

# INSTALACIÓN PARA ENSAYOS DE SEGURIDAD DE LA CARGA DE UN AUTOMÓVIL (“CITY CRASH”)

Manuel Edo Dieste; Víctor Oliveras Mérida

*Centro Técnico de SEAT*

Margarita González Benítez

*Cátedra SEAT - UPC*

## Abstract

Among the tests that are carried out to the lifting bars system of an automobile, there is one of load security denominated City Crash that consists of an impact at 30 km/h with a controlled deceleration of maximum 12g. The test is made with a load on the bars of the 120% of the nominal, assembled on a body fixed to a sleigh that hits against a deformable barrier.

In CT SEAT exists a low speed impact installation which is unapt for this test. The project has consisted of incorporating a compatible system with the existing one for this application.

The main problem to solve has been the limitation of mass of the existing pneumatic impelling system. This has forced to replace the usual sleigh in these tests by the own body to which the following is added: a crash device and carts on rails directly coupled to the fixations of the assembly line of the vehicle. Thus it is possible not to exceed the maximum mass that the impeller is able to carry to the required speed and we obtain a guidance system that does not interfere with the existing tests.

The assembly is made hit against a deformable barrier in such a controlled way that provides the deceleration prescribed in the test.

The installation is complemented with a configuration of speed calibration in which the deformable barrier is replaced by a braking system.

**Keywords:** *City-Crash; security tests; automotive*

## Resumen

Entre las pruebas que se realizan al sistema de barras portantes de un automóvil, hay una de seguridad de la carga denominada City Crash que consiste en un impacto a 30 km/h con una deceleración controlada máxima de 12 g. La prueba se realiza con una carga sobre las barras del 120% de la nominal, montadas sobre una carrocería fijada en un trineo que impacta contra una barrera deformable.

En CT SEAT existe una instalación de impacto a baja velocidad no apta para esta prueba. El proyecto ha consistido en incorporar un sistema compatible con el actual para esta aplicación.

El principal problema a resolver ha sido la limitación de masa del sistema impulsor neumático existente. Esto ha obligado a sustituir el trineo habitual en estas pruebas por la propia carrocería a la que se le añaden un impactador y unos carros sobre rieles que se acoplan directamente a las fijaciones de montaje en línea del vehículo. Así se consigue no

sobrepasar la masa máxima que el impulsor es capaz de llevar a la velocidad requerida y un sistema de guiado que no interfiere con las pruebas actuales.

El conjunto se hace impactar contra una barrera deformable de forma controlada que proporciona la deceleración prescrita en la prueba.

La instalación se complementa con una configuración de calibración de velocidad en la que se sustituye la barrera deformable por un sistema de frenado.

**Palabras clave:** *City-Crash; ensayos seguridad; automoción*

## 1. Introducción

Para la homologación, por parte de un fabricante de vehículos, de un sistema de barras portaequipajes son necesarias varios ensayos que van desde pruebas sobre materiales y recubrimientos, hasta pruebas de fatiga mecánica y seguridad pasiva.

Dentro de este grupo de ensayos hay uno denominado “City Crash” que simula un impacto en un entorno de ciudad de un vehículo que lleve montadas barras portantes cargadas con la máxima carga admisible.

El ensayo está descrito en la norma ISO 11154-5 que es la utilizada por los fabricantes de accesorios. En el Consorcio VW se utiliza una norma propia más exigente que la ISO utilizando para ello una carrocería completa a fin de validar el comportamiento del conjunto barras y carrocería.

La prueba realiza lanzando a 30 km/h el conjunto carrocería con las barras portaequipajes cargadas al 120% de la carga nominal contra una barrera deformable que origine sobre el conjunto una deceleración de 12 g con unas rampas de subida, mantenimiento y bajada de aceleración determinadas. Se admiten deformaciones permanentes tanto en carrocería como en barras pero no se permite el desprendimiento de la carga ni la proyección de piezas o partes de piezas de masa superior a 10 gramos (Norma E DIN 75302:2006-05).

La prueba se realiza montando el conjunto sobre un trineo al que se le comunica la velocidad necesaria y que impacta sobre la barrera deformable. Existen otros tipos de barrera no deformable que absorben la energía del impacto mediante elementos elásticos, pero no proporcionan un control tan eficiente de la deceleración como la barrera deformable y son de implementación más compleja que una barrera deformable.

La tendencia actual es utilizar el sistema de catapulta inversa en el que se aplica directamente al conjunto una aceleración controlada en sentido inverso en lugar del impacto contra una barrera.

## 2. Objetivo

El objetivo del proyecto es la implementación en Centro Técnico de Seat de una instalación para la realización de esta prueba sobre la base de una instalación ya existente de impacto a baja velocidad, que es utilizada actualmente para pruebas de impacto para validación de parachoques en los vehículos y pruebas de RCAR destinadas a valorar la seguridad y los costes de reparación en el caso de impactos a baja velocidad.

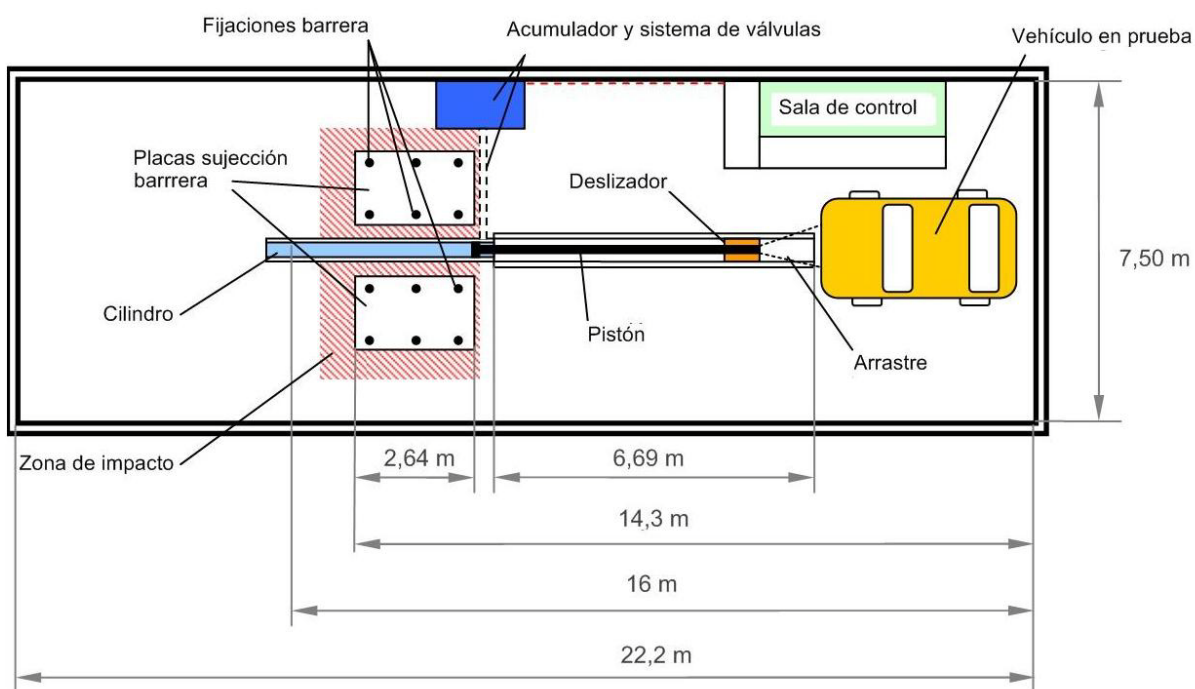
Los ensayos City Crash se realizan actualmente en instalaciones externas al CT SEAT con la consiguiente falta de flexibilidad en el tiempo que esto origina y con elevados costes en logística y desplazamientos de personal.

### 3. Proyecto

#### 3.1 Instalación actual

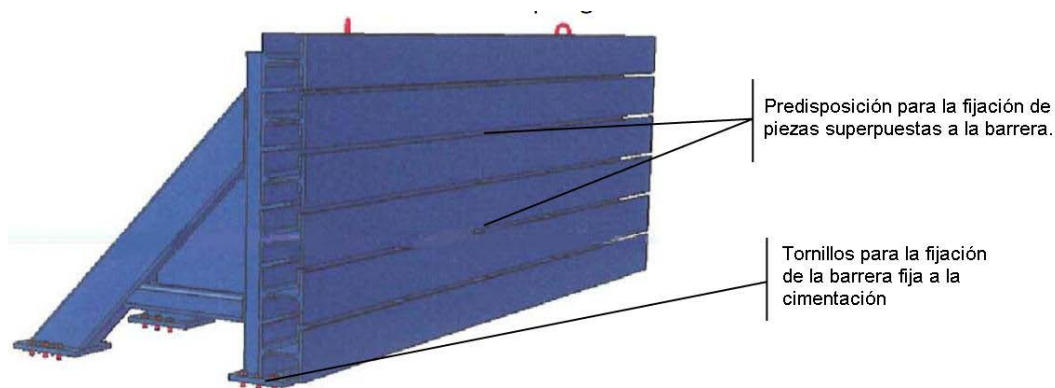
La instalación de impacto a baja velocidad está formada por un impulsor consistente en un cilindro neumático alimentado por medio de un acumulador cargado con nitrógeno a presión, con un recorrido de aproximadamente cinco metros que mueve un elemento de arrastre deslizante guiado sobre perfiles metálicos y rodamientos. El vehículo o un carro lastrado (dependiendo del tipo de prueba), se llevan a la velocidad requerida arrastrados a través de este elemento. Todo el conjunto está por debajo del nivel del suelo o enrasado de forma que todo el sistema deja una superficie plana en toda la instalación.

Figura 1: Esquema de la instalación de impacto a baja velocidad



El impacto se realiza sobre una barrera fija atornillada sobre unas placas metálicas insertadas en el suelo con una cimentación adecuada.

Figura 2: Barrera fija



Esta instalación es adecuada para el uso para el que fue diseñada, pero plantea grandes inconvenientes y restricciones en la realización del proyecto.

### 3.2 Restricciones

La mayor restricción en el proyecto estriba en el uso del impulsor neumático ya existente.

Cálculos previos al planteamiento de este proyecto (Chapus, P, 2008) habían mostrado que el sistema en su configuración actual, no es capaz de llevar a la velocidad requerida la masa de una carrocería con su carga montada sobre un trineo a la manera convencional.

Esta limitación se concreta en una masa máxima a acelerar de 700 kg. El mismo estudio preveía que no era posible potenciar la instalación neumática para los requerimientos de este ensayo y en todo caso tendría que ser sustituida

Otra restricción del uso de un impulsor neumático estriba en que antes de cada prueba se ha de realizar una calibración de los parámetros de entrada del gas al cilindro, ya que la velocidad final del mismo depende, entre otros factores, de la presión y temperatura atmosféricas en el momento de la prueba.

En las pruebas actuales se utiliza un vehículo completo rodando sobre sus propios neumáticos o un carro lastrado también sobre neumáticos, dada la baja velocidad a la que se realizan estas pruebas y que no es necesaria una alta precisión en el punto de impacto, no es necesario un sistema de guiado especial pudiéndose prescindir de elementos que realicen esta función.

No es el caso del ensayo de City Crash en el que el impacto se ha de hacer contra una barrera deformable en el punto medio de la misma y que por motivos de seguridad no es posible tener una masa relativamente elevada a una velocidad de algo más de ocho metros por segundo, sin la seguridad de que seguirá una trayectoria definida.

El hecho de tener que compatibilizar el nuevo uso con el existente, implica la necesidad de incorporar a la instalación un sistema de guiado para la carrocería que no interfiera con la trayectoria de las pruebas actuales, además por varios motivos de seguridad y funcionamiento ningún elemento debe sobresalir del plano del suelo.

### 3.3 Masa máxima

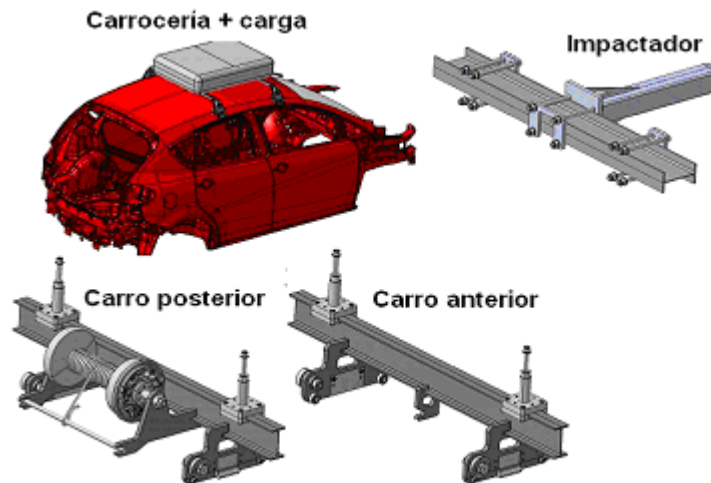
Para solucionar el problema de la limitación de masa a acelerar, se tuvo que prescindir de la solución convencional de montar la carrocería a ensayar sobre un trineo. La masa del trineo no debía superar los 200 kg y ninguna de las soluciones estudiadas era capaz de tener la rigidez necesaria para soportar los esfuerzos del impacto sin superar ampliamente este límite.

La solución final pasó por eliminar el trineo y hacer que fuese la misma carrocería la que cumpla esta función. Para ello sólo es necesario dotarla de unos carros apoyados sobre rieles fijados en la parte anterior y posterior a las fijaciones utilizadas en el ensamblaje del vehículo en la línea de montaje. El elemento de impacto contra la barrera se monta sobre las traviesas de la carrocería.

Esto además tiene la ventaja de elevar el punto de impacto a un punto cercano al centro de inercia del sistema carrocería más carga, con lo que disminuyen los momentos de giro durante el impacto y los esfuerzos aplicados sobre las guías en ese instante.

La disposición general del sistema se puede ver en la figura 3.

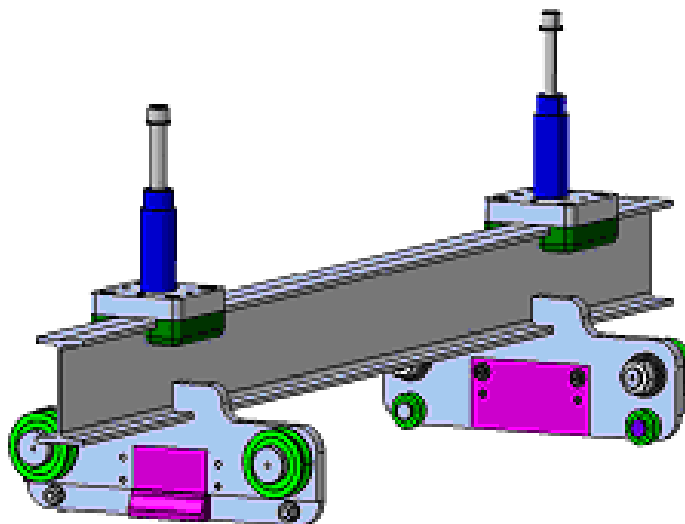
**Figura 3: Sistema de carros e impactador**



### 3.4 Sistema de guiado

Los carros están constituidos por perfiles IPN (HIECAL) con placas soldadas que incorporan los elementos de rodadura sobre los rieles. En la parte superior del perfil se incorporan unos soportes destinados a introducirse en los taladros de fijación de la carrocería en línea y su posterior atornillado a la carrocería. Estos soportes son deslizantes a lo largo del perfil para adaptarse a las diferentes anchuras de las carrocerías.

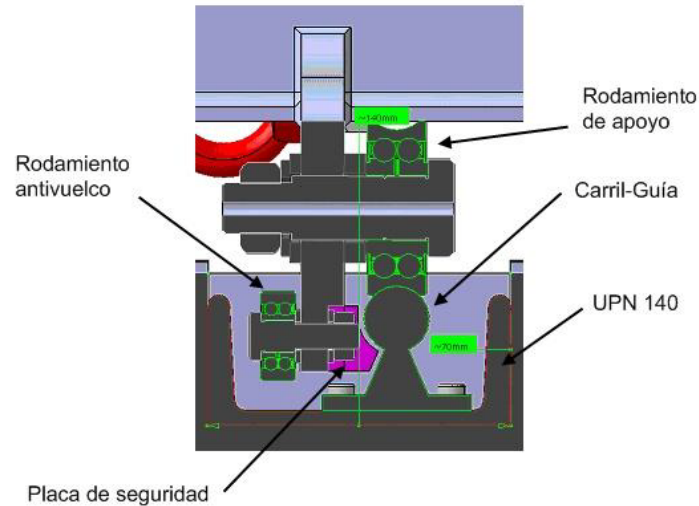
**Figura 4: Detalle carro anterior**



Debido a la disposición de los elementos actuales en la instalación no es posible sobrepasar los 150 mm de anchura para el elemento de guiado, por lo que se ha recurrido al sistema representado en la figura 5, en base a un perfil UPN (HIECAL) de 140 mm de anchura con

un sistema de carriles guía de la firma SCHAEFFLER (INA\_SCHAEFFLER KG) conjuntamente con rodamientos y accesorios de la misma firma.

**Figura 5: Detalle guía**

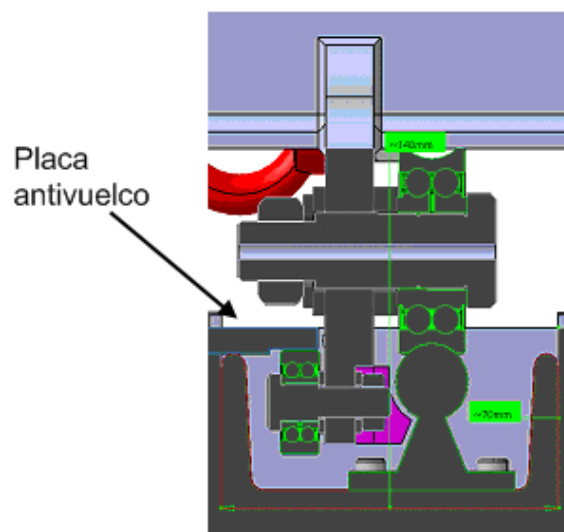


El carril derecho tiene rodamientos con forma adaptada a la guía mientras que el lado derecho se apoya sobre rodamientos planos, con esta disposición se eliminan las pequeñas imperfecciones de paralelismo entre guías.

Adicionalmente hay dispuesta una placa de seguridad en ambos carriles a una pequeña distancia de la parte inferior de la guía destinada a evitar que en caso de accidente se pudiesen salir los carros del sistema de guiado.

También se ha añadido un rodamiento denominado “antivuelco” destinado a trabajar sólo en una placa soldada sobre el perfil en la zona de impacto, su cometido es absorber los momentos de giro del sistema en el momento del impacto.

**Figura 6: Detalle guía en zona de impacto**



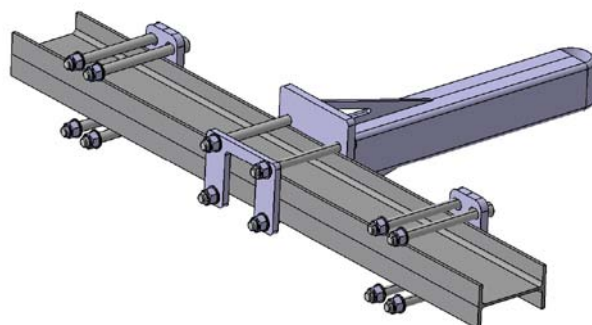
### 3.5 Impactador

El impactador consiste en un perfil IPN montado sobre las traviesas de la carrocería al que se ha acoplado otro perfil perpendicularmente con un semicilindro en su extremo.

Este conjunto se adapta por su forma de montaje a la anchura de las diferentes carrocerías, siendo además las traviesas un lugar óptimo para este elemento ya que es la zona donde mejor se transmiten los esfuerzos frontales a la carrocería.

En la figura 7 se puede ver la estructura del mismo.

Figura 7: Impactador

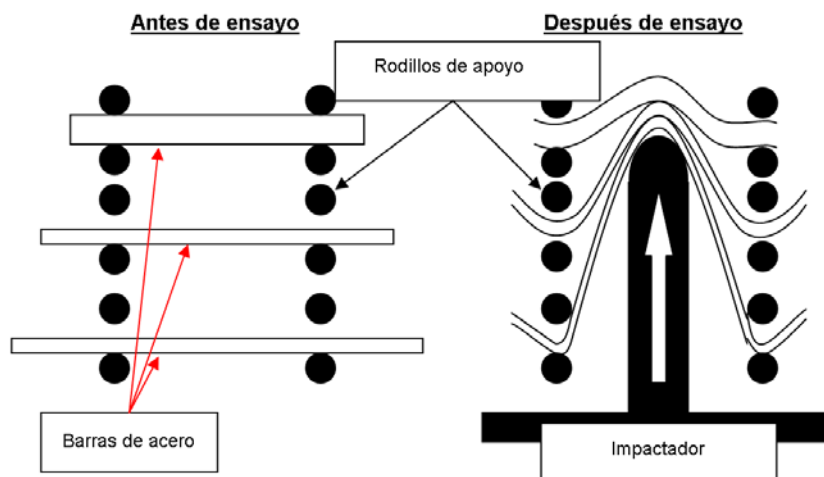


### 3.6 Barrera deformable

La barrera es del tipo deformable, por su facilidad de construcción y montaje sobre la barrera fija existente. Además como ya se ha comentado proporciona un mejor control de la deceleración que otros sistemas más costosos de implementar, si bien tiene el inconveniente de que las barras, una vez deformadas, no son reutilizables.

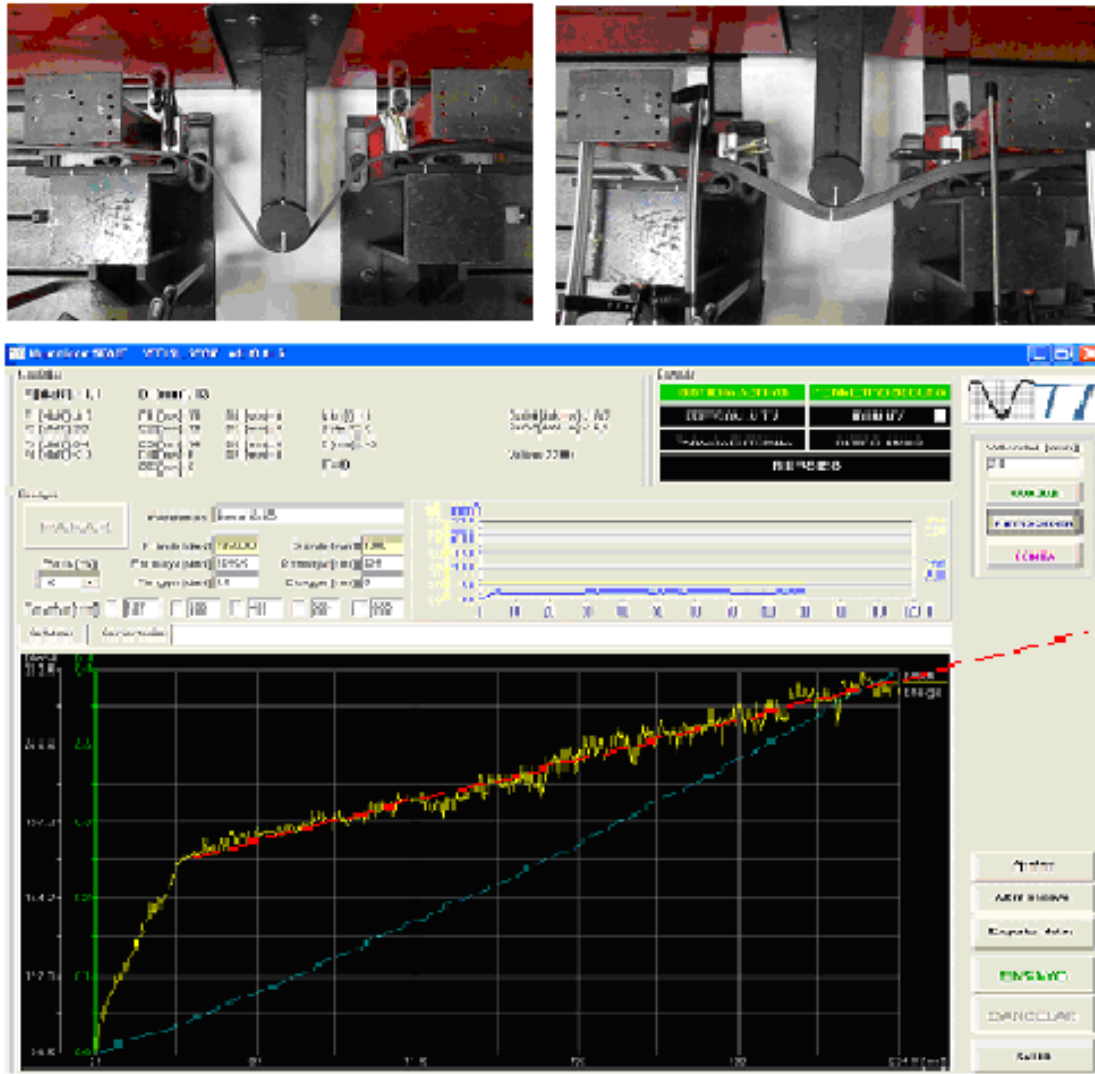
La barrera está constituida por una serie de barras de acero dulce apoyadas sobre rodillos que, por deformación al recibir el impacto, absorben la energía del conjunto. Un esquema de funcionamiento se puede ver en la figura 8.

Figura 8: Esquema de funcionamiento de la barrera deformable



Se ha realizado un estudio teórico sobre el número, calibre y longitud necesarios para las barras que forman la barrera y este estudio se ha complementado con pruebas reales de deformación en banco de ensayo con el objeto de medir la energía absorbida por la deformación de diversos calibres de barras a fin de comprobar los resultados.

Figura 9: Ensayo de energía de deformación



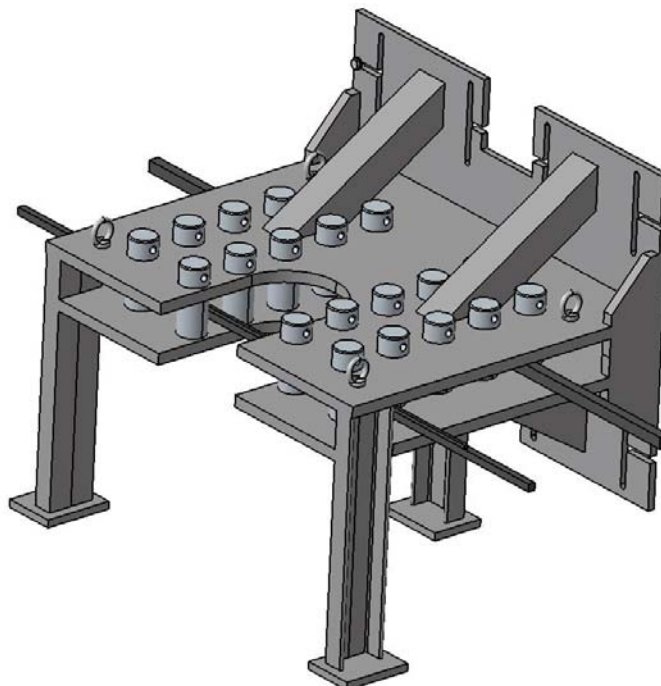
Con ello se ha conseguido una base de partida con la que en su momento, se hará la calibración final de la barrera y se determinarán exactamente las barras y la longitud necesarias para conseguir la curva de deceleración requerida.

Para no tener que hacer este trabajo para las diferentes carrocerías a ensayar, se determinó usar siempre para el ensayo una masa cercana a la máxima que es capaz de acelerar el sistema neumático, lastrando la carrocería con la masa necesaria hasta llegar a este valor.

El resultado del proyecto para la barrera se puede ver en la figura 10.



**Figura 10: Barrera deformable**



### **3.6 Calibración de la velocidad**

Como último problema se presenta el hecho de tener que calibrar el sistema neumático antes de realizar un ensayo. En este sistema la velocidad final depende entre otros factores de la presión y temperatura atmosférica en el momento del ensayo.

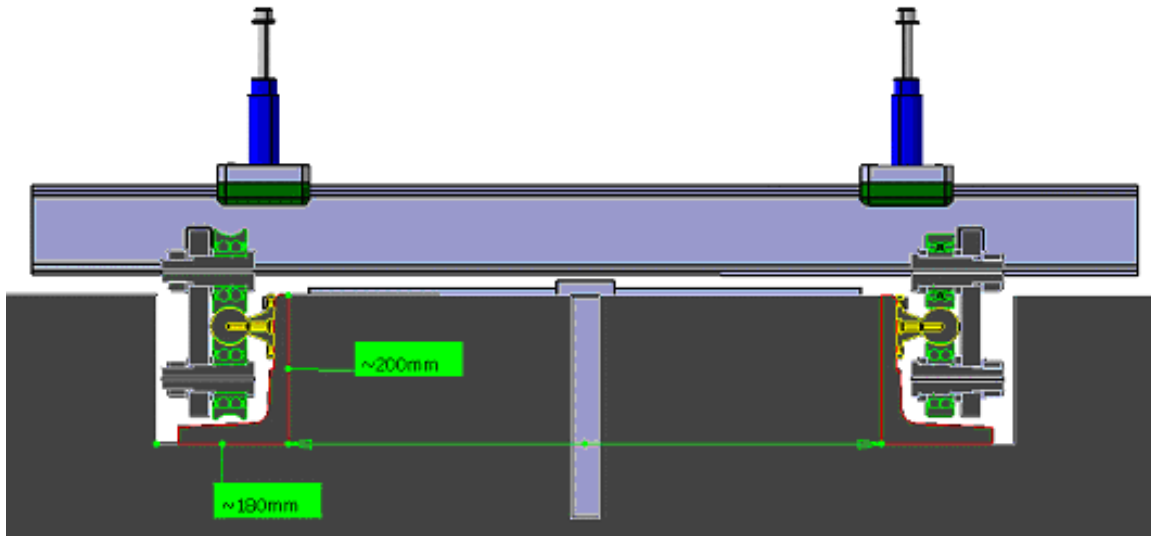
En las pruebas actualmente en curso la calibración se realiza sin colocar la barrera fija en su lugar y se utiliza en lugar del vehículo un carro lastrado de forma que tenga la misma masa o directamente el carro con la masa correspondiente para la prueba, este carro tiene un freno que se activa eléctricamente una vez pasado el punto donde debería estar la barrera.

Para la calibración de la velocidad para el ensayo de City Crash, no es posible utilizar este sistema ya que la inercia y resistencia al avance del carro con ruedas de automóvil no es la misma que la de la carrocería montada sobre rodamientos y guías de acero templado.

Esto implica utilizar la carrocería preparada para el ensayo y alargar el recorrido de las guías tanto como permite el espacio disponible en la instalación actual para realizar el frenado después de pasado el punto donde estará en su momento la barrera.

La implementación del sistema de frenado no es trivial, como primera restricción el hecho de alargar las guías implica tener que hacerlas pasar por la zona donde están las placas de anclaje de la barrera, afortunadamente el sistema de anclaje está formado por cuatro placas y entre ellas hay una separación de 150 milímetros, por lo que es posible alargar las guías pero con la limitación de no sobrepasar esta medida. Este es el motivo por el que se ha tenido que usar un sistema de guiado incorporado en un perfil UPN de 140 milímetros, en lugar de un sistema mejor dimensionado y en el que se pudiese utilizar un guiado como el que se muestra en la figura 11, que no tiene problemas para la absorción de los momentos originados en el instante del impacto. Otro motivo para usar este perfil con esta guía es la profundidad posible para el sistema ya que está limitada por la cimentación de las placas de anclaje de la barrera y que no es recomendable cortar para hacer pasar la guía.

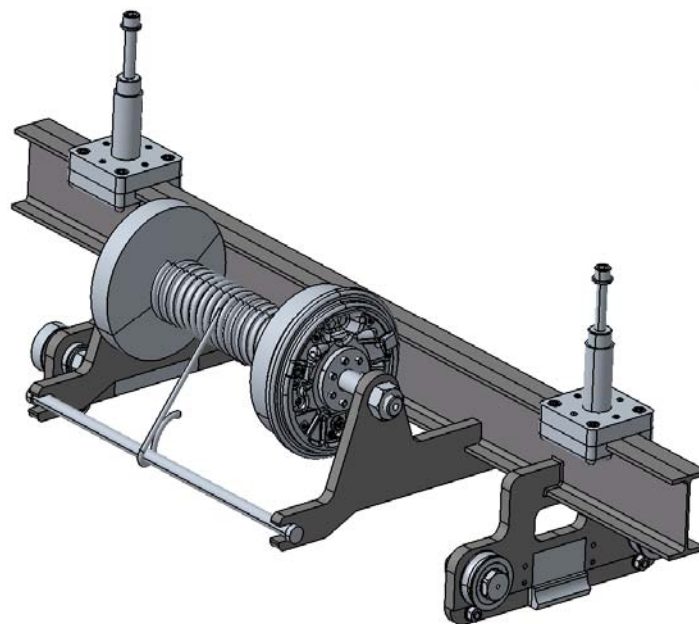
**Figura 11: Sistema de guiado inicial no posible por incompatibilidad con la instalación**



Otra restricción añadida es tener alojado, en la zona de frenado, el cilindro neumático, por lo que no es posible anclar nada en el centro de las guías.

La solución compatible con todas las restricciones ha sido incorporar en el carro posterior un freno de tambor de los usados en los vehículos, con un tambor modificado en el que se arrolla un cable que está unido a una barra. Esta barra queda paralela al suelo a una altura ligeramente superior al gancho de arrastre del impulsor a fin de no interferir con él. El freno se acciona antes del lanzamiento de calibración por medio de un pequeño circuito hidráulico con un multiplicador de presión.

**Figura 12: Carro posterior**



En el lugar de la barrera se anclan dos ganchos de forma que impiden el paso de la barra del freno con lo que se va desenrollando el cable unido a ella ejerciendo la fuerza de frenado. Es necesario disponer los elementos de control necesarios para que no se pueda lanzar la carrocería en modo de calibración de velocidad sin que esté accionado el freno y colocados en su lugar los ganchos de frenado.

Una vez establecidos los parámetros de mando del sistema neumático se desmontan los ganchos de frenado en la zona de la barrera y se sustituye por la barrera fija con la deformable montada sobre ella.

### **3.7 Construcción e instalación**

El proyecto no estaría completo sino se hubiese previsto la forma de construir las diferentes partes ni el sistema de montaje en la instalación actual.

Todo el conjunto de guías se realiza a partir de perfiles de acero y carriles normalizados, sólo es necesario planear con fresadora la superficie interna del perfil UPN para montar sobre él los carriles. Dado que estos carriles tienen una longitud de 4000 milímetros, se ha tenido que dividir la longitud total de la guía en varios tramos y se ha previsto un desfase entre perfil y guía de forma que la guía sobresalga por un extremo del perfil UPN. Con esta disposición un tramo referencia al siguiente en el montaje con lo cual se garantiza la linealidad del guiado. Por otra parte se han previsto elementos de nivelación en los perfiles de forma que se pueda mantener la horizontalidad de las guías. El paralelismo entre guías se consigue con una galga realizada expresamente para este cometido, pero no es crítico debido a que una guía utiliza rodamientos con forma adaptada al carril y rodamientos planos en la otra que permiten unos milímetros de tolerancia en paralelismo.

El resto de elementos se construye a base de perfiles IPN y placas con contorno fresado y unidos con soldadura. Todos los elementos de rodadura son normalizados.

El sistema de frenado se construye partiendo de un freno de tambor utilizado en vehículos de serie al que se le construye un tambor por torneado con la forma apropiada para ejercer las funciones de freno y arrollamiento del cable de frenado

## **4. Resultados**

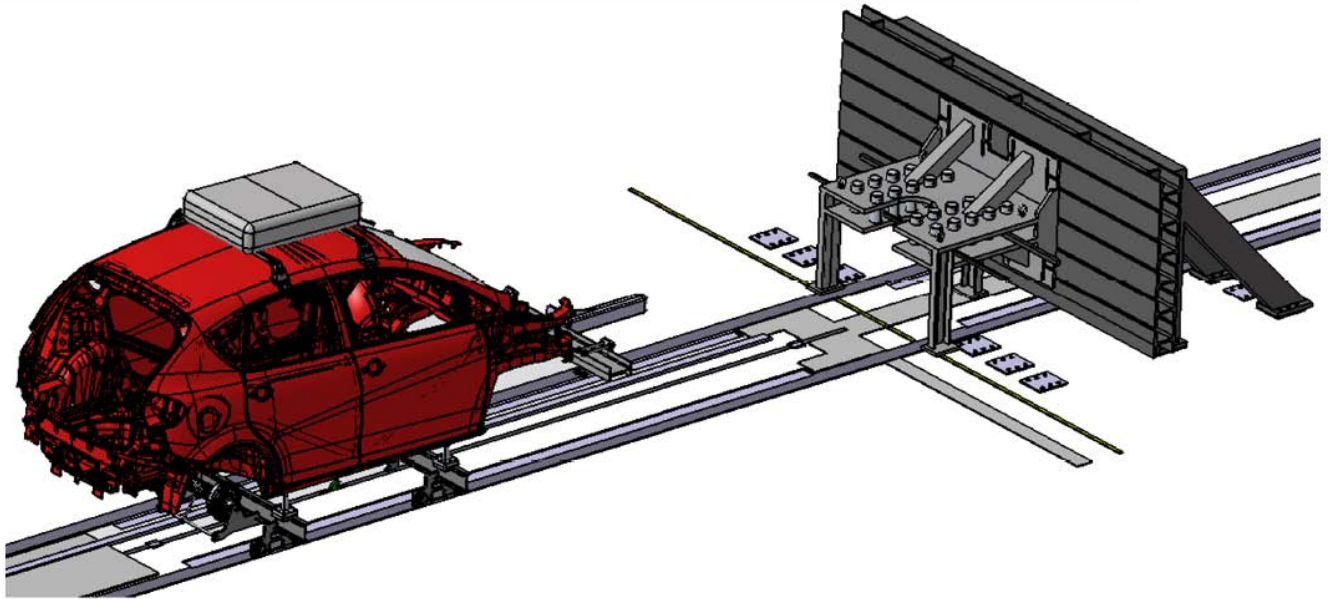
Finalmente se ha conseguido implementar el ensayo City Crash en la instalación ya disponible de impacto a baja velocidad, a pesar de las importantes restricciones que su utilización implica, tanto a nivel de dimensiones de los elementos que se han tenido que adaptar a la disposición de los actuales y a las cimentaciones de las placas que anclan la barrera, como a las limitaciones de la masa a impulsar que ha motivado el desarrollo de un sistema diferente a los habituales al utilizar la misma carrocería como trineo.

Al igual que en la situación actual ha sido necesario realizar el proyecto con dos configuraciones, una de prueba y otra para el calibrado de velocidad asociado al sistema de impulsión.

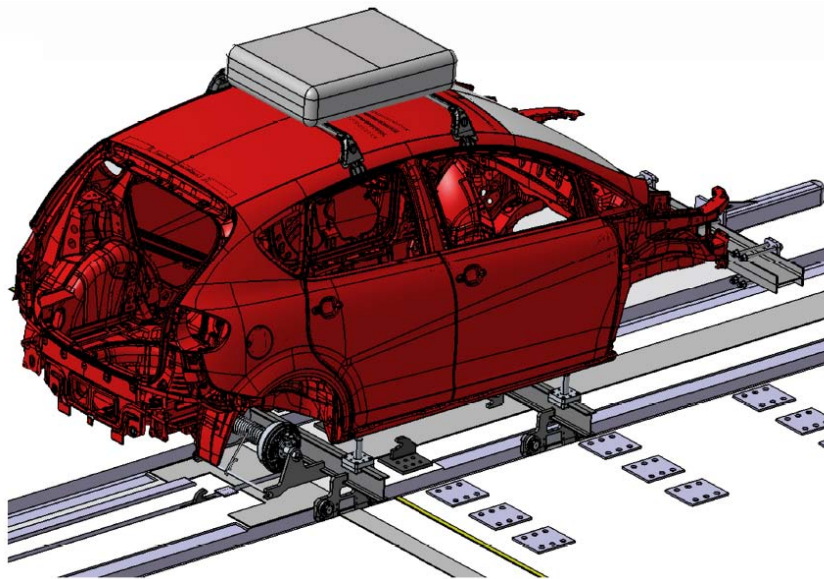
Esto no difiere en nada en la operativa actualmente utilizada y ha sido aceptado por el departamento responsable de estos ensayos.

El proyecto ha sido desarrollado en CATIA V5 en el Centro Técnico de SEAT (Raffier, A; Edo, M. y González M.M., 2009). y ofertada su construcción por posibles proveedores.

**Figura 13: Configuración de prueba**



**Figura 14: Configuración de calibración**



## 5. Conclusiones

Es posible implementar en la actual instalación de impacto a baja velocidad del Centro Técnico de SEAT los elementos necesarios para la realización del ensayo de City Crash sin interferencia con las pruebas actualmente en funcionamiento.

Las ofertas de posibles proveedores dan también viabilidad económica al proyecto ya que es amortizable en un tiempo razonable.

## 6. Referencias

Chapus, P.(2008) "Anpassung einer pneumatisch betriebenen Crashtestanlage an eine Validierungsprüfung im mittleren Geschwindigkeitsbereich" (Adaptación de una instalación de impacto neumática a una prueba de velocidad media), Memoria PFC.

Norma E DIN 75302:2006-05 "Dachlastträger für Personenkraftwagen - Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfung"

Norma ISO/PAS 11154 "Road vehicles - Roof load carriers".

Proveedor de sistemas de guiado INA\_SCHAEFFLER KG, Alemania:  
[<http://www.ina.com/content.ina.de/en/index.jsp>. Catálogo de referencias:  
[<http://medias.ina.de/medias/en!hp;bgsBknIRLzkf?lang=es>, 26 de abril de 2009].

Proveedor de perfiles normalizados HIECAL, Distribución y servicios de acero  
[<http://www.hiecal.com/index.php>]. 26 de abril de 2009.

Raffier, A; Edo, M.; González M.M (2009). Diseño del sistema mecánico de un equipo de ensayo para City Crash, Memoria PFC ETSEIB – UPC.

**Correspondencia** (Para más información contacte con):

Cátedra SEAT - UPC

Phone: + 34 934011610

Fax: + 34 93 4011610

E-mail: [directora.catedraseat@upc.edu](mailto:directora.catedraseat@upc.edu)

URL: <http://catedraseat.upc.edu>