

EQUIPO DE ENSAYO DE IMPACTO A BAJA VELOCIDAD MULTIUSO.

Barceló, J.; González, M.; Oliveras, V.^(P)

Abstract

The new multipurpose low speed crash testing device (LSD) enables to perform different impact tests within a range of speed from 2,5 to 20 km/h, according to the vehicle mass. It has a modular design and quick interchange ability of the required barriers and impact trolleys. They technical and functional characteristics make it innovative:

1. Compact design (little room is required for the complete installation).
2. The bumper test is performed through a linear impact of the ballast i.l.o the standard pendulum, using the same trolley and drag mechanism as for the RCAR tests.
3. The drag device for the vehicles and impact trolley is a pneumatic system controlled by self learning software. To obtain the target speed for each test, this software computes the vehicle mass, the ambient temperature and the friction forces of the whole system, to determine the correct gas pressure of the pneumatic actuator.

This low speed impact testing device is presently in the start up phase in Centro Técnico Martorell and it was developed in collaboration with CV Concept Consulting of Austria.

Keywords: Crash test, impact tests

Resumen

El nuevo equipo de ensayo de impacto a baja velocidad multiuso (LSD) permite de realizar ensayos de choque de vehículos a baja velocidad desde 2, 5 hasta 20 km/h, de acuerdo con las especificaciones de masa del vehículo. Tiene un diseño modular y un rápido intercambio de las barreras y de los carros impactadores. Sus características técnicas y funcionales lo hacen innovador:

1. Diseño compacto (se requiere una sala pequeña para la instalación completa).
2. Realización de los ensayos de choques con un solo tipo de impactador de movimiento lineal, y no el estándar de péndulo, utilizando los mismos carros impactador y mecanismos de arrastre de las pruebas RCAR.
3. El LSD utiliza un sistema neumático controlado por un software autoajutable. Para obtener los parámetros de velocidad de cada prueba, el software analiza: masa del vehículo, temperatura ambiente y fuerzas de fricción en todo el sistema, y determina la presión del gas del actuador neumático.

El LSD está en la fase de puesta en marcha en el Centro Técnico de Martorell, ha sido desarrollado en colaboración con el CV Concept Consulting de Austria.

Palabras clave: Ensayo de impacto, ensayo de choque

1. Objetivo y Finalidad del proyecto

El objetivo de este proyecto es el de disponer de una instalación de choque de vehículos a baja velocidad, compacta, versátil y de bajo coste, que permita realizar diversos ensayos de impacto a velocidades de hasta 20 km/h, sin tener que recurrir al uso de instalaciones específicas para cada tipo de ensayo, que es la situación actual predominante entre las empresas que se dedican a desarrollo y validación de vehículos y sistemas de seguridad (ver Figura 1). El reto era homogeneizar las tecnologías existentes y sus prestaciones en un único concepto innovador y tecnológicamente exigente.

La finalidad de este proyecto es la de tener capacidad propia para realizar diversos ensayos que forman parte del "Know How" de nuestros especialistas, utilizando un único equipo modular, en sustitución de tres diversas instalaciones internas y externas, como se realizaba hasta ahora.

Esto conlleva una significativa reducción de inversiones en equipos e infraestructura, reducción de gastos de desarrollo y de costes operativos.

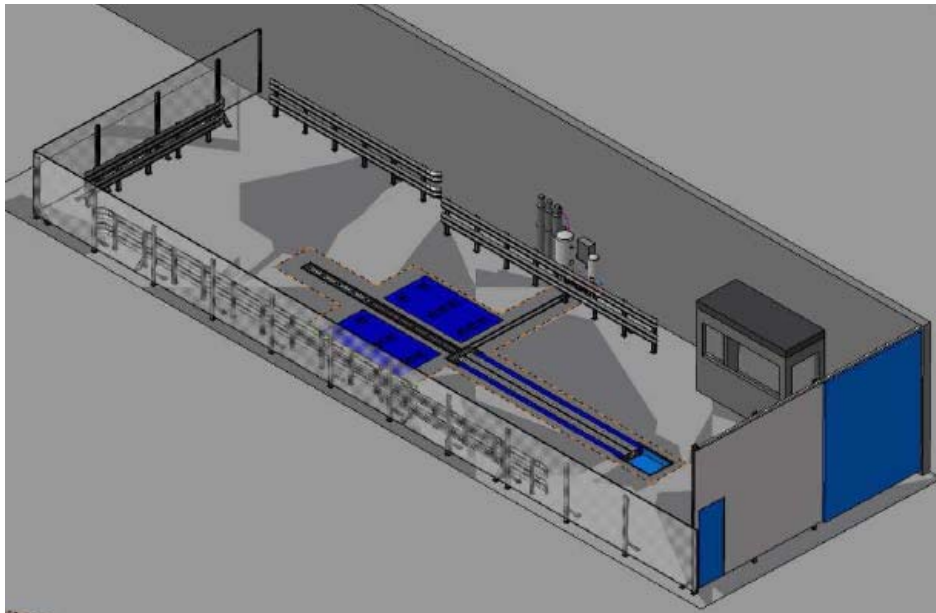


Figura 1 Esquema de la instalación

2. Descripción del proyecto

2.1 Gama de ensayos

Los ensayos que se pueden realizar en esta instalación, se detallan en la Tabla 1.

Uno de los objetivos del proyecto es el de abarcar la máxima cantidad de pruebas que impliquen impactos barreras móviles contra vehículos ó de vehículos contra barreras fijas, dentro de una gama de velocidades entre 2,5 y 20 km/h, con masas comprendidas entre 0,9 y 2,5 toneladas, utilizando un único sistema de impulsión y utilizando el mínimo espacio posible. Se ha considerado también la facilidad de intercambio de barreras e impactadores móviles para asegurar la versatilidad operativa.

ENSAYO	MERCADO	NORMA OFICIAL	NORMA INTERNA	V (km/h)
Péndulo parachoques anterior y posterior	EU	ECE R42 h: 445 mm	-----	4,0 ±0.25 - 2.5 ±0.1 (en esquina)
Péndulo parachoques anterior y posterior	USA	FMVSS 581 h: 405–508 mm	-----	4,0 ± 0.1 - 2.4 ± 0.1 (en esquina)
Péndulo parachoques anterior y posterior	CANADA	CMVSS 215 h: 400-500 mm	-----	8 - 4.8 (en esquina)
Choque contra muro anterior y posterior	USA	FMVSS 581	-----	4,0 (después de péndulo)
Choque contra muro anterior y posterior	EU	N/A	06 000.04	4,0 ±0,5
Choque contra muro anterior y posterior	CANADA	CMVSS 215	-----	8
Ensayo AZT (Allianz)	EU	-----	83.300.04 (obsoleta)	15 ±1
Ensayo RCAR (Con barrera tipo parachoque)	EU (2006)	-----	-----	15 ±1
Ensayo IIHS	USA	-----	83.300.07 (obsoleta)	8,0 ± 0,24
Impacto traviesa parachoque (Poste centrado Dia. 178 mm)	EU	N/A	06 000.03	15
Ensayos de sensórica airbag (a baja velocidad)	-----	N/A	06 000.01	Según procedimiento RCAR

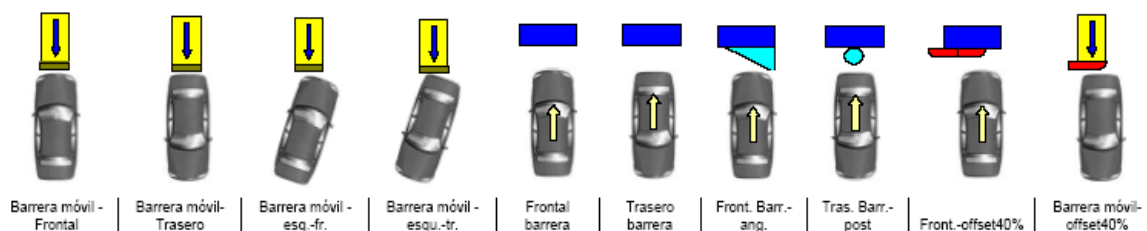


Tabla 1. Resumen ensayos posibles en equipo LSD

2.2 Principio operativo

El sistema de propulsión para imprimir a los vehículos ó al carro porta impactadores la velocidad objetivo para cada ensayo, es un cilindro neumático que se alimenta a través de una red de nitrógeno; por consiguiente, no existen dispositivos de arrastre electromecánicos ni sistemas de reenvío de movimiento por cables, quedando toda la superficie operativa de la sala de ensayo limpia y con mayor espacio disponible (ver Figura 2).

Un sistema de control y análisis especial, determina la presión de gas exacta para que el cilindro propulsor transmita al carro impactador ó al vehículo, según el caso, el impulso para tener en el momento del impacto, la velocidad deseada. El software del sistema calcula mediante un algoritmo de auto ajuste la presión, partiendo de la masa en movimiento, el recorrido de arrastre y la velocidad final de impacto, incorporando en la ecuación las constantes derivadas de las condiciones ambientales de ensayo, adquiridas a través de una serie de disparos preliminares.

Las tolerancias obtenidas están dentro de los valores especificados por las normas, para todos los rangos de velocidad.



Figura 2 Sistema de propulsión

2.3 Componentes de la instalación

2.3.1 Sistema lanzador

Está compuesto por un cilindro neumático (gas nitrógeno) ubicado bajo el suelo que lleva en su extremo el dispositivo de arrastre y desenganche de los vehículos o carro impactador, guiado en todo su recorrido por unos perfiles en “U” también ubicados bajo nivel del suelo (ver Figura 3).

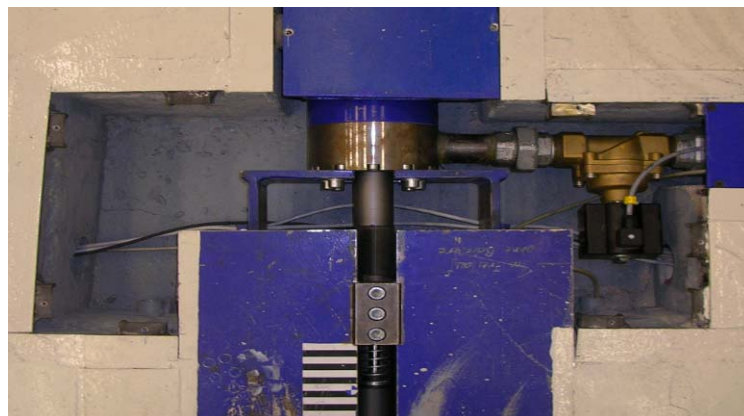


Figura 3 Sistema lanzador

2.3.2 Carro impactador

Está constituido por un bastidor de perfiles de acero reforzado montado sobre cuatro ruedas con neumáticos y en su frontal se intercambian los diferentes impactadores. Su diseño es tal que cumple con las prescripciones establecidas para en ensayos RCAR, pero además sirve de elemento portante para el impactador del ensayo de péndulo (ECE R42 y FMVSS 581), pudiendo el carro ser lastrado con pesos adicionales para llegar a una masa equivalente a la del vehículo a ensayar (máximo 2500 kg).

Para realizar correctamente el ensayo tipo péndulo se dispone de un sistema especial de guiado para evitar cualquier desplazamiento vertical durante el impacto. El carro posee además un sistema de frenado hidráulico accionado automáticamente, para evitar desplazamientos peligrosos después del impacto.



Figura 4 Carro impactador

2.3.3 Barrera principal de impacto

La barrera de impacto es una estructura de acero reforzada, de aproximadamente 2 Toneladas de peso, que permite la ejecución del ensayo de impacto contra muro para validación de parachoques, como así también del impacto frontal en el choque RCAR e IIHS, incorporando para estos últimos mediante fijación atornillada, las barreras específicas correspondientes.

Dicha barrera (Figura 5) va montada sobre un bastidor de acero embebido en un bloque de hormigón bajo el nivel del pavimento. Este bastidor posee varios grupos de agujeros roscados que permiten la fijación de la barrera principal en una posición longitudinal adecuada al tipo de ensayo a realizar (con ó sin barrera adicional). Ver Figura 2.



Figura 5 Barrera principal de impacto

2.3.4 Impactadores y barreras específicas

El equipo viene provisto de todas las barreras específicas e impactadores para realizar los ensayos mostrados en la tabla I, según la última normativa vigente en cada caso.

Cabe señalar como caso particular, que el impactador para parachoques es similar al que se monta en los clásicos péndulos (Figura 6), sólo que en este equipo se instala en la parte frontal del carro móvil. La altura es ajustable para adaptarla a las exigencias europeas ó norteamericanas



Figura 6 Barrera específica

2.3.5 Sistema de control

El sistema de control es un Siemens Simatic S7, mejorado por el agregado de tarjetas adicionales. Para la preselección del tipo de ensayo a realizar se ha integrado un interruptor selector de modo de operación junto al interruptor principal.

El control de la velocidad de ensayo se efectúa a través de una válvula proporcional actuada eléctricamente, que regula la presión del gas que opera el cilindro lanzador, ajustándola y manteniéndola constante hasta el disparo del sistema.

Para obtener la velocidad de impacto requerida, es necesario ajustar la presión de gas a las condiciones operativas reales del sistema, teniendo en cuenta diversos parámetros físicos y geométricos de ajuste (masa en movimiento, velocidad, etc.). Esto se logra mediante el

meta-modelo de presión, que es un software especial cuyos datos iniciales son cargados durante los primeros disparos de prueba. Con estos se almacena un perfil del comportamiento del sistema. El modelo es autoajutable; cuando ocurre una variación en los parámetros establecidos, calcula y establece la nueva presión de disparo.

Si el sistema detecta valores de velocidad fuera del rango legal permitido, vuelve a corregir la presión de gas, dando como resultado disparos siempre válidos independientemente de la habilidad del operador.

2.3.6 Sistema de adquisición de datos

El control del sistema de presión y el registro de datos de ensayos se realiza a través de un PC industrial.

El equipo de ensayo básico viene provisto de dos acelerómetros triaxiales montados en el carro lanzador y siete celdas de carga en la placa frontal de dicho carro.

Las señales de estos elementos son enviadas a través de un módulo programable de acondicionamiento de señal a una tarjeta de 16 Bit A/D. Tanto la compilación como el análisis y el archivo de las mediciones del ensayo se realizan a través del software DIAdem (versión 10). El software de registro de datos es el DasyLab.

Existe un paquete adicional de adquisición de datos el curso que permite la medición de cargas en la barrera de impacto RCAR por medio de 4 celdas de carga y la posibilidad de agregar hasta 20 acelerómetros en distintos puntos del vehículo de ensayo para RCAR, para el análisis de sensórica de airbag (caso "No Fire"). Estas mediciones adicionales requieren la incorporación de una nueva tarjeta de 32 Bit A/D.

2.3.7 Sistemas complementarios

- Sistema de registro de imagen. Se disponen de dos cámaras de alta velocidad marca Wienberger modelo MINI VIS ECO-1 con interfase GBIT Ethernet con 3 seg. De grabación interna y transmisión de datos directa en formato digital.
- Sistema de iluminación especial. Para obtener una correcta calidad de imagen en las filmaciones de alta velocidad (rango de trabajo 1000/1500 cpm), se dispone de seis lámparas de tecnología HQI de 2,5 kW de potencia cada una. Estas lámparas no poseen fluctuaciones de intensidad luminosa, que perjudican las tomas a alta velocidad.
- Medidor LASER de velocidad. Para obtener una confirmación precisa de la velocidad de impacto en cada ensayo, se dispone de un equipo emisor/ receptor LASER ubicado a cada lado de la zona de impacto. Error máximo en la medición: 0,0387 m/s a 20 km/h

2.4 Sala de ensayo

El recinto donde está ubicado el equipo de ensayo posee unas dimensiones aproximadas de 21,0 x 7,5 m, delimitado por un vallado perimetral de 2,2 m de altura, con un portón de acceso y una puerta peatonal en su parte frontal. Internamente, existen unos rieles de protección en tres lados del recinto (tipo Guarda rail) para evitar posibles daños por eventual desplazamiento imprevisto de los vehículos de ensayo ó del carro de impacto.

Se ha previsto también una cabina de control de amplia visibilidad, con cristales laminados y techo de seguridad ante eventuales proyecciones de trozos del vehículo durante el impacto.

Las medidas de seguridad adicionales consisten en el bloqueo automático de las puertas de acceso durante el ensayo mediante cerrojos electromagnéticos, y la instalación en tres

lugares de paradas de emergencia del sistema (uno ubicado en la sala de control y uno a cada lado de la pista de choque).

Se dispone además de alarma audiovisual activada durante el ensayo.

Existe un puente grúa a lo largo y ancho del recinto, que permite manipular los vehículos de ensayo y los accesorios pesados de la instalación (barreras, carro e impactadotes)

El suelo es de hormigón revestido por una capa de resina epoxi autonivelante. La planitud en la zona de ensayo es de +/- 1 mm.

Todas estas características dan como resultado una sala de ensayo compacta, con máximo aprovechamiento del espacio, limpia, segura y óptima funcionalidad operativa.

3. Innovaciones presentadas

La innovación está presente en dos aspectos principales:

3.1 Versatilidad de equipo

El punto de partida de este proyecto tuvo lugar al tomar conciencia que, para realizar los ensayos de parachoques, era necesario contar con dos equipos de diferentes: un péndulo y una pequeña instalación adicional para impactar los vehículos contra un muro ó barrera fija.

Al plantearse la sustitución del antiguo péndulo existente en el Centro Técnico, se visualizó que si el impactador que posee la barquilla del péndulo tuviera un movimiento rectilíneo horizontal, produciría el mismo efecto que si formara parte del péndulo, ya que siempre se debe impactar en el momento en que el brazo del péndulo pasa por 0° es decir, en posición horizontal. En la Figura 7 se representan esquemáticamente ambos movimientos.

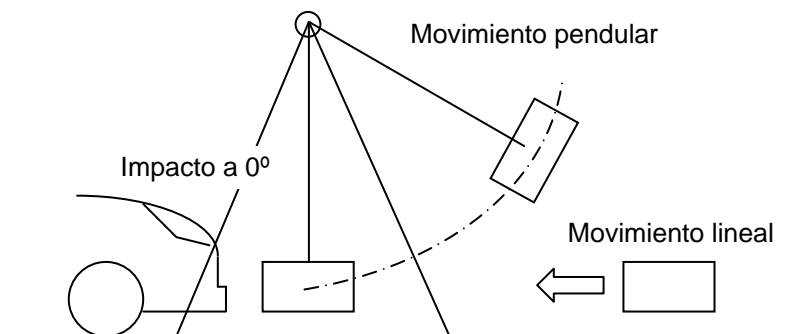


Figura 7. Movimientos del péndulo

Habida cuenta que la norma ECE R42 permite explícitamente esta posibilidad, se pensó que con un mismo sistema de propulsión, se podría efectuar también el ensayo contra muro, unas veces arrastrando el vehículo contra el muro y otras, para el caso del impacto tipo péndulo, arrastrando un carro portador del impactador correspondiente, contra el parachoques de un vehículo en condición estática.

El próximo paso en la evolución del concepto, fue incrementar la potencia del sistema para poder efectuar también las pruebas de reparabilidad AZT (Allianz/RCAR) e IIHS. Estas pruebas son realizadas normalmente en instalaciones de choque de vehículos a alta velocidad, con el consiguiente coste derivado de la amortización de las altas inversiones asociadas, su gran potencia instalada y la importante infraestructura requerida.

Sólo hubo que prever para este caso, el diseño de un carro lanzador de acuerdo con las prescripciones de RCAR e IIHS, con sus correspondientes barreras y compatibilizar todo el sistema con el resto de los ensayos, para asegurar su modularidad

Es así que el resultado final fue el disponer de un equipo ultracompacto que permite realizar un grupo de distintos ensayos que hasta ahora debían realizarse en tres instalaciones de ensayo diferentes.

Cabe señalar que el nuevo equipo aquí descrito realiza también los ensayos de parachoques según las normas FMVSS 581 (USA) y CMVSS 215 (Canadá), si bien ambas normativas mencionan sólo el uso de un dispositivo tipo péndulo. De todos modos, no existe ninguna razón técnica que justifique el uso exclusivo de este sistema. Consultados los especialistas de instituciones de homologación española y europea no ven impedimentos para ensayar con un impactador lineal como el existente en el LSD. Queda por aclarar si se trata de una cuestión de tradición no corregida en las normas, ó es un requerimiento taxativo por razones que se desconocen.

3.2 Sistema de propulsión del equipo

La mayoría de los equipos de ensayo de impacto de vehículos y de carrocerías (trineos) que existen en el mercado, tienen una propulsión electromecánica, esto es: un bloque motriz compuesto por un motor eléctrico con o sin caja de reducción mecánica, con variación de velocidad electrónica, cuando se usa corriente alterna, ó directamente motores de corriente continua con variación de velocidad resistiva. La cadena motriz se completa con un reenvío por cable de acero acoplado al dispositivo de arrastre del vehículo ó trineo.

También los hay, en mucha menor escala, dispositivos de impulsión basados en la expansión de una vejiga por aire comprimido, con las correspondientes dimensiones para la carrera de impulsión, y con una presión interior controlada y regulada para dar la velocidad final de impacto propuesta.

Ambos sistemas tienen ventajas e inconvenientes que no se detallarán aquí, cuyos puntos débiles pueden sintetizarse así:

- El accionamiento electromecánico permite en manejo de altas cantidades de energía, necesarias para los choques a alta velocidad, pero requieren un volumen de instalación importante y sufren del desgaste mecánico con el consecuente mantenimiento frecuente.
- El accionamiento por vejiga neumática es apropiado para bajas velocidades, posee un bajo coste de mantenimiento, pero al trabajar con bajas presiones de aire, por la necesidad de mantener la flexibilidad de las paredes de la vejiga, su volumen relativo es mayor. El acomodamiento del sistema a la cadena cinemática del mecanismo de arrastre es más dificultoso.
- No se conoce el uso de cilindros hidráulicos, ni de accionamientos mecánicos operados por motores hidráulicos para la propulsión de este tipo de equipo de ensayo, pero son técnicamente viables. Sus ventajas ó desventajas no son tema de esta presentación.

Lo que se está introduciendo en el equipo de impacto LSD es un nuevo concepto operativo a través del accionamiento directo del mecanismo de arrastre del vehículo ó carro (ó trineo), por un cilindro neumático de carrera larga, impulsado por nitrógeno proveniente de una botella de presión normal en el mercado. Si bien la presión máxima posible es de 200 bar en la red, el suministro al sistema no es superior a 50 bar, y el sistema en sí no necesita más de 20 bar, con lo que el potencial de la instalación es superior a los requerimientos actuales y podría llegar a adaptarse a nuevos procedimientos.

Si bien el concepto operativo no es novedoso (ya que algunos equipos de ensayo ya lo utilizan), si lo es su aplicación a este tipo de equipo en particular, dado el salto de escala que significa manejar cantidades de energía mayores que las requeridas hasta ahora, y la dificultad tecnológica para la construcción de un cilindro neumático de grandes dimensiones, cuyo desarrollo significó en sí una innovación tecnológica adicional.

Las ventajas de este sistema son evidentes:

- a Ausencia de elementos motrices con transmisión mecánica
- b Sin consumo de energía eléctrica (directa ó indirecta)
- c Alta relación potencia/volumen ocupado
- d Fácil adaptabilidad a la instalación
- e Absolutamente limpio y carente de ruido ambiental (excepto en el disparo)
- f Alta seguridad y precisión operativa
- g Reducción considerable de superficie.

4. Conclusiones

La decisión de apoyar este proyecto por parte de SEAT obedeció a razones estratégicas y económicas que es necesario recordar para poder evaluar sus repercusiones en el futuro.

En primer lugar, hay una clara orientación de la dirección del Centro Técnico de SEAT a preservar e incrementar los conocimientos técnicos adquiridos por nuestros ingenieros y técnicos en el campo de la seguridad pasiva. Una prueba del nivel alcanzado, es la clasificación de nuestros modelos en los primeros puestos del ranking de seguridad dado por entes reconocidos internacionalmente.

En esta línea, un proyecto como el LSD, polifuncional, de bajo coste, y que permite a nuestros técnicos un enlace directo y fluido “en casa” con la otra herramienta básica de desarrollo que es la simulación virtual de los ensayos, cierra un círculo que potencia aún más nuestra capacidad de desarrollo.

El otro aspecto importante, son los condicionantes económicos y financieros que hoy en día tiene toda la industria automotriz europea en su competencia con la de los países emergentes de Asia. Es evidente que un proyecto como el LSD cumple con las expectativas de rentabilidad económica y financiera por su bajo coste, su versatilidad y su capacidad de acomodamiento a la infraestructura existente en el Centro Técnico de SEAT.

No en último lugar hay que mencionar el aspecto de disponibilidad de personal cualificado para este tipo de pruebas de seguridad. El capital humano es también escaso en el sector automotriz. La posibilidad de tener un equipo de ensayo sencillo de manejar, cuyos resultados no están tan expuestos a los errores de las personas, es muy valiosa.

Normativas aplicadas

EE//EECCEE//T32R 4 A N S / 5 0 5, 20 de marzo del 1980, Concerning the adoption of uniform conditions of approval and reciprocal recognition of approval for motor vehicle equipment and parts.

(FMVSS- 581) Federal motor vehicle safety standards and regulations. Part 581 – Bumper Standard.

(CMVSS – 215) Canadian Motor Vehicle Safety Standards. Part 215 – Bumpers

Correspondencia (Para más información contacte con):

Nombre: Víctor

Apellidos: Oliveras Mérida

Teléfono de contacto: (34) 937087084

E-mail de contacto: victor.oliveras@seat.es

Empresa: Centro Técnico de SEAT, S.A.

URL: www.seat.es