

## DISEÑO DE UN CONTENEDOR ESPECÍFICO MODULAR Y DESMONTABLE PARA LA INDUSTRIA DEL AUTOMÓVIL

Rubén Rebollar

Iván Lidón

Juan L. Cano

*Universidad de Zaragoza*

### **Abstract**

In the automotive sector is necessary to transport parts from suppliers or from other locations to be used in subsequent assemblies. These parts should be handled in containers specifically designed for transport, since they cannot be rubbed and it must facilitate access to part of a worker or a machine for removal.

The problems associated with these containers is the fact that if the part is no longer manufactured or suffers a small change in design, the containers cannot be reused and must be scrapped.

Also, when a container gets hit, it becomes unusable and must be replaced by a new one, because they are made of steel and all parts are welded. The difficulty makes maintenance more often opting for the replacement of the container rather than repair.

It requires a container that can be reused as many times as you like, and also can be adapted to different parts; avoiding the need to destroy each change or when it is damaged.

This container should be removable and should allow the exchange of one or more parts of it if damaged.

**Keywords:** *container; modular; logistic; design*

### **Resumen**

En el sector del automóvil es necesario transportar piezas desde proveedores o desde otras ubicaciones para ser utilizadas en ensamblajes posteriores. Estas piezas deben ser manipuladas en contenedores específicamente diseñados para su transporte, ya que no pueden sufrir roces y además deben facilitar el acceso a la pieza de un trabajador o de una máquina para su extracción.

La problemática asociada a estos contenedores estriba en el hecho de que si la pieza se deja de fabricar o sufre alguna pequeña modificación en su diseño, los contenedores no se pueden reutilizar y deben achataarse.

Asimismo, cuando un contenedor sufre un golpe, éste queda inservible y debe ser reemplazado por uno nuevo, debido a que están realizados en acero y todas las piezas son soldadas. La dificultad del mantenimiento hace que la mayoría de las veces se opte por la sustitución del contenedor en vez de por su reparación.

Se hace necesario un contenedor que pueda ser reutilizado tantas veces como se quiera, y que además pueda ser adaptado a distintas piezas; evitando tener que destruirlos con cada cambio o cuando es dañado.

Dicho contenedor deberá ser desmontable y debe permitir intercambiar una o más partes del mismo si resultan dañadas..

**Palabras clave:** contenedor; modular; logística; diseño

## 1. Introducción

El sector del automóvil es un gran consumidor de contenedores, ya que cada pieza o subconjunto que posteriormente se ensamblará en el montaje final del automóvil viene almacenado y transportado en un contenedor específico y único para esa pieza o subconjunto.

En la Figura 1 se pueden observar un ejemplo de contenedor específico.

**Figura 1: Contenedor específico**



Un solo modelo de automóvil, puede necesitar dependiendo del volumen de producción, de más de 100.000 contenedores, de los cuales alrededor del 20% son específicos, el resto de contenedores se denominan estándar y son para piezas a granel, por lo que no están especialmente diseñados para la pieza que contienen.

Los contenedores específicos están construidos en su práctica totalidad en perfil de acero al carbono, aunque alguna de las partes está realizada en plástico, goma o plastisolado para permitir el almacenamiento y transporte de las piezas sin que sufran ningún tipo de roce o desperfecto.

Actualmente la permanencia en el mercado de un modelo de automóvil, antes de ser sustituido por otro, es de unos 5 años y la tendencia es a bajar aun más (Moral, 2000). Cualquier modificación en el modelo de automóvil, por pequeña que esta sea hace que una gran parte de las piezas y subconjuntos sean distintos y que los contenedores que se están utilizando ya no sirvan, teniendo como único fin el achatarramiento de los mismos.

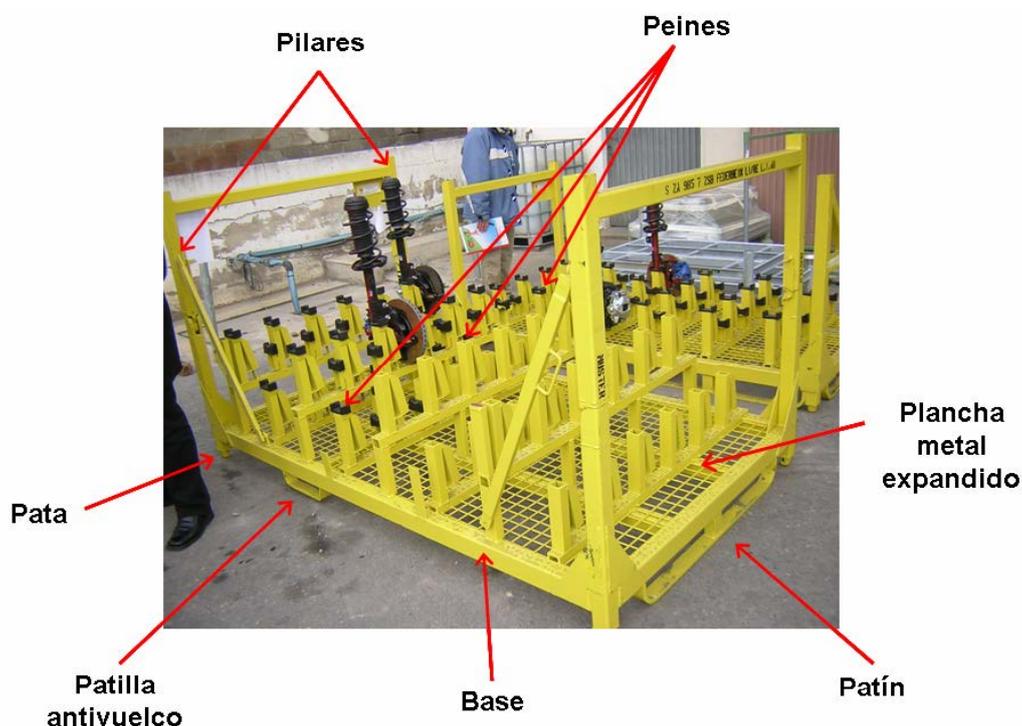
Sin embargo todos esos contenedores tienen una vida útil muy superior a esos 5 años, lo que supone un despilfarro inaceptable de materias primas y energía. Si los contenedores fueran de fácil desensamblado y pudieran ser reutilizados para los siguientes modelos de automóviles, el ahorro en materias primas y energía sería muy elevado.

### 1.1. Concepto actual de contenedor específico

Las partes más importantes que se distinguen en un contenedor específico se pueden ver en la Figura 2. En la fabricación se distinguen tres subconjuntos estructurales:

- Modulo Base: incluye las patillas antivuelco, patines, patas, plancha de acero o de metal expandido y la base.
- Modulo Pilares: incluye los pilares o laterales.
- Modulo Peines. Su diseño es específico para cada pieza. Mantienen las piezas en una determinada posición separadas entre si.

Figura 2. Piezas de un contenedor específico



El nivel de tecnología empleado en la fabricación de este contenedor es el típico de un trabajo de calderería donde el corte, el doblado, la soldadura y la pintura de perfiles y chapas de acero es la base principal de la misma. La maquinaria utilizada es la típica en estos casos: sierras de corte, dobladoras, taladros, etc.

### 1.2. El ciclo de vida del contenedor

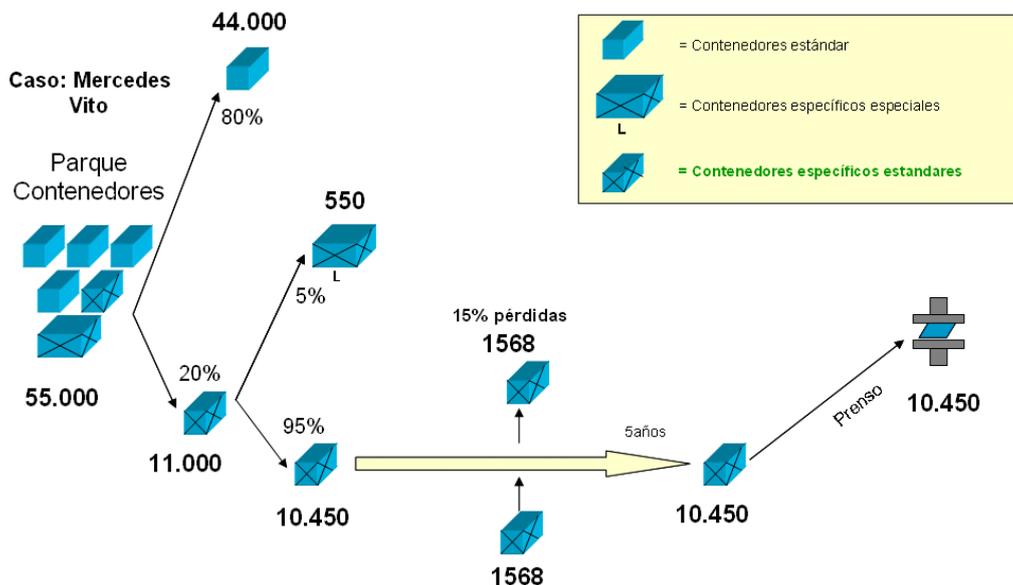
En la Figura 3 se observa un ejemplo de la composición de un parque de contenedores, en este caso es el de la fabricación de la furgoneta Mercedes Vito en Vitoria.

Se puede observar que de la totalidad de los contenedores del parque, el 20% corresponden a contenedores específicos y de este porcentaje un 95% de los contenedores podría ser susceptible de estandarización en un nuevo concepto, solamente un 5% quedaría fuera, debido a las especiales dimensiones que tienen algunas piezas.

Es especialmente relevante el hecho de que si se necesita un número concreto de contenedores para mantener la producción, se han de fabricar un 15% más, debido a que en

los 5 años se producen, por diferentes razones, pérdidas de contenedores en ese porcentaje en las instalaciones de los diferentes agentes relacionados con el mismo.

**Figura 3. Ejemplo de parque de contenedores**



En la Figura 4 se puede ver el ciclo de vida de un contenedor, y los diferentes agentes que intervienen en el mismo (Cano, Rebollar, Lidón, 2006).

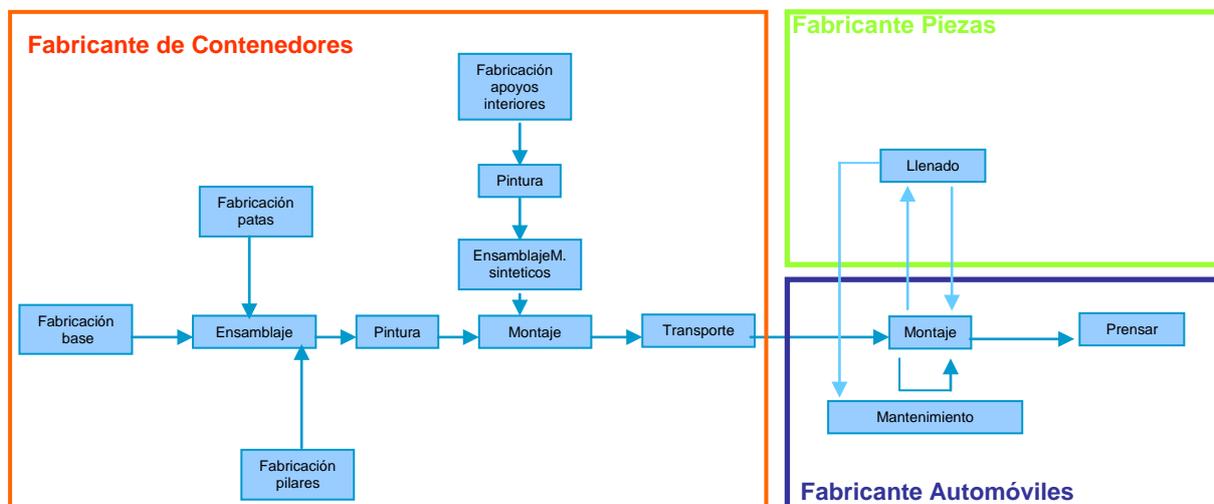
Dependiendo de la propiedad del contenedor, algunas tareas pueden ser realizadas por un agente diferente, como por ejemplo el mantenimiento, que puede ser llevado a cabo por el fabricante de piezas o incluso subcontratado a un tercero.

Las pérdidas del 15% de los contenedores específicos durante su ciclo de vida se deben a:

- Deficiencias en el sistema de control de posición.
- Negligencias.
- Falta de interés de las empresas productoras de piezas, al no ser las propietarias de los contenedores específicos.
- Numerosas salidas del circuito debidos al mantenimiento.
- Deterioros tales que no es rentable realizar mantenimiento.

Además hay que tener en cuenta que anualmente se producen daños en aproximadamente el 10% de los contenedores; éstos salen del circuito y se dejan en el exterior de la nave. Allí se dejan, teóricamente, para ser clasificados según el grado de deterioro y saber si es rentable realizar el mantenimiento o llevarlos a chatarra, y en ambos casos esperan a que su número sea adecuado para el transporte o a que se necesiten con urgencia para un pedido; en la práctica resulta más cómodo sustituir estos contenedores por otros nuevos que localizarlos y mantenerlos.

Figura 4. Ciclo de vida de un contenedor



## 2.- Problemática asociada al concepto actual

### 2.1. Problemas relacionados con el transporte

En la actualidad, al fabricarse el contenedor mediante soldadura hace que el transporte desde el fabricante del contenedor hasta la empresa fabricante de automóviles o alguno de sus proveedores, tenga que hacerse con los contenedores totalmente montados.

Esto significa que el número de contenedores a enviar en un camión sean pocos, y que repercute notablemente sobre el precio del mismo. Actualmente entre el 5-10% del coste de contenedor se debe a coste de transporte.

### 2.2. Problemas relacionados con el mantenimiento

Debido al gran número de contenedores que deben ir a mantenimiento y el alto coste que esto supone, merece especial atención analizar que ocurre con los contenedores durante su vida útil.

Para evaluar cuáles son las partes más susceptibles de sufrir algún tipo de daño y qué operaciones son las causantes de los mismos, se han realizado una serie de visitas a empresas usuarias de contenedores específicos y se han mantenido entrevistas con distintos grupos de trabajadores de las empresas, para evaluar los tipos de problemas de cada colectivo en relación a los contenedores (Rebollar, Cano, Lidón, 2007).

Con la información recopilada y teniendo en cuenta la frecuencia de aparición del problema y la gravedad del mismo se ha elaborado la tabla 1, en la que la gravedad del daño queda establecida en la siguiente escala.

- Muy importante: El contenedor no puede seguir en línea, necesita mantenimiento.
- Importante: Si afecta a la calidad de las piezas o puede provocar otros daños se lleva a mantenimiento.
- Significativa: El contenedor se mantiene en línea, pero se debería controlar.
- Leve: el contenedor se mantendrá en la línea.

**Tabla 1. Valoración de los daños que sufren los contenedores actuales.**

<b>Parte</b>	<b>Daño</b>	<b>Causa</b>	<b>Frec.</b>	<b>Impacto</b>	<b>Gravedad</b>
<b>Patín</b>	Desgaste Deformación	Arrastre por el suelo	Alta	Tolerable	Significativa
<b>Pata</b>	Desgaste Deformación Rotura	Arrastre por el suelo Golpes en la manipulación	Alta	Dañino	Importante
<b>Patilla antivuelco</b>	Rotura Doblado	Fatiga materiales Soldadura en malas condiciones Golpes en la manipulación	Alta	Dañino	Importante
<b>Base</b>	Deformación	Golpes en la manipulación	Media	Tolerable	Leve
<b>Pilares</b>	Abertura Perfil	Defecto de fabricación	Baja	Intolerable	Significativa
	Doblados	Caída contenedor Golpes en la manipulación	Media	Intolerable	Importante
<b>Laterales</b>	Rotura Deformación	Uñas carretilla desniveladas Fallo del operario en la manipulación Descuadre de tornillos y remaches en el transporte	Alta	Dañino	Importante
<b>Peines</b>	Rotura Deformación	Uso Golpes	Alta	Intolerable	Muy importante

Las Figuras 5, 6 y 7, muestran algunos ejemplos de los daños mencionados en la Tabla 1.

**Figura 5. Contenedor con partes dobladas por caída**



**Figura 6. Contenedor con pilar y lateral doblados**



**Figura 7. Contenedor con pilar rajado**



### 2.3. Problemas relacionados con el reciclaje

Debido a que el contenedor actual se fabrica mediante soldadura, el reaprovechamiento de los contenedores para nuevos modelos de automóvil es nulo, con el consiguiente despilfarro de materias primas y energía.

Al mismo tiempo, el reciclaje del mismo no se realiza de la manera adecuada separando los diferentes materiales que lo componen (acero y goma). Simplemente se achatarra todo el conjunto, ya que no es fácil separar la parte de goma de la parte de acero.

### 3.- Especificación de diseño

A la vista de todo lo anterior se propone el diseño de un nuevo contenedor específico para el sector del automóvil, cuyo concepto tenga en cuenta las siguientes características:

- **Modular.** La mayoría de los contenedores específicos necesarios para un modelo de automóvil deben poder ser montados a partir de una serie pequeña de módulos diferentes.
  - Abaratará los costes de producción, al poderse realizar en lotes muy grandes y en cualquier lugar del mundo.
  - Facilitará el transporte y el almacenamiento de los módulos.
  - Facilitará el mantenimiento, ya que solamente será necesario sustituir el módulo dañado.
- **Desmontable.** Los módulos que forman el contenedor deben poder ser ensamblados y desensamblados cuantas veces sean necesarias, sin afectar a sus características de rigidez.
  - Facilitará el transporte de los contenedores completos, al poder ser transportados desmontados.
  - Disminuirá los costes de transporte, por la razón anterior.
  - Permitirá la reutilización para otros modelos de automóviles.
  - Facilitará el reciclaje, al poder separar fácilmente los diferentes componentes.
  - Facilitará el mantenimiento, pudiendo aislar y desmontar aquellas partes que han resultado dañadas.
- **Diseñado para el uso.**
  - Fácilmente deslizable sobre el suelo.
  - Fácilmente apilable.
  - De menor peso que el actual, que facilite su manipulación.
  - De mayor rigidez que el actual.
  - Protegido frente a los golpes accidentales de las uñas de las carretillas.

Así, el nuevo concepto de contenedor, aminorará la mayoría de los problemas que tiene el concepto actual de contenedor específico.

#### 4.- Diseño final

El tamaño de los contenedores viene determinado principalmente por el tamaño de la caja del camión que lo va a transportar. Es necesaria la correcta cubicación de los camiones con el fin de abaratar el coste del transporte, tanto desde el fabricante de contenedores al fabricante de automóviles, como desde el fabricante de piezas al de automóviles y viceversa.

Como se ha comentado anteriormente aproximadamente un 5% de los contenedores específicos tienen unas dimensiones especiales que hace que resulte difícil de poderlos reutilizar en otros modelos y por tanto no merece la pena incluirlos en la propuesta de modularidad.

A la vista de los tamaños utilizados por los principales fabricantes de automóviles se han propuesto las siguientes medidas de contenedores, que permiten la cubicación de los camiones y que representan el 95% de los contenedores específicos utilizados habitualmente, y que se encuentran reflejadas en la Tabla 2.

**Tabla 2. Propuesta de tamaños de contenedores**

<b>Largo</b>	<b>Ancho</b>	<b>Alto</b>
1400	1200	1450
1600	1200	1450
1800	1200	1450
2000	1200	1450
2200	1200	1450
2400	1200	1450
2600	1200	1450

Estructuralmente, se ha dividido el contenedor en tres elementos:

- **Base.** Tiene las mismas funciones y características que las bases del concepto anterior, pero en esta ocasión está formada por dos piezas distintas. Un bastidor en forma de “U”, de la que necesitaremos 2 unidades y un panel tipo sándwich del que necesitaremos una unidad.

La base está formada por dos bastidores en forma de “U” idénticos ensamblados entre sí mediante unos anclajes, entre los que se introduce el panel que aporta principalmente la rigidez, y la posibilidad de atornillar sobre el mismo. Los bastidores se ensamblan mediante unas uniones atornilladas a modo de anclaje ubicados en sus extremos, por la parte central; tal y como se observa en la Figura 8.

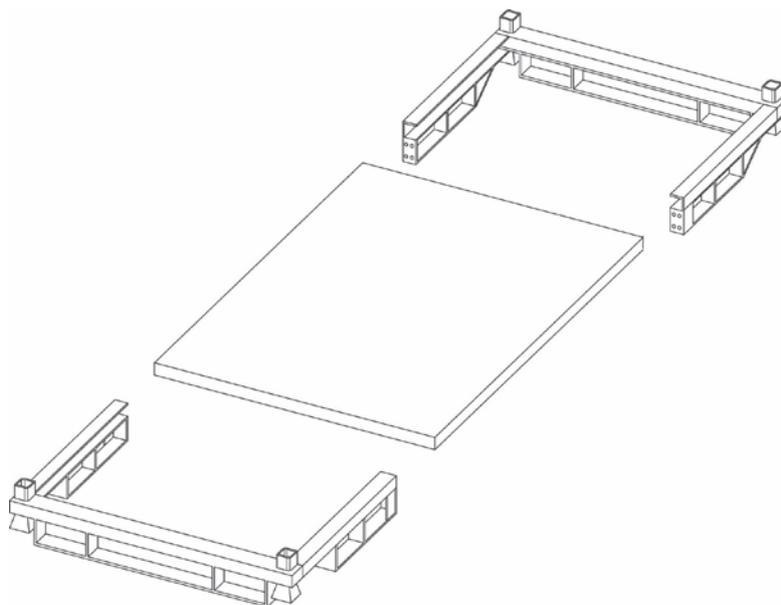
Para adaptarse a la modularidad propuesta se hace necesario disponer de 7 piezas diferentes en forma de “U” donde la única diferencia es la longitud y también 7 paneles sándwich diferentes.

- **Pilares.** Para completar la estructura del contenedor, se utilizan cuatro pilares de perfil abierto y ranuras en su cara opuesta que encajan en las cuatro esquinas de la base y son sujetos mediante unos medios de fijación formados por cuatro piezas en forma de cuña (dos piezas menores y dos piezas mayores), un espárrago roscado que atraviesa una de las piezas menores y hace tope en la otra atravesándola o no, mediante una fijación a la misma, unas arandelas atravesadas por el espárrago y una tuerca roscada en el extremo libre del espárrago, que permite la sujeción del pilar al

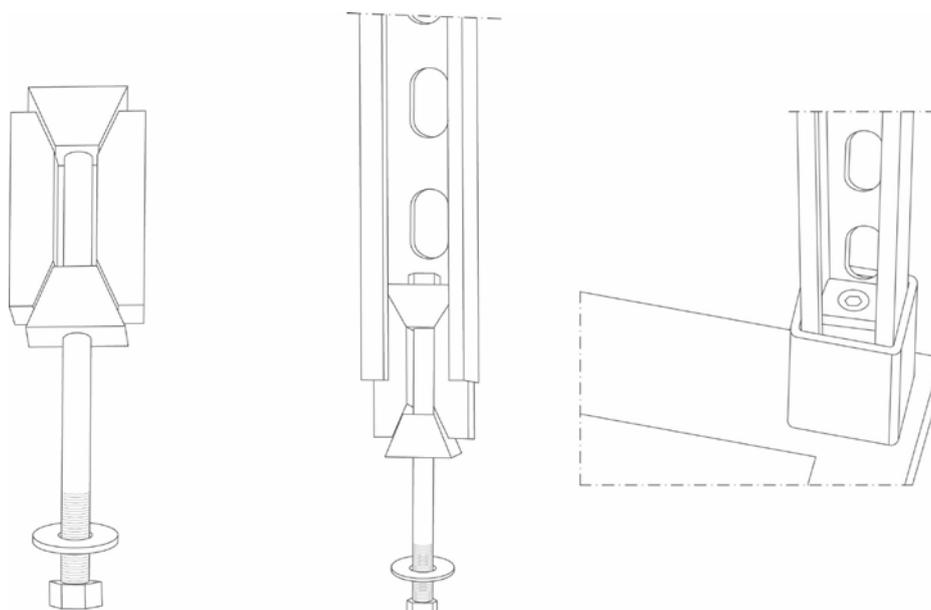
bastidor de la base; quedando la unión oculta y protegida en el interior del pilar y el apilador tal y como se observa en las figura 9.

De esta forma al hacer girar hacia la derecha la rosca alrededor del espárrago, ésta aprieta una de las piezas menores de tal forma que ésta empuja las dos piezas mayores provocando una expansión del conjunto que forma los medios de fijación, realizando un apriete contra las paredes interiores del pilar que pueden ser unos perfiles abiertos o perfiles huecos.

**Figura 8. Vista explosionada de los elementos de la base del contenedor.**



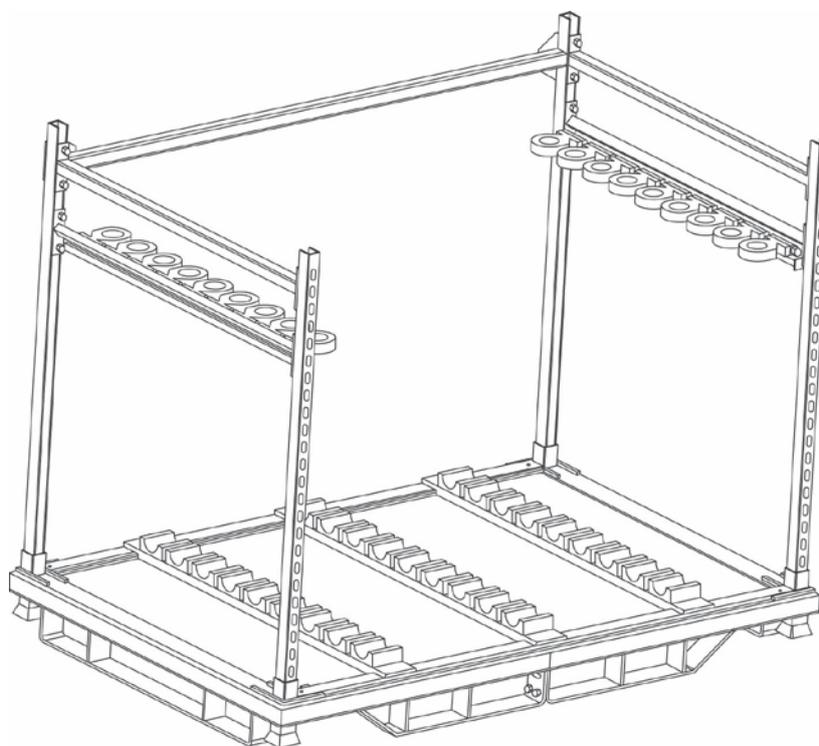
**Figura 9. Vista en detalle de la unión interior entre base y pilar.**



Para aumentar la rigidez del sistema, el contenedor dispone de barras de refuerzo ubicadas entre dos pilares y fijadas a los mismos de tal forma que, tal y como se observa en la Figura 10, la estructura se ve reforzada por dos barras de refuerzo ubicadas en la parte superior de los laterales del contenedor, y una barra de refuerzo ubicada en la parte posterior, a la misma altura o a distinta altura dependiendo de la configuración del contenedor.

- **Peines.** El contenedor se completa con una serie de peines desmontables que permiten la colocación exacta de unas piezas dentro del contenedor. Dichos peines se distribuyen y ubican según las especificaciones de las piezas a contener, esto se hace posible al encontrarse dichos peines dispuestos sobre unos soportes definidos por unas barras que se fijan a los pilares y/o a la base, ya sea en el panel o en los bastidores de dicha base, según necesidad. Figura 10.

**Figura 10. Montaje final del contenedor con las barras de refuerzo y los peines.**



## 5. Conclusiones

El diseño presentado se ajusta perfectamente a las especificaciones de diseño presentadas.

- Es modular, permitiendo que se adapte al 90-95 % de los contenedores específicos de un modelo de automóvil. Esta aproximación está basada en el estudio del parque de contenedores específicos de un modelo concreto de automóvil fabricado en España, la Mercedes Vito.
- Es reutilizable, cuando la pieza que contiene necesite un cambio geométrico o desaparezca y sea sustituida por otra, solamente habrá que retirar los peines antiguos y sustituirlos por unos nuevos adecuados a la nueva geometría de la pieza.

- Es desmontable y de fácil mantenimiento. Al ser modular, y los ensamblajes entre módulos ser atornillados, cuando una pieza o módulo sufre un desperfecto se puede sustituir por otro nuevo fácilmente.

Adicionalmente se han realizado diferentes cálculos estructurales para verificar que el diseño cumple con los cuadernos de cargas que los fabricantes del automóvil exigen.

Finalmente decir que este diseño ha sido patentado por la Universidad de Zaragoza y en estos momentos se está en el proceso de transferencia a empresas del sector.

## 6. Referencias

Cano, J.L., Rebollar, R., Lidón, I. (2006). Revisión del concepto de contenedor específico para el sector del automóvil. En *X Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos*. Valencia: AEIPRO.

Moral, M. J. (2000). El ciclo de los modelos de automóviles en el mercado español. *Economía Industrial*, 332 (II), 11-19.

Rebollar, R., Cano, J.L., Lidón, I. (2007). Hacia un nuevo concepto de contenedor específico en el sector del automóvil: problemática derivada del concepto actual. En *X Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos*. Valencia: AEIPRO.

## Correspondencia (Para más información contacte con):

Rubén Rebollar Rubio.  
Phone: + 34 976 76 19 10  
Fax: + 34 976 76 22 35  
E-mail: [rebollar@unizar.es](mailto:rebollar@unizar.es)