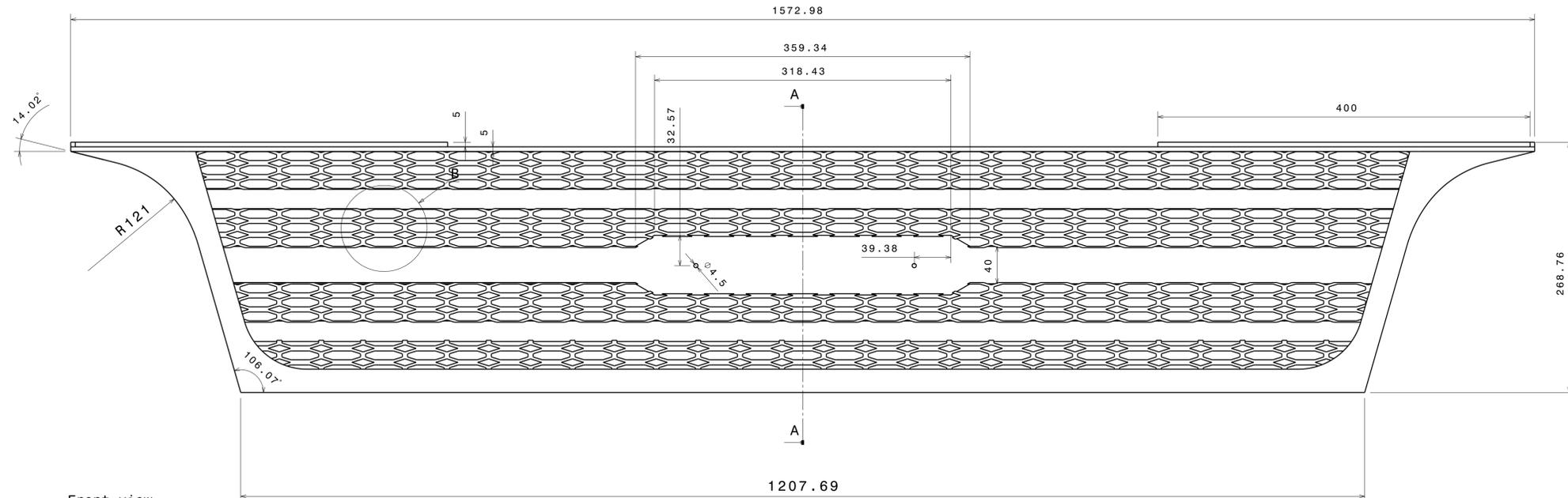
2

2

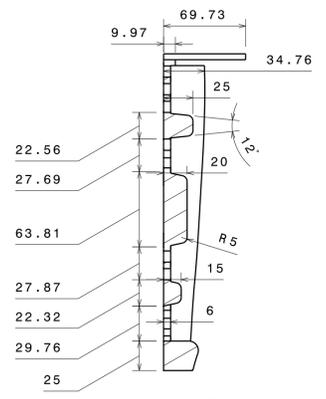
1

1

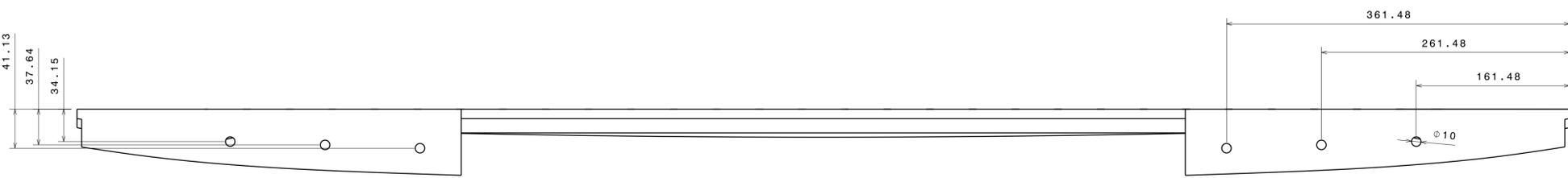
I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-



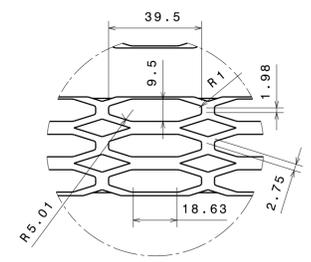
Front view  
Scale: 1:3



Section view A-A  
Scale: 1:3

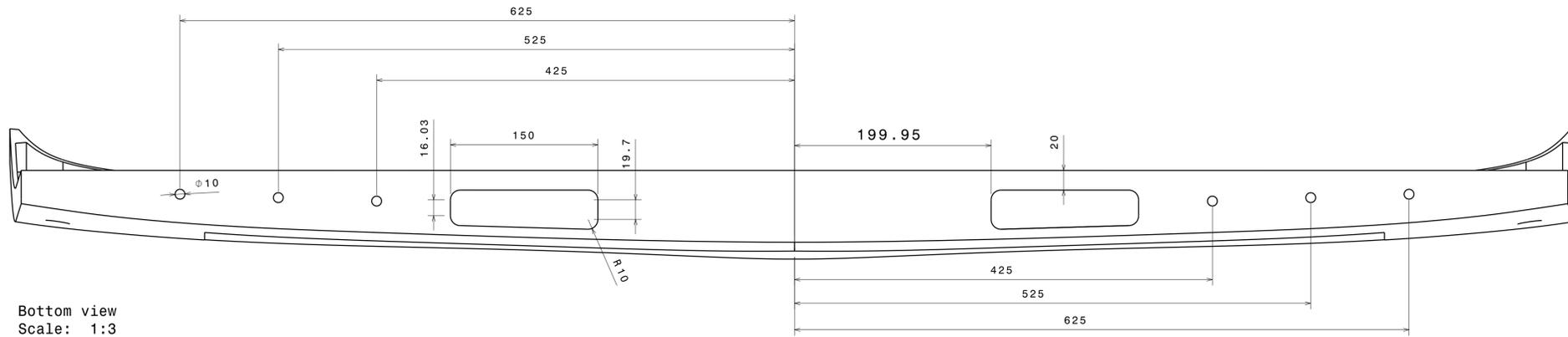


Top view  
Scale: 1:3

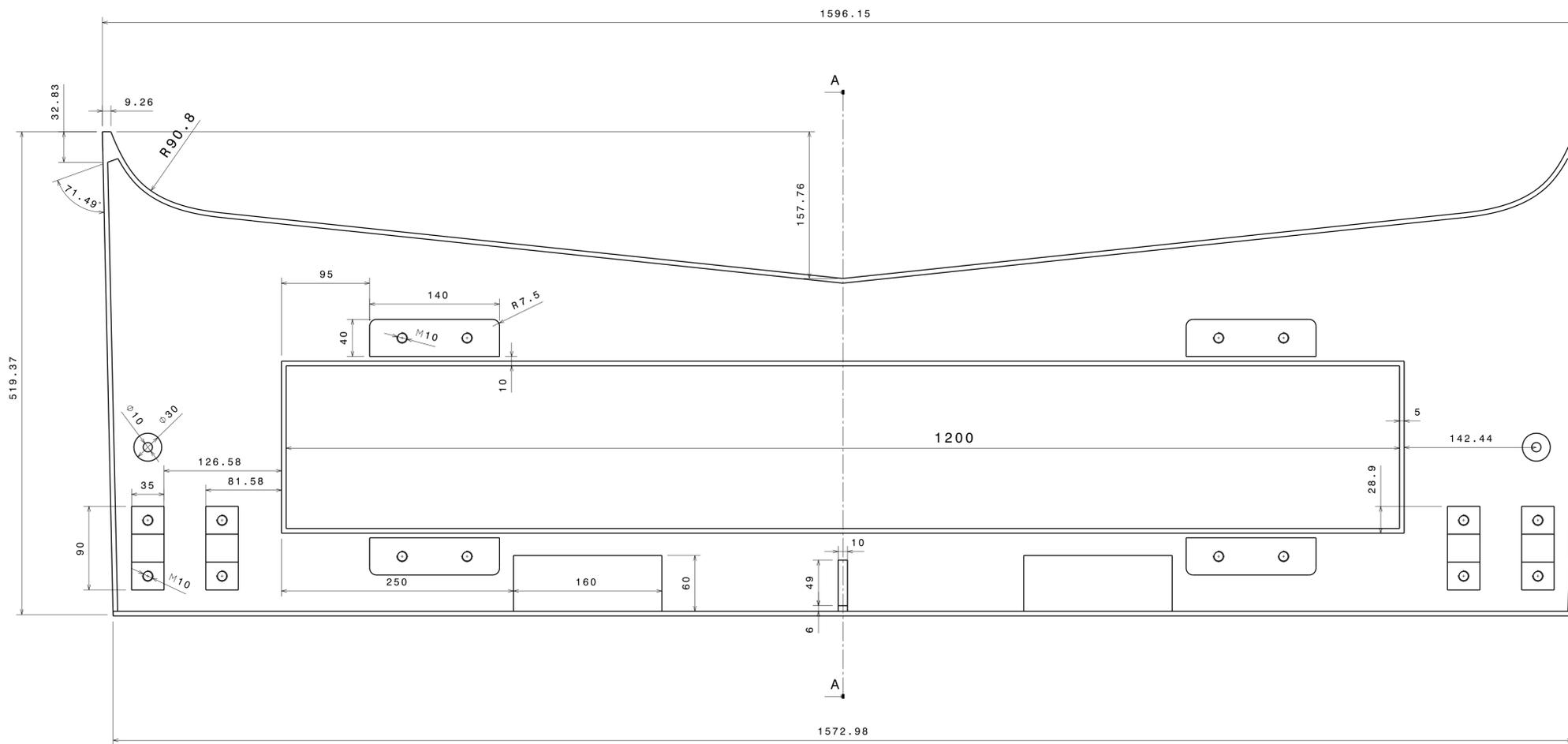


Detail B  
Scale: 2:3

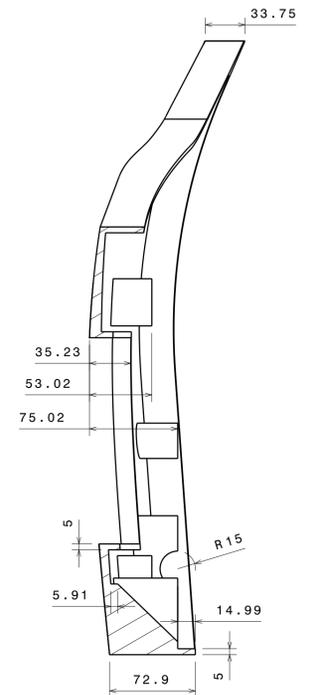
DESIGNED BY: Eduardo Vide Arribas		PARRILLA	I	-	
DATE: 05/07/2016			H	-	
CHECKED BY:		CÁTEDRA STADLER	G	-	
DATE:			F	-	
SIZE: A1		BLOQUE 6 - PIEZA 2	E	-	
SCALE: 1:3			WEIGHT (kg): 4,1	D	-
DRAWING NUMBER		SHEET 1/1	C	-	
			B	-	
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.				A	-



Bottom view  
Scale: 1:3



Front view  
Scale: 1:3



Section view A-A  
Scale: 1:3

DESIGNED BY: Eduardo Vide Arribas		PORTÓN	I	-
DATE: 03/07/2016			H	-
CHECKED BY:		G	-	
DATE:		F	-	
SIZE: A1		E	-	
SCALE: 1:3		D	-	
WEIGHT (kg): 6,2		C	-	
DRAWING NUMBER: BLOQUE 6 - PIEZA 1		B	-	
SHEET: 1/1		A	-	

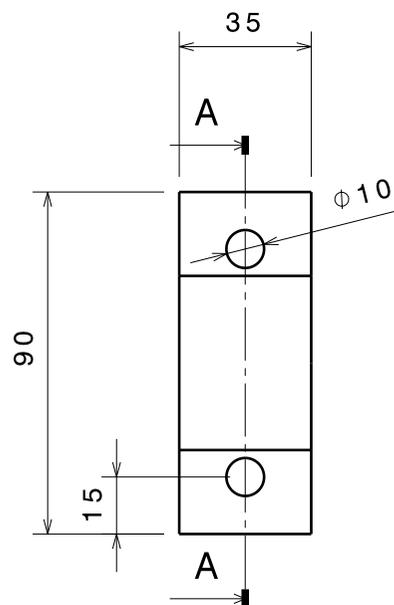
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D

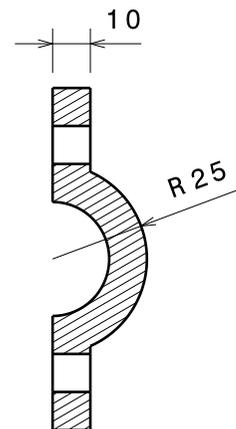
C

B

A



Front view  
Scale: 1:2



Section view A-A  
Scale: 1:2

DESIGNED BY: Eduardo Vide Arribas		<h1>RETÉN DE PORTÓN</h1>	
DATE: 04/07/2016			
CHECKED BY: -		<h2>CÁTEDRA STADLER</h2>	
DATE: -			
SIZE <b>A4</b>		<h3>BLOQUE 6 - PIEZA 4</h3>	
SCALE <b>1:2</b>	WEIGHT (kg) <b>0,2</b>		
DRAWING NUMBER		SHEET	
		<b>1 / 1</b>	

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

D

A

D

C

B

A

4

4

3

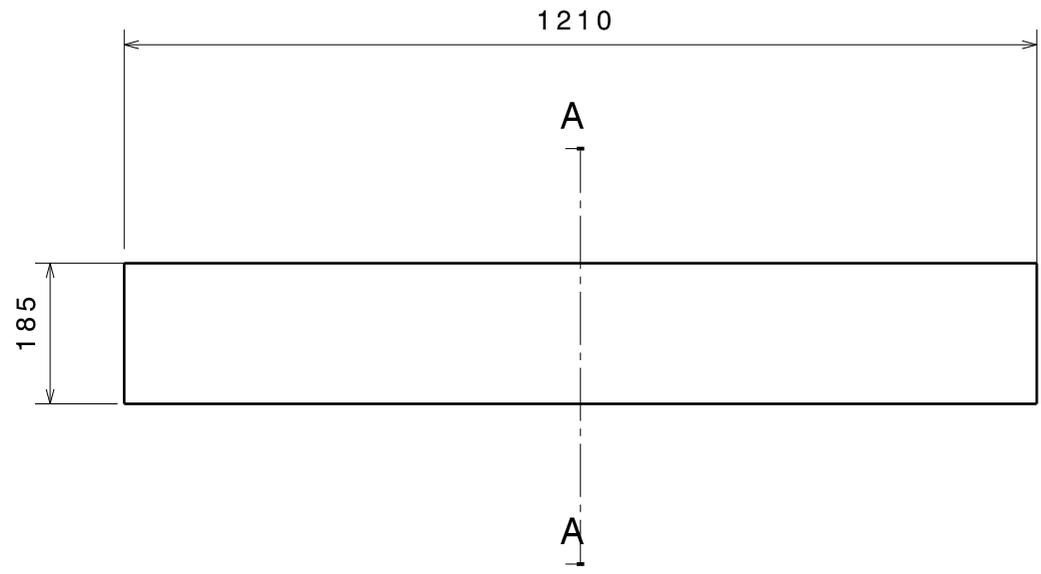
3

2

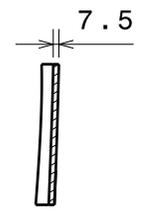
2

1

1



Front view  
Scale: 1:10

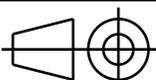


Section view A-A  
Scale: 1:10

DESIGNED BY:  
Eduardo Vide Arribas  
DATE:  
03/07/2016

CHECKED BY:  
-  
DATE:  
-

SIZE  
**A4**



SCALE  
**1:10**

WEIGHT (kg)  
**2**

**CRISTAL TELEINDICADOR**

**CÁTEDRA STADLER**

DRAWING NUMBER  
**BLOQUE 6 - PIEZA 8**

SHEET  
**1 / 1**

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

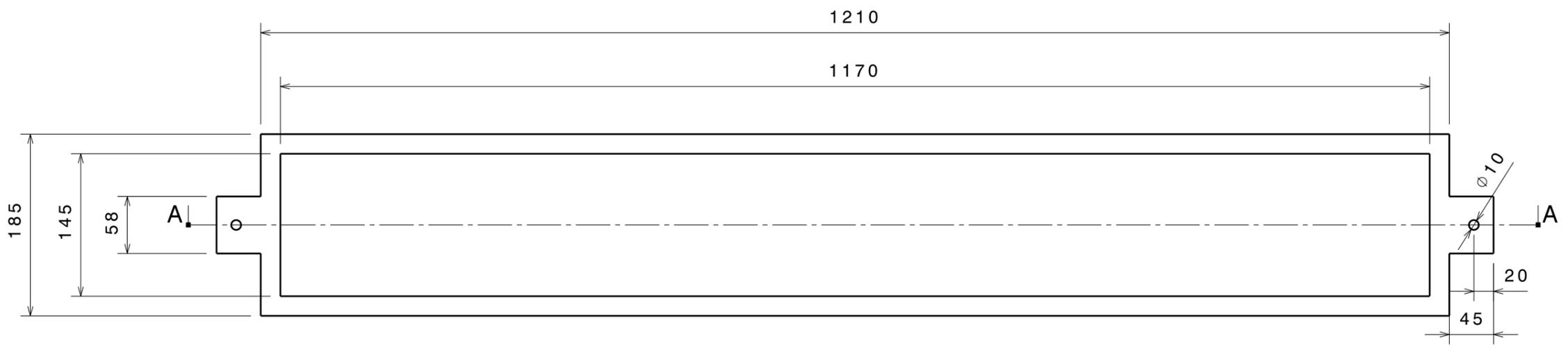
D

A

H G F E D C B A

4

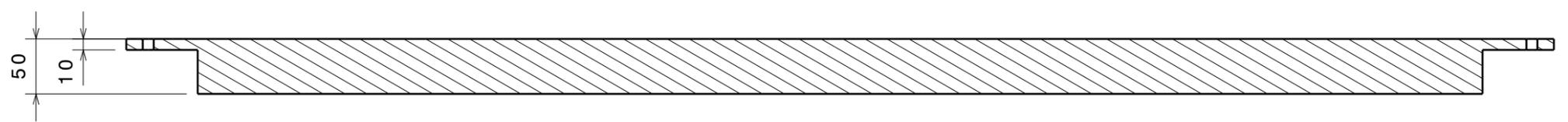
4



Front view  
Scale: 1:5

3

3



Section view A-A  
Scale: 1:5

2

2

1

1

DESIGNED BY: Eduardo Vide Arribas		TELEINDICADOR		I	-
DATE: 6/07/2016				H	-
CHECKED BY: -		CÁTEDRA STADLER		G	-
DATE: -				F	-
SIZE A3		BLOQUE 6 - PIEZA 10		E	-
SCALE 1:5	WEIGHT (kg) -			D	-
DRAWING NUMBER		SHEET		C	-
		1/1		B	-
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.				A	-

H G B A

H G F E D C B A

4

3

2

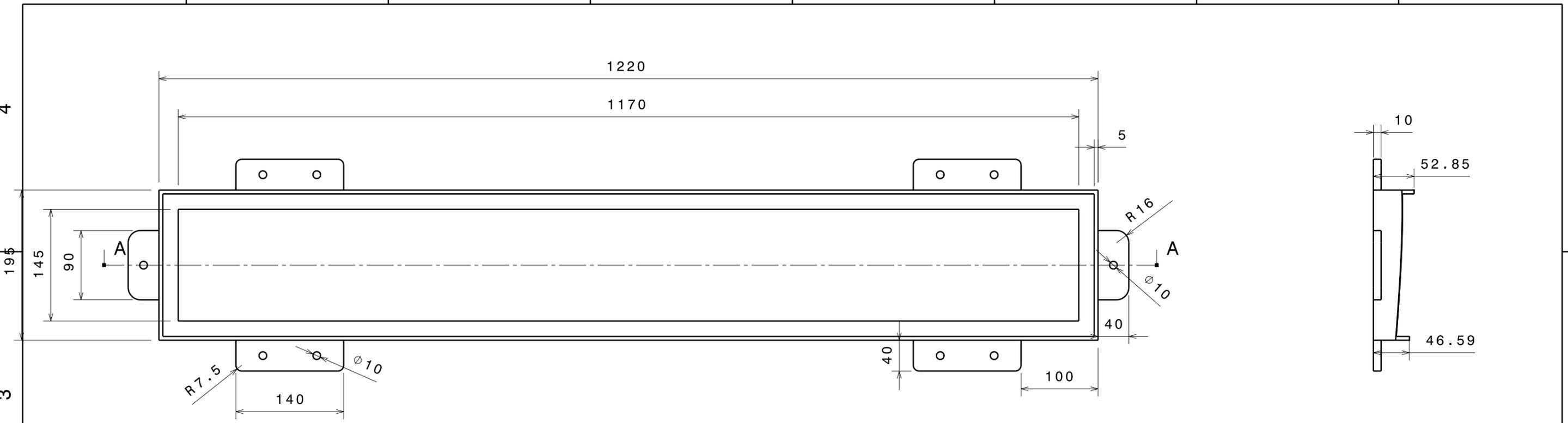
1

4

3

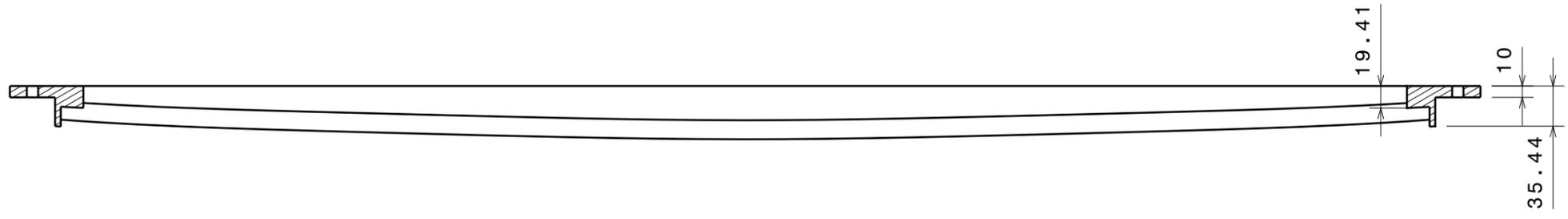
2

1



Front view  
Scale: 1:5

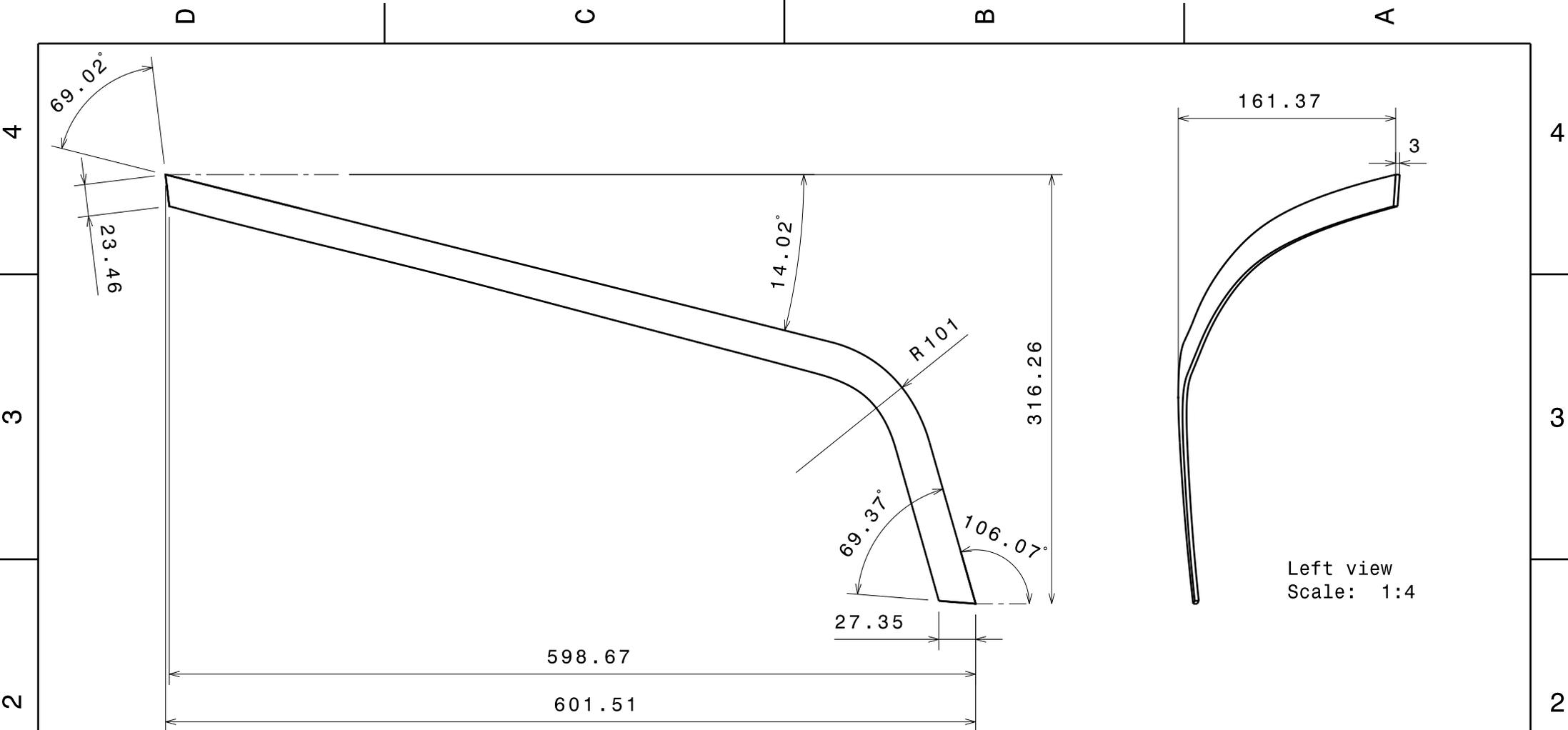
Left view  
Scale: 1:5



Section view A-A  
Scale: 1:5

DESIGNED BY: Eduardo Vide Arribas		MOLDURA TELEINDICADOR		I	-
DATE: 04/07/2016				H	-
CHECKED BY: -		CÁTEDRA STADLER		G	-
DATE: -				F	-
SIZE A3		BLOQUE 6 - PIEZA 9		E	-
SCALE 1:5				WEIGHT (kg) 2	D
DRAWING NUMBER		SHEET		C	-
1:5		1/1		B	-
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.				A	-

H G F E D C B A



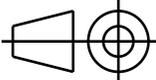
Front view  
Scale: 1:4

Left view  
Scale: 1:4

DESIGNED BY:  
Eduardo Vide Arribas  
DATE:  
05/07/2016

CHECKED BY:  
-  
DATE:  
-

SIZE  
**A4**



SCALE  
**1:4**

WEIGHT (kg)  
**0,06**

CRISTAL LED (IZQ Y DER)

**CÁTEDRA STADLER**

DRAWING NUMBER  
**BLOQUE 7 - PIEZA 5**

SHEET  
**1/1**

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

H G F E D C B A

4

3

2

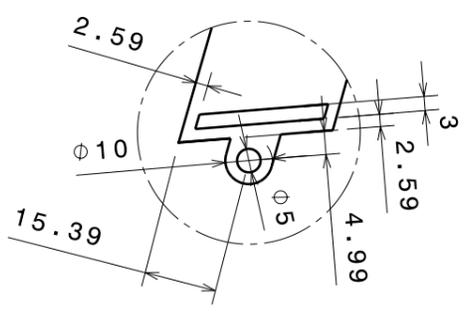
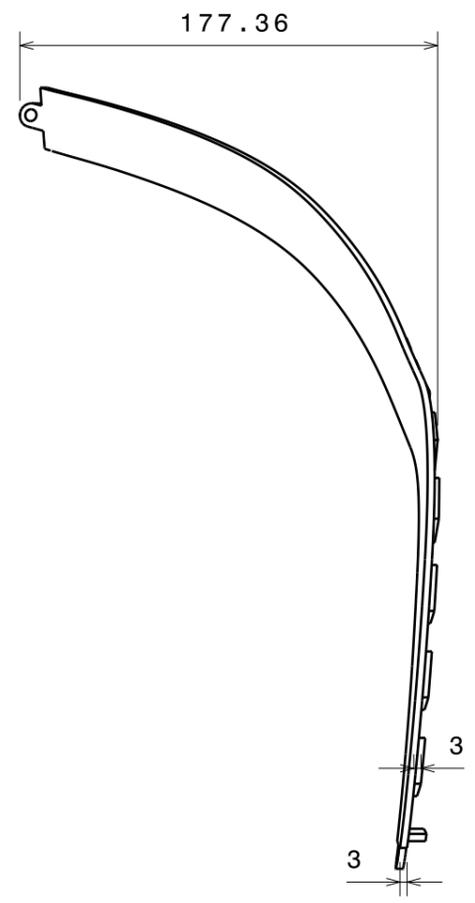
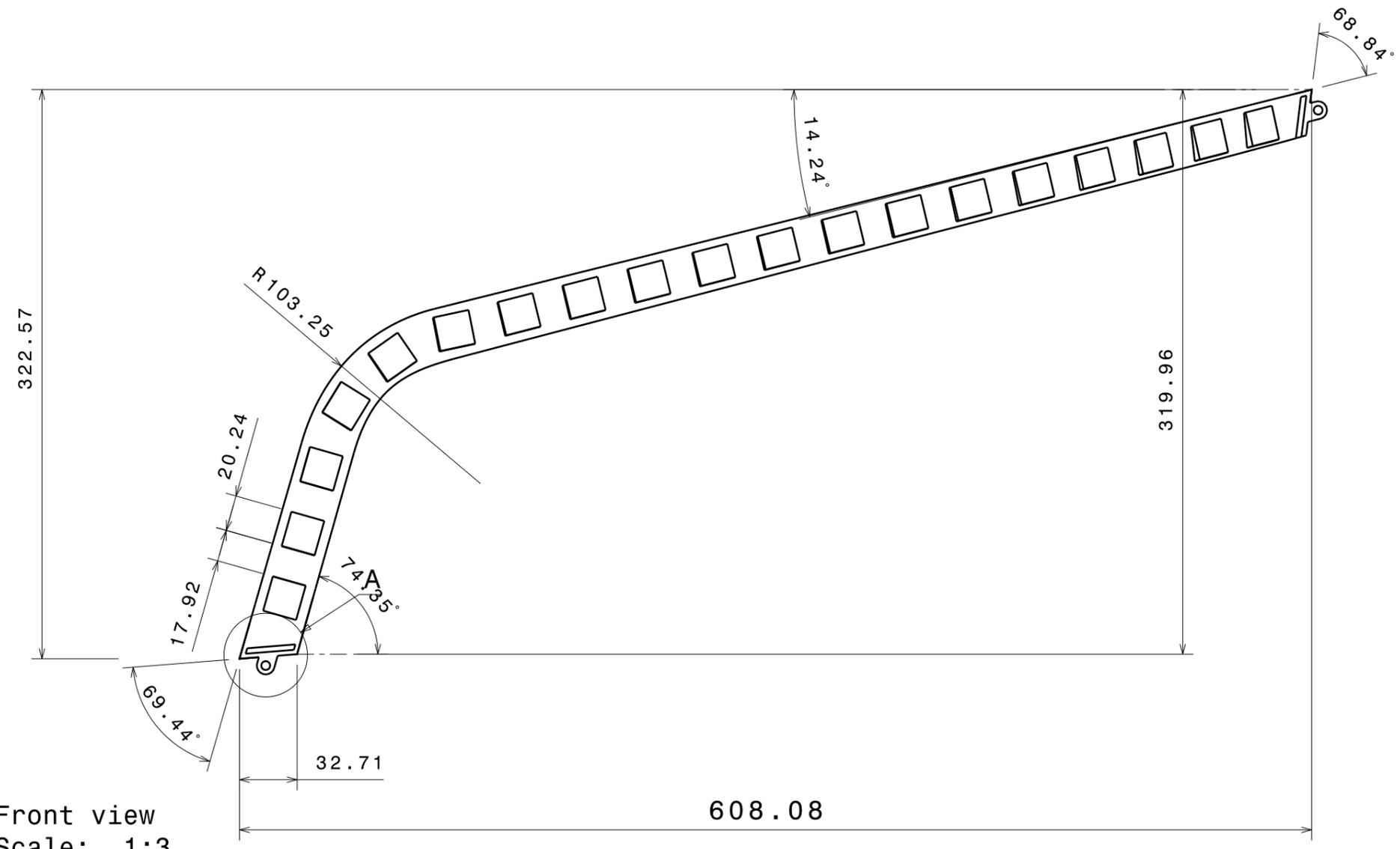
1

4

3

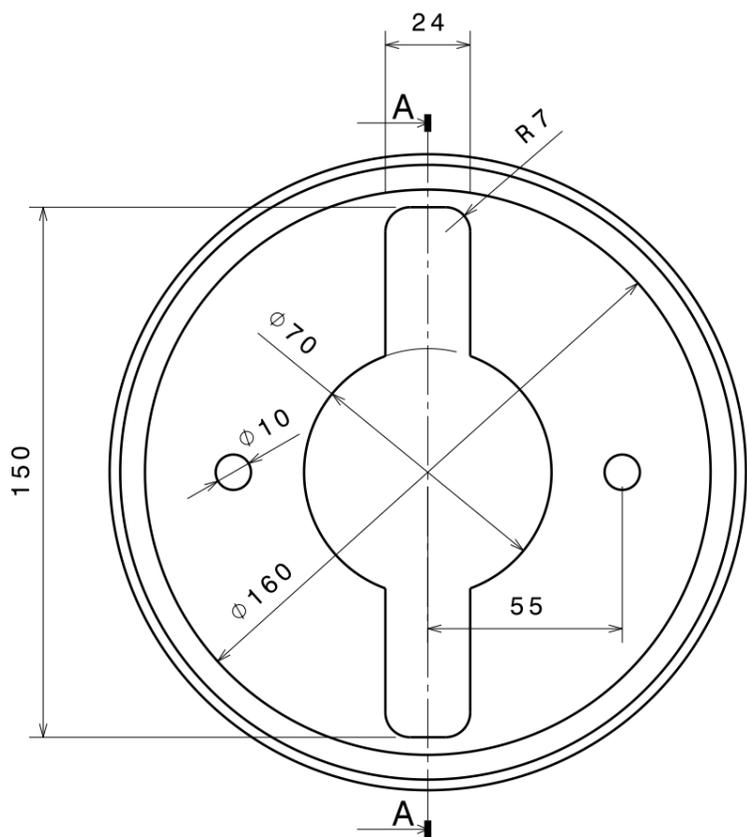
2

1

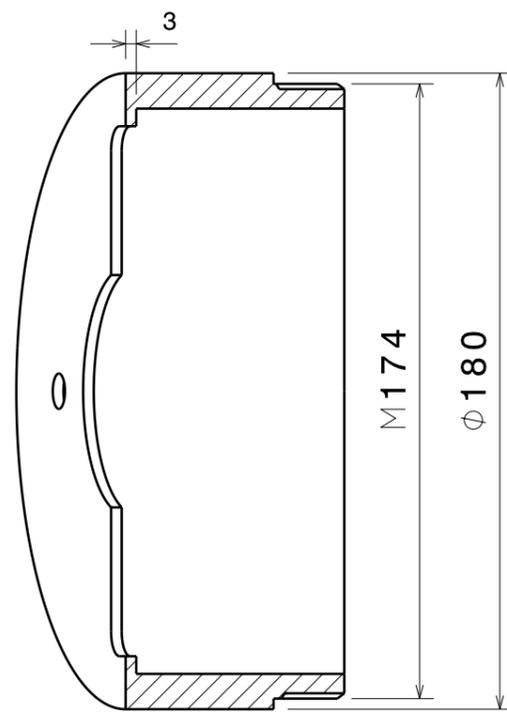


DESIGNED BY: Eduardo Vide Arribas		GRUPO LED (IZQ Y DER)		I	-
DATE: 06/07/2016				H	-
CHECKED BY: -		CÁTEDRA STADLER		G	-
DATE: -				F	-
SIZE: A3		BLOQUE 7 - PIEZA 4		E	-
SCALE: 1:3				WEIGHT (kg): -	DRAWING NUMBER: BLOQUE 7 - PIEZA 4
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.				C	-
				B	-
				A	-

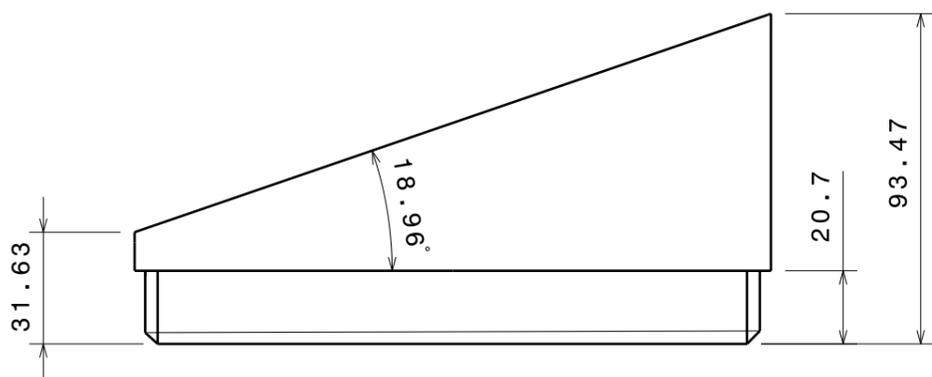
H G B A



Front view  
Scale: 1:2

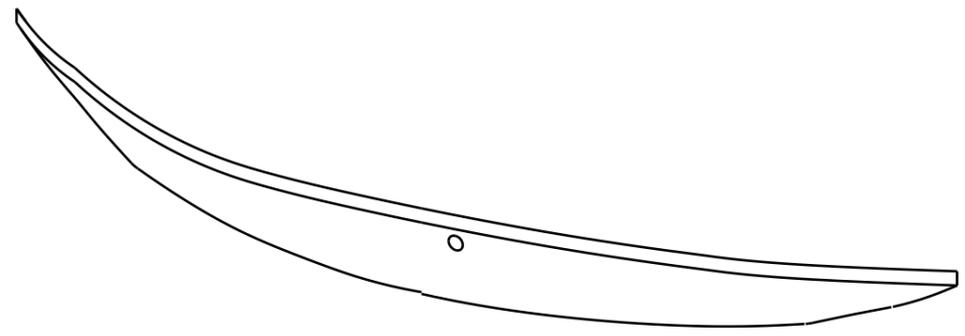


Section view A-A  
Scale: 1:2

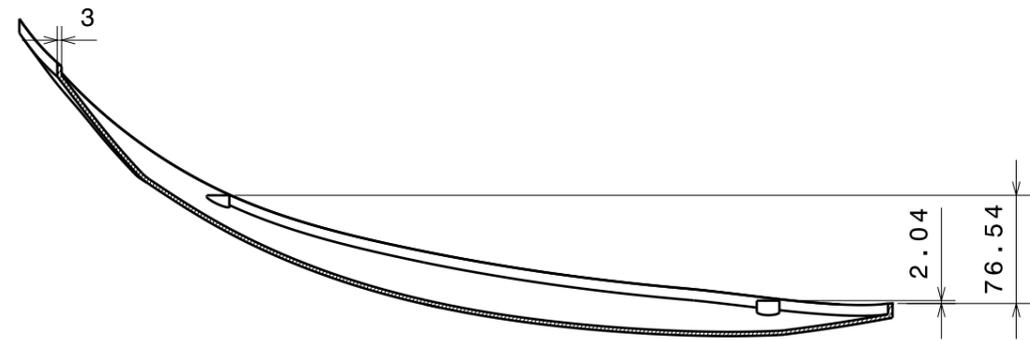


Top view  
Scale: 1:2

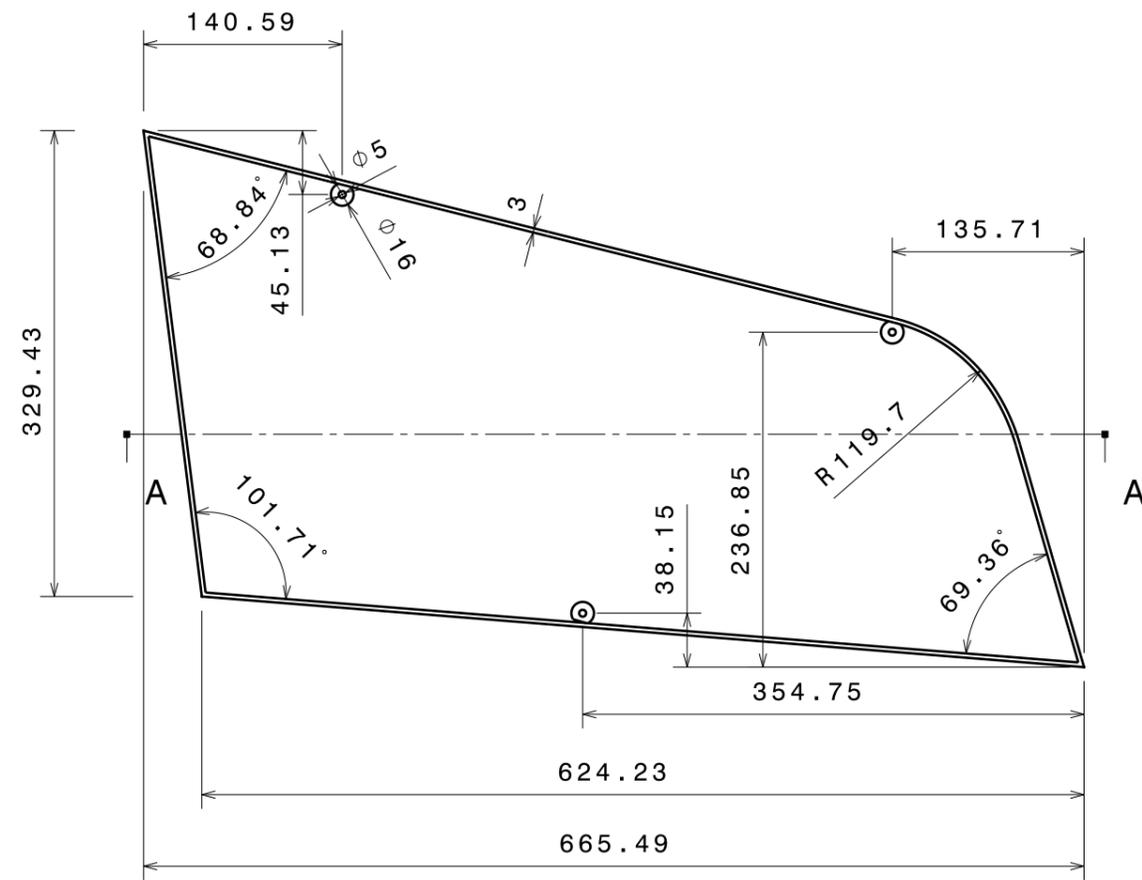
DESIGNED BY: Eduardo Vide Arribas		PILOTO (IZQ Y DER) - BASE		I	-
DATE: 01/07/2016				H	-
CHECKED BY: -		CÁTEDRA STADLER		G	-
DATE: -				F	-
SIZE A3		BLOQUE 7 - PIEZA 3		E	-
SCALE 1:2	WEIGHT (kg) 0,9			D	-
DRAWING NUMBER		SHEET		C	-
		1/1		B	-
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.				A	-



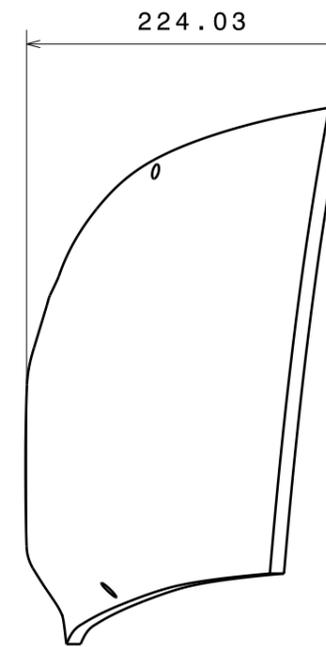
Bottom view  
Scale: 1:5



Section view A-A  
Scale: 1:5



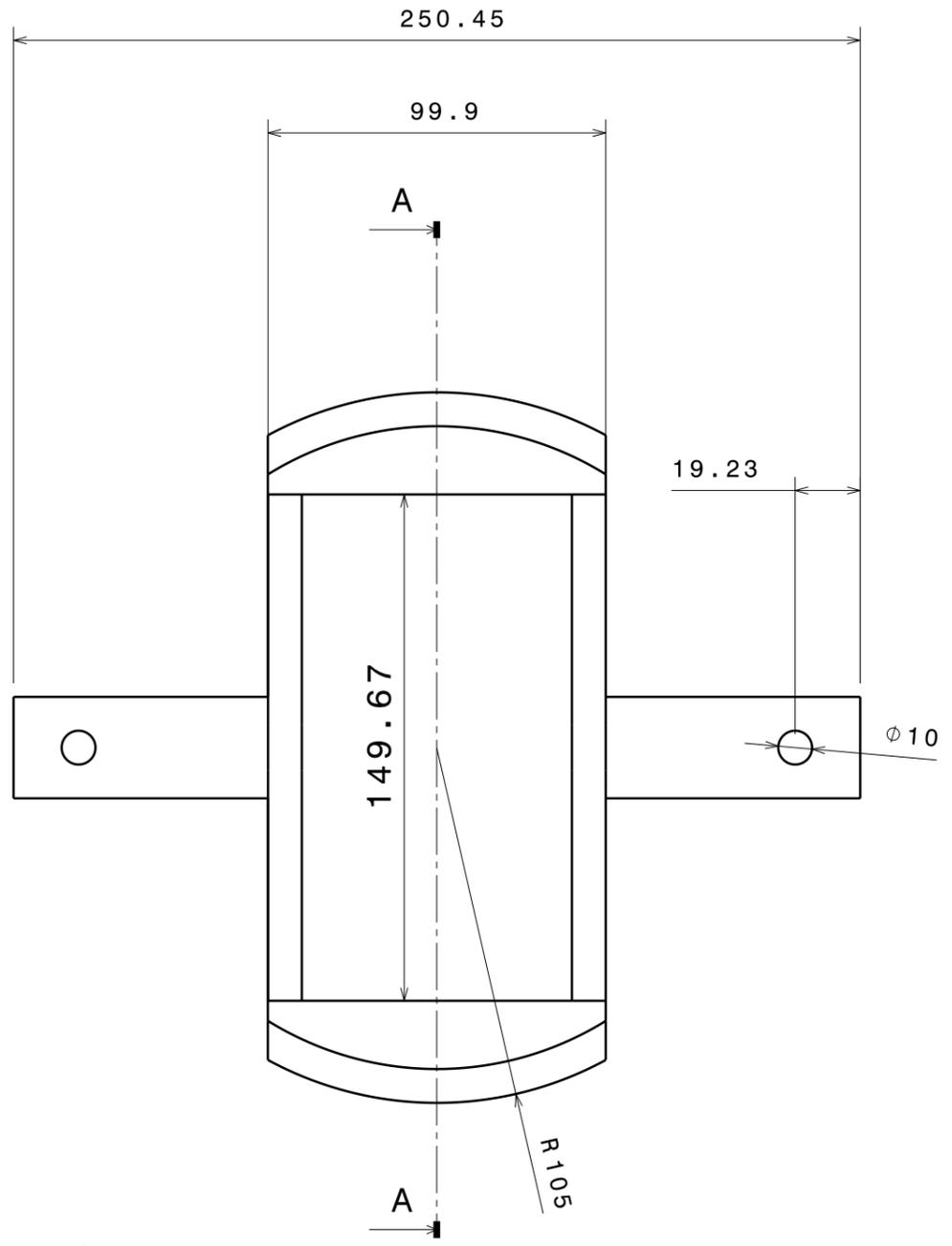
Front view  
Scale: 1:5



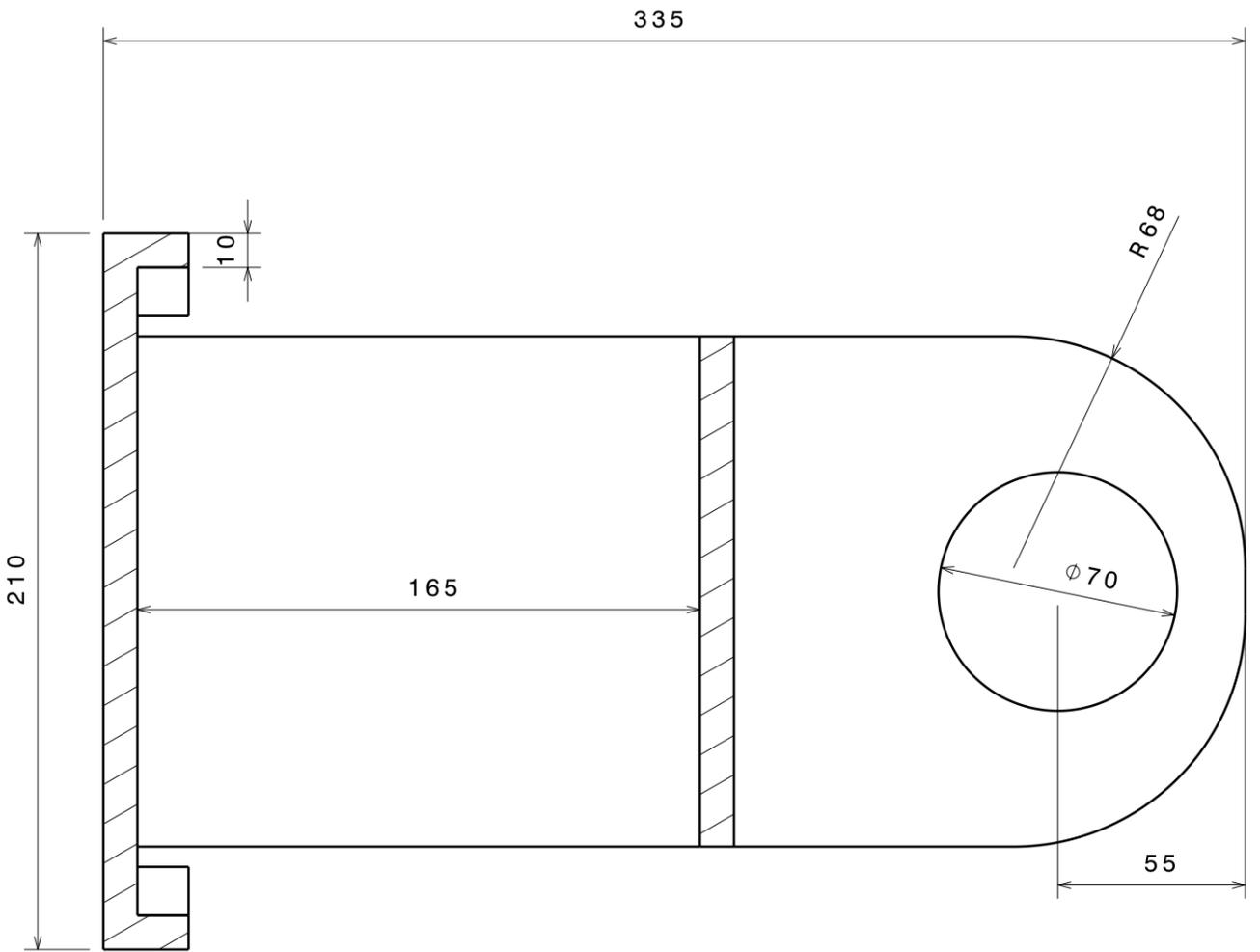
Left view  
Scale: 1:5

DESIGNED BY: Eduardo Vide Arribas		PILOTO (IZQ Y DER) CRISTAL		I	-
DATE: 01/07/2016				H	-
CHECKED BY: -		CÁTEDRA STADLER		G	-
DATE: -				F	-
SIZE: A3		BLOQUE 7 - PIEZA 2		E	-
SCALE: 1:5				WEIGHT (kg): 0,700	D
DRAWING NUMBER: -		SHEET: 1/1		C	-
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.				B	-
				A	-

H G F E D C B A



Front view  
Scale: 1:2



Section view A-A  
Scale: 1:2

4

3

2

1

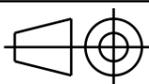
4

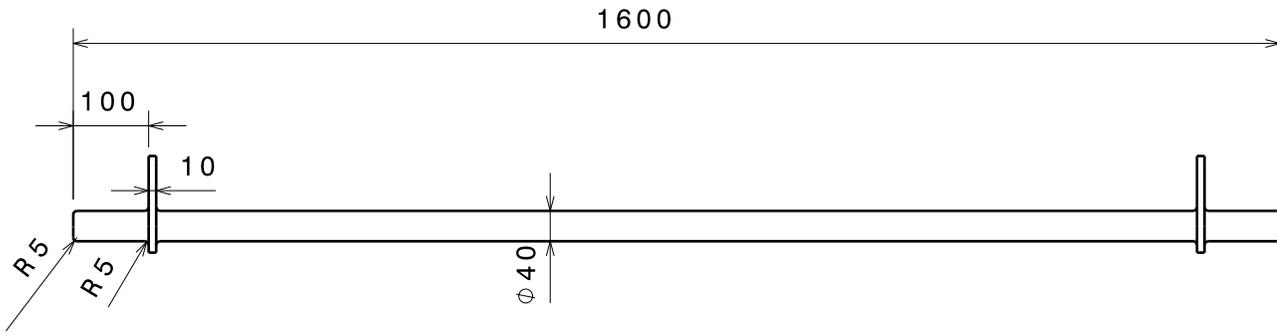
3

2

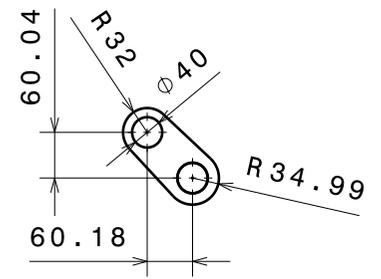
1

H G B A

DESIGNED BY: <b>Eduardo Vide Arribas</b>		<b>ÚTIL FOCO DE ALTA</b>		I	-
DATE: 05/07/2016				H	-
CHECKED BY: -				G	-
DATE: -		<b>CÁTEDRA STADLER</b>		F	-
SIZE: <b>A3</b>				E	-
SCALE: <b>1:2</b>	WEIGHT (kg): -			D	-
DRAWING NUMBER: <b>BLOQUE ÚTILES - 2</b>		SHEET: <b>1/1</b>		C	-
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.				B	-
				A	-



Front view  
Scale: 1:10



Left view  
Scale: 1:10

DESIGNED BY:  
Eduardo Vide Arribas  
DATE:  
04/07/2016

CHECKED BY:  
-  
DATE:  
-

SIZE  
**A4**



SCALE  
**1:10**

WEIGHT (kg)  
-

# ÚTIL PORTÓN BARRA

CÁTEDRA STADLER

DRAWING NUMBER  
**BLOQUE ÚTILES - 3**

SHEET  
**1 / 1**

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D

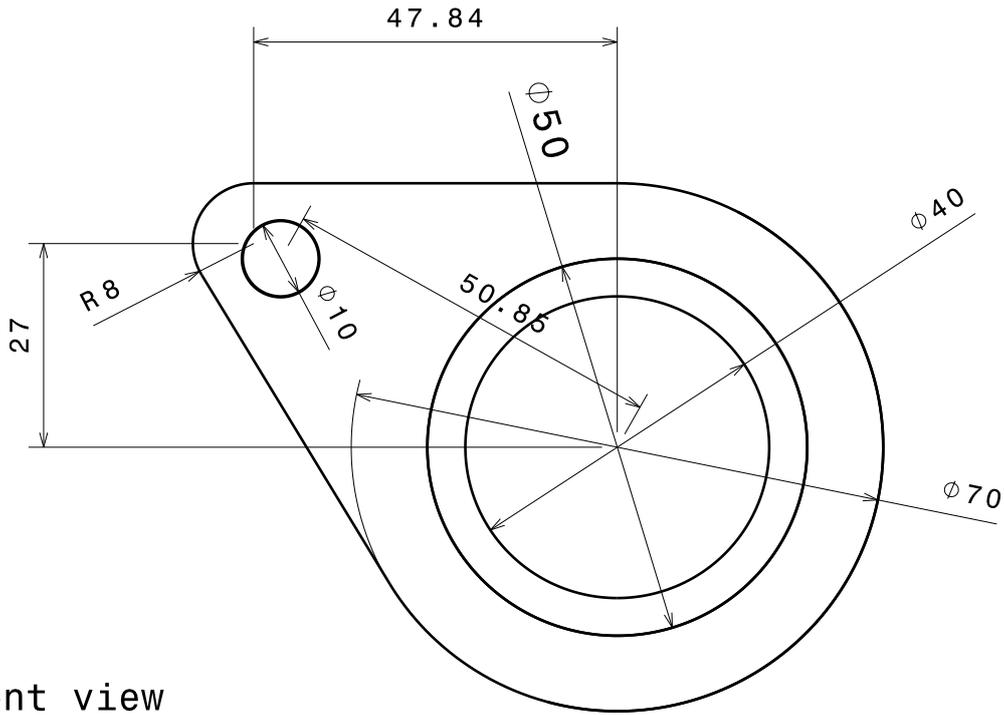
C

B

A

4

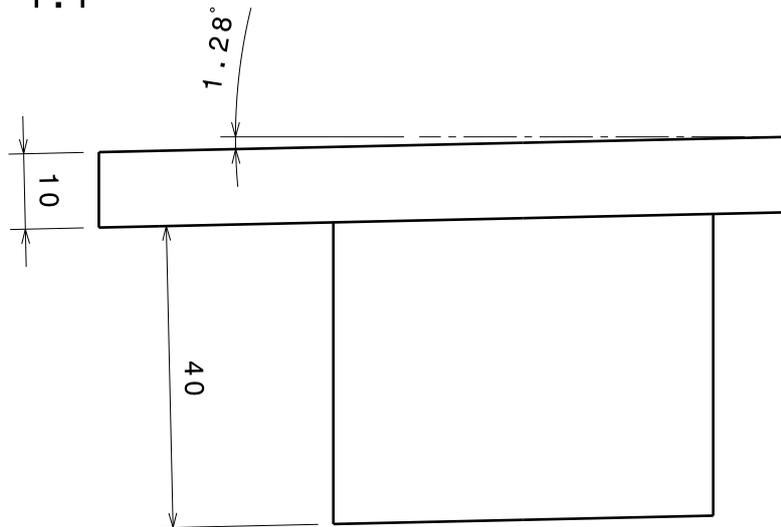
4



Front view  
Scale: 1:1

3

3



Top view  
Scale: 1:1

2

2

DESIGNED BY:

Eduardo Vide Arribas

DATE:

05/07/2016

CHECKED BY:

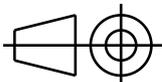
-

DATE:

-

SIZE

A4



# ÚTIL PORTÓN SOPORTE

## CÁTEDRA STADLER

SCALE

1:1

WEIGHT (kg)

-

DRAWING NUMBER

BLOQUE ÚTILES - 4

SHEET

1/1

I

-

H

-

G

-

F

-

E

-

D

-

C

-

B

-

A

-

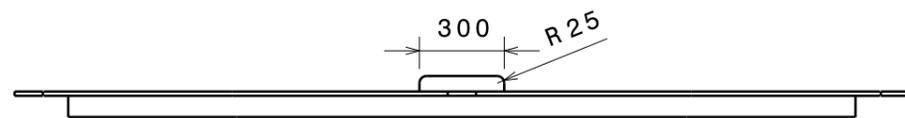
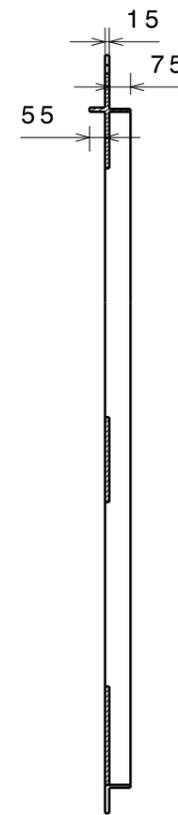
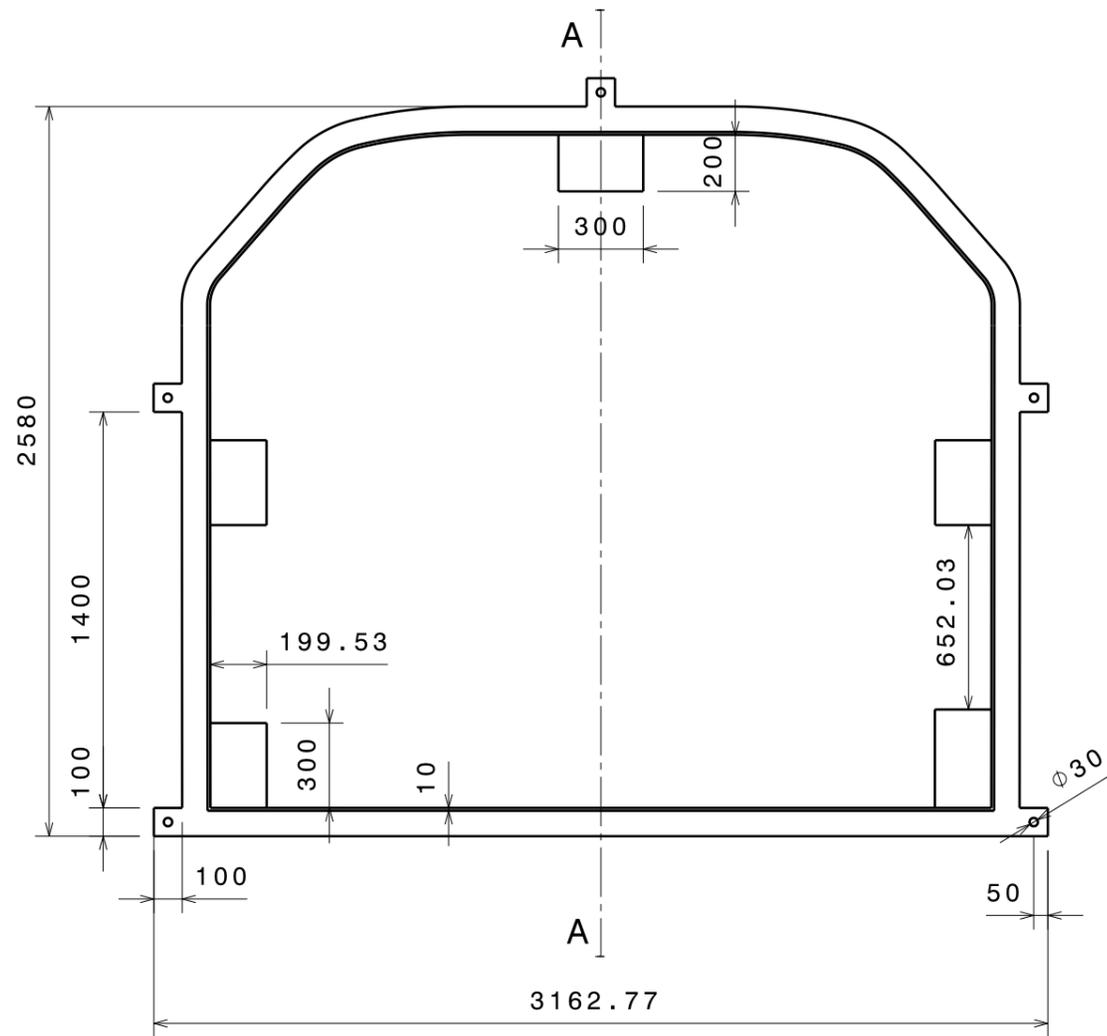
1

1

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D

A



DESIGNED BY: Eduardo Vide Arribas		<b>ÚTIL DE TRANSPORTE</b>		I	-
DATE: 03/07/2016				H	-
CHECKED BY: -		<b>CÁTEDRA STADLER</b>		G	-
DATE: -				F	-
SIZE <b>A3</b>		<b>BLOQUE ÚTILES - 1</b>		E	-
SCALE <b>1:25</b>				WEIGHT (kg) -	DRAWING NUMBER <b>1 / 1</b>
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.				C	-
				B	-
				A	-