

El papel del diseño del vehículo automóvil en el rescate de ocupantes

Los continuos avances tecnológicos en materia de seguridad hacen que el automóvil sufra cambios de vital importancia para la protección de los pasajeros. Dichos cambios en la estructura y el equipamiento de los vehículos pueden hacer que los equipos de rescate se encuentren a diario frente a situaciones nuevas que pueden interferir en su trabajo habitual. No es el objeto del presente artículo el definir el proceso de extricación o excarcelación de heridos, como tampoco lo es el de analizar en detalle la estructura del vehículo ni el sistema de retención en sí mismos. Sí lo es el analizar las implicaciones que las nuevas estrategias de protección al ocupante en los choques pueda tener en la operativa habitual de los distintos profesionales participantes en el proceso de rescate, destacando el papel que el vehículo juega como elemento relevante en términos de facilitar el proceso. Cabe asimismo destacar que, por falta de información acerca del vehículo, estos equipos de rescate pueden incurrir en peligros adicionales o tiempos de excarcelación excesivamente largos. El problema así planteado puede agravarse en el futuro, debido a la constante evolución e incorporación de nuevos elementos de los sistemas de protección del ocupante así como al incremento en las prestaciones de los materiales empleados en la estructura de los vehículos.

JAVIER LUZÓN NARRO - CENTRO TÉCNICO DE SEAT, S.A.

CARLOS ARREGUI DALMASES - UPC (UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA).

MARÍA SEGUÍ GÓMEZ - UNIVERSIDAD DE NAVARRA. DPTO. MEDICINA PREVENTIVA Y SALUD PÚBLICA, FACULTAD DE MEDICINA.

EL PRESENTE TEXTO ES UN EXTRACTO DEL LIBRO "PRINCIPIOS DE BIOMECÁNICA DEL IMPACTO, LESIONES POR ACCIDENTE DE TRAFICO" ARREGUI C., LUZÓN J., SEGUÍ M. (EDITORES) - ED. ARS XXI, MADRID 2007 (EN PRENSA).

1. Antecedentes

El concepto actual de seguridad integral agrupa y clasifica las distintas soluciones tecnológicas en función del momento en que actúan, apareciendo entonces los términos seguridad primaria, secundaria y terciaria, que podríamos definir como sigue:

- **La seguridad primaria**, que englobaría todos aquellos sistemas de seguridad orientados a actuar en la prevención del accidente hasta el momento mismo en que éste se considera inevitable.
- **La seguridad secundaria**, con sistemas orientados a minimizar los daños ocasionados por el accidente. Dichos sistemas actúan a partir del momento en que el accidente se considera inevitable.
- **La seguridad terciaria** engloba sistemas que actúen una vez el accidente ha terminado, y tiene por objetivo el mejorar el proceso de resta-

blecimiento de la normalidad en términos, por ejemplo, de evacuación y traslado de heridos o retirada de los vehículos accidentados.

Los actores que intervienen en cada una de estas fases son muchos (vehículo, vía, persona, entorno), teniendo cada uno de ellos determinado peso específico en base a aquella fase en la que su potencial de acción sea mayor. El vehículo en sí mismo juega, sin embargo, un papel fundamental en las tres fases del accidente, debido a las múltiples soluciones tecnológicas que actúan en cada una de ellas. Así, sistemas de ayuda como el control de tracción, estabilidad, antibloqueo de frenos, etc. jugarán un papel fundamental en la prevención del accidente (seguridad primaria) mientras

que los sistemas de seguridad pasiva actuarán en la segunda fase.

Y es centrándonos en la seguridad terciaria cuando encontramos un campo de actuación relativamente peculiar por la naturaleza misma de la situación. A diferencia de las fases anteriores, tras el accidente interactúa con el vehículo un entorno formado por entes de naturaleza distinta. Profesionales sanitarios y cuerpos de



FIG. 1 - SIMULACRO DE RESCATE DE OCUPANTES.

bomberos y policía componen habitualmente el equipo de asistencia cuya labor consistirá en minimizar los daños provocados por el accidente de tráfico, dependiendo en muchos casos de su actuación la evolución de los heridos.

El acceso a los ocupantes para su rescate resulta necesario, de manera que es preciso que tras el accidente pueda accederse al habitáculo de manera lo más similar posible a la habitual en el uso diario del automóvil (puertas, ventanas, portón en caso de variantes de 5 puertas, etc.). Por otra parte, el atrapamiento de los ocupantes por elementos del vehículo, o las lesiones de gravedad tal que requieran estabilización del herido, pueden necesitar de un acceso ampliado al habitáculo, por tener que extraer del mismo los heridos de una manera distinta a la habitual. Entablillados, collarines y otros sistemas de estabilización, atención médica continua durante la excarcelación son ejemplos de situaciones que pueden requerir un acceso facilitado al interior del vehículo. Desde este punto de vista, el conocimiento que dichos profesionales deben tener del vehículo para el buen fin de su trabajo conlleva el conocimiento exhaustivo del mismo, a fin de:

1. **Agilizar la labor de rescate** (excarcelación, extracción).
2. **Evitar daños mayores** por desconocimiento de elementos potencialmente peligrosos en el vehículo.

Las premisas fundamentales de la actuación de estos profesionales son tanto el evitar que las lesiones sufridas por los ocupantes de los vehículos se agraven por tiempos de rescate excesivos o por la dificultad de la excarcelación en sí misma, con el consiguiente empeoramiento del pronóstico de los heridos, como el evitar que se produzcan lesiones nuevas en los accidentados u otros miembros que intervengan en el rescate. Para ello, analizaremos la posible influencia que elementos como los siguientes pueden tener en el proceso de rescate de ocupantes de automóvil accidentados de tráfico:

- La estructura del vehículo.
- Los elementos del sistema de retención.
- Otros elementos o sistemas.

Es necesario entender lo relevante del hecho de que los equipos de rescate dispongan de información de primera mano relativa a los apartados mencionados anteriormente, en tanto en cuanto de ello depende la capacidad de adaptación por parte de los profesionales del rescate al medio en constante evolución que representa el vehículo automóvil. El proceso en sí, así como los métodos y maquinaria utilizados deben actualizarse a la par que los materiales y estrategias constructivas utilizadas en el automóvil actual.

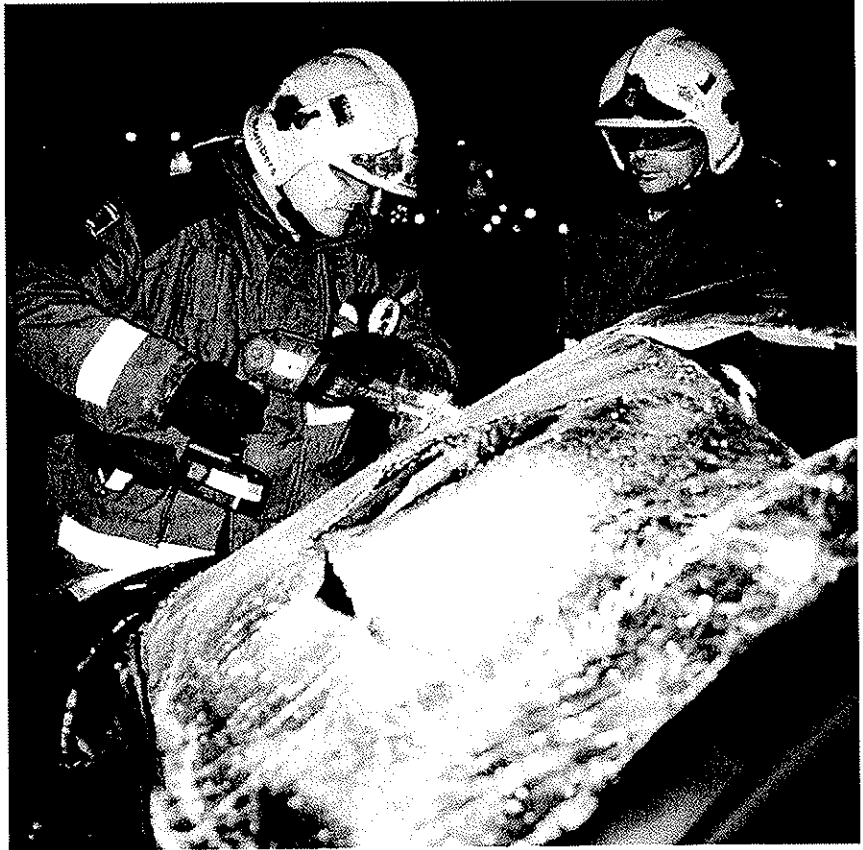


FIG. 2 - ACCESO POR EL PARABRISAS.

Por otra parte, si bien hoy en día es posible encontrar referencias relativas al modo de actuación de los equipos de rescate, parques de bomberos por ejemplo, no resulta tan fácil encontrar trabajos relativos al análisis de los tiempos necesarios para el rescate en accidentes reales, o relativos a los riesgos observados (empíricamente) de activación accidental de airbags u otros dispositivos potencialmente peligrosos en dichos casos reales.

■ 2. La estructura del vehículo

El diseño de la estructura de un automóvil se realiza en base a un conjunto de requerimientos técnicos y económicos. Dependiendo de la zona concreta de la estructura, podríamos destacar:

- Resistencia
- Peso
- Coste
- Tamaño o espesor de la pieza
- Elementos del entorno (piezas colindantes)
- Ergonomía, visión
- Seguridad (crash-test, protección de peatones)
- Reparabilidad del vehículo tras un accidente

El diseño final es fruto de todos estos requerimientos, entre los cuales se encuentra el comportamiento de la estructura en caso de acci-

dente. En tal situación, el vehículo está diseñado para absorber energía del impacto sometiendo a los ocupantes a los niveles de aceleración más bajos posibles, así como proveer a los ocupantes de un espacio de supervivencia mínimo que evite el atrapamiento del ocupante por la propia estructura del vehículo, de la misma manera que las puertas deben poder abrirse tras el choque, en la medida de lo posible sin utilización de herramientas.



FIG. 3 - CORTE DE LA TALONERA.

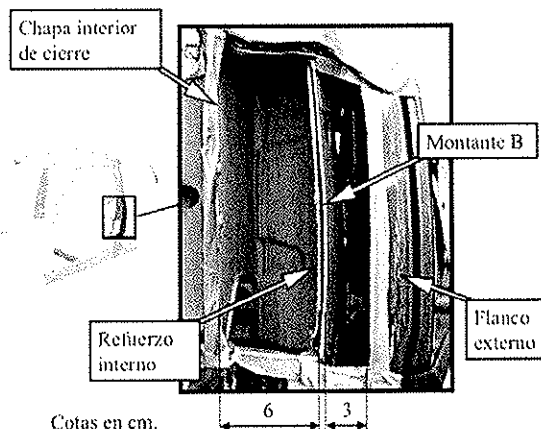


FIG. 4 - SECCIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL MONTANTE B.

Para poder hacer frente a lo anterior es frecuente utilizar materiales con unas propiedades mecánicas muy altas, de tal manera que no es extraño encontrar en determinadas zonas de la estructura materiales de alta resistencia. Aceros laminados en caliente con alto límite elástico resultan de uso cada vez más frecuente en el sector del automóvil, y su ubicación concreta en la estructura de cada vehículo resulta, cuanto menos, muy difícil por parte de los profesionales de los equipos de rescate. Por otra parte, en lo relativo a la geometría de la carrocería, el aspecto externo del vehículo no representa los elementos estructurales, de tal manera que entre los elementos resistentes y la chapa externa del vehículo pueden haber distancias de varios centímetros (Fig.1) que pueden dificultar el corte de zonas del vehículo durante el proceso de excarcelación.

Adicionalmente a la estructura en sí, entendiendo como tal la carrocería del coche, existen elementos de todo tipo que pueden interferir en las zonas de corte habituales para acceder al habitáculo. Así, en el interior del montante B suele alojarse un regulador de altura del cinturón, consistente en una guía metálica de una cierta rigidez (ya que ha sido diseñada para soportar la carga del cinturón en caso de choque) y en la parte superior de los montantes B o C podemos encontrar el generador de gas del airbag de cabeza. Todos ellos elementos que, desde el punto de vista del rescate de ocupantes, pueden resultar molestos en caso de ser necesarias tareas de corte de la estructura del vehículo. Si bien no resulta fácil que los servicios de rescate puedan acceder a informaciones relativas a la ubicación específica en cada vehículo de dichos elementos si que existen formas de dejarlos a la

vista eliminando los revestimientos interiores del vehículo, particularmente los revestimientos de los montantes B y C y el guarnecido del techo. El proceso anterior conlleva, obviamente, una pérdida de tiempo, que por otra parte facilitará la elección de las zonas de corte adecuadas en caso de no disponer de más información adicional en el momento de la actuación, intentando evitar el corte de elementos resistentes tales como los mencionados anteriormente, y centrando el esfuerzo en los verdaderos elementos resistentes (montantes, talonera, etc.)

A fin de poder extraer a los ocupantes del vehículo con comodidad o de atenderles adecuadamente si están heridos puede ser necesario abatir el asiento hacia atrás en su totalidad. Como siempre, se debe intentar utilizar el sistema de regulación del asiento antes de proceder a cortar la zona inferior del respaldo. En caso de ser necesaria dicha operación, nuevamente aparece el problema de no poder acceder directamente a la estructura resistente del asiento, en este caso oculta tras el tejido y la espuma del asiento. Cabe recordar que el asiento es un elemento con un papel fundamental en el choque, y se diseña de tal manera que permanezca estable durante el mismo. Así pues, la estructura o armazón del respaldo es un elemento muy resistente con geometrías distintas en función del diseño de cada fabricante. De ser necesario el corte de dicho armazón es recomendable retirar el tejido y la espuma en la zona a cortar, a fin de visualizar el armazón mismo y elegir una zona de corte apropiada.

Vale la pena destacar la importancia de intentar buscar medios alternativos a las actuaciones "invasivas" de la estructura del vehículo, en tanto la misma ha sido diseñada precisamente bajo exigentes criterios de rigidez y resistencia a la deformación. Es preciso intentar abrir puertas,

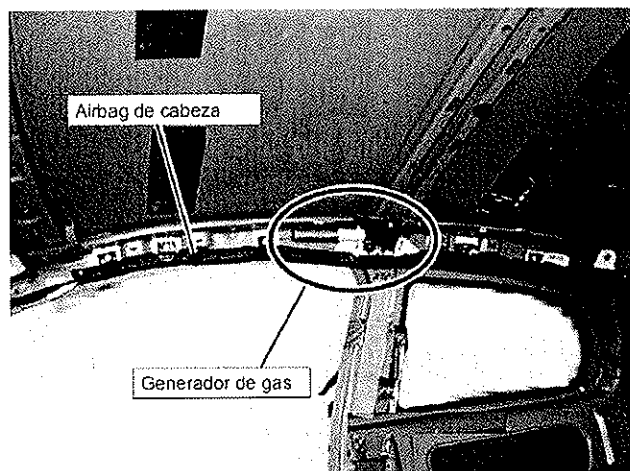


FIG. 5 - VISTA DEL AIRBAG DE CABEZA DESDE EL INTERIOR DEL VEHÍCULO CON TODOS LOS REVESTIMIENTOS RETIRADOS.

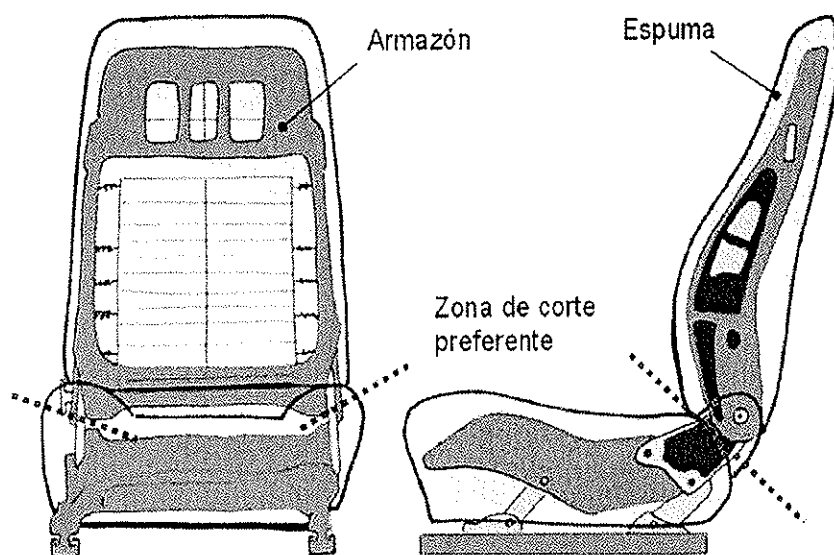


FIG. 6 - CORTE DEL ARMAZÓN DEL ASIENTO PARA ABATIMIENTO DEL RESPALDO.

desabrochar cinturones, abatir asientos, y en definitiva intentar actuar en todo lo posible antes de proceder a grandes operaciones con medios mecánicos que puedan conllevar un elevado coste de tiempo. Las normativas de desarrollo en el área de protección a ocupantes de los vehículos automóviles prevén habitualmente el rescate de los mismos, de manera que el fabricante garantice, entre otros, como mínimo:

- La apertura de las puertas tras el choque (una por cada hilera de asientos).
- La estanqueidad del sistema de combustible.
- El correcto funcionamiento de la hebilla de los cinturones (fuerza máxima para el desabrochado).

3. Los sistemas de retención

Desde un punto de vista ajeno al funcionamiento de los sistemas de retención, la visión del profesional del rescate que se enfrenta a un vehículo accidentado debe ser mucho más pragmática, de tal manera que el airbag que ha cumplido su función durante el choque pasa a convertirse en una bolsa de tela que puede doblarse fácilmente con la mano sin causar mayor molestia, y el cinturón en una cinta textil que puede desabrocharse o cortarse en función de lo necesario. De manera general, podrían hacerse las siguientes consideraciones acerca de airbags y cinturones una vez activados:

- Los airbags activados son bolsas desinfladas que no suponen ningún peligro, y pueden apartarse, plegarse o recogerse a fin de evitar interferencia con el proceso de rescate. Esto es aplicable a todos los tipos de módulos de airbag (de cabeza, laterales, frontales, de rodillas)
- El gas generado para el llenado no es tóxico, ya que está compuesto de nitrógeno, dióxido de

carbono y otros gases nobles.

- El humo blanco formado tras el hinchado de airbags está formado por polvos y partículas alcalinas, no significando ello que haya incendio alguno. El contacto de estas partículas con zonas sensibles de la piel, como las mucosas, puede causar irritación. Es recomendable lavarse las manos tras manipular airbags activados.

- La activación de airbags y pretensores de cinturón pirotécnicos hace subir la temperatura localmente de ciertas zonas del vehículo, sin suponer ello peligro de incendio.
- Los cinturones de seguridad deben intentar desabrocharse siempre de la hebilla. En caso de no ser posible, puede cortarse la cinta sin riesgo alguno.

Por otra parte, es prioritario el identificar los elementos del sistema de retención del vehículo que han sido activados y, lo que resulta más importante, los que no lo han sido. De cara a evitar potenciales problemas durante el proceso de rescate, a título general pueden observarse los siguientes aspectos:

- Resulta conveniente identificar el número de airbags presentes en el interior del vehículo. A fin de señalar la ubicación de los airbags, éstos siempre incorporan en lugar visible una etiqueta con la inscripción "airbag" o "SRS"

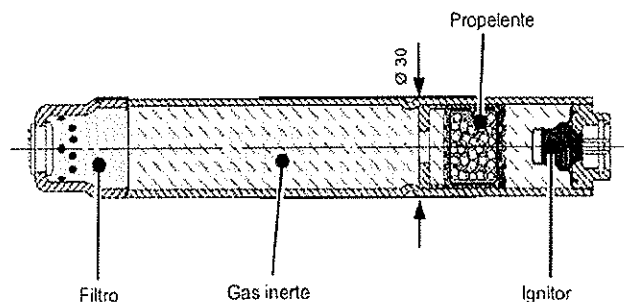


FIG. 8 - SECCIÓN LONGITUDINAL DE UN GENERADOR DE GAS CILÍNDRICO DE TIPO HÍBRIDO PARA AIRBAG DE CABEZA.

(Supplementary restraint system) ubicada en tablero, volante, asiento, revestimiento puerta, revestimiento techo, etc.

- Los dispositivos pirotécnicos (airbags y pretensores de los cinturones de seguridad) se activan por una señal eléctrica proveniente de la centralita de control. Resulta, pues, preferente el desactivar la batería tras el accidente antes de cualquier acción en el interior del vehículo.
- La centralita de control dispone de un sistema de reserva de energía para garantizar la activación de los sistemas si, por cualquier motivo, durante el choque se interrumpe el suministro eléctrico a dichos sistemas. Tras el corte de suministro eléctrico (desconexión de la batería en este caso) esta reserva suele consumirse tras 30 segundos aproximadamente. Esta cifra depende, Obviamente, del modelo concreto de vehículo, no siendo habituales en cualquier caso tiempos de reserva superiores a 1 minuto.
- Los generadores de gas utilizados para el hinchado de las bolsas airbag pueden ser pirotécnicos, con combustible sólido, o híbridos, con un ignitor (iniciador) pirotécnico común a los anteriores y un depósito en el que se encuentra una mezcla de gases nobles comprimida a alta presión (ver fig 8). Hay que evitar el seccionar tanto unos como otros durante el proceso de rescate, no tanto por las consecuencias (en el primer caso sería la salida al exterior de las pastillas de combustible sólido y en el segundo del gas a presión) sino como por la resistencia adicional que pueden suponer los generadores al corte de la estructura durante el proceso de ex-carcelación.
- En caso de incendio del vehículo, los dispositivos pirotécnicos pueden detonarse por sí solos por ignición del combustible en los generadores de gas una vez superadas temperaturas de 200 °C aproximadamente.

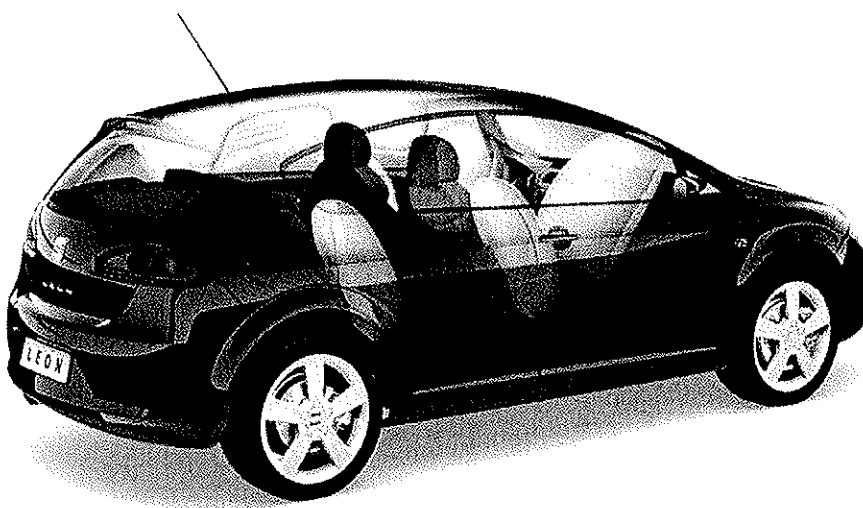


FIG. 7 - ELEMENTOS DEL SISTEMA DE RETENCIÓN (SEAT, S.A.).

La actitud personal relativa a cualquier sistema de retención del ocupante en un vehículo accidentado debe ser conservadora, identificando potenciales peligros bien sea por la complicación que pudieran ocasionar durante el proceso de rescate de los ocupantes bien por el riesgo de posibles lesiones a los profesionales o a los propios accidentados.

■ 4. Otros sistemas

Al producirse el choque, el sistema de airbag puede activar otros sistemas destinados a mejorar la seguridad de los ocupantes del vehículo accidentado. De tal manera que, al tiempo que la centralita de control del sistema airbag detecta el choque y envía señal de disparo a los sistemas de retención correspondientes, puede, entre otros, activar sistemas de los siguientes tipos:

- Apertura del seguro de las puertas.
- Interrupción del suministro de combustible.
- Desconexión del polo positivo de la batería (manteniendo la conexión de los sistemas de seguridad).
- Activación de la señalización de emergencia del vehículo (intermitentes).
- Encendido de las luces de cortesía interiores.

Este tipo de sistemas está orientado a evitar potenciales peligros de incendio o atrapamiento de

los ocupantes en el interior del vehículo, a la vez que a mejorar la visibilidad en caso de accidente nocturno tanto desde el interior como desde el exterior del vehículo. No deberían a priori interferir en el proceso de rescate, sino ayudar al equipo de salvamento a localizar y acceder al vehículo de una manera relativamente segura.

■ 5. Conclusiones

Sirva el presente capítulo para confirmar, una vez más, el hecho de que los accidentes de tráfico deben ser contemplados desde un punto de vista multidisciplinar, dada la distinta formación y competencia de cada uno de los entes implicados en el accidente, y entendiendo que el vehículo en sí mismo juega un papel relevante en el rescate de los ocupantes, pudiendo su diseño facilitar o dificultar enormemente el trabajo de los equipos de asistencia.

Los equipos de rescate deberían disponer de determinada información para poder operar correctamente. Ésta puede ser de dos tipos:

- Genérica, aplicable a todos los vehículos.
- Específica de cada fabricante. En particular:
 - Ubicación de la/s batería/s.
 - Ubicación de los generadores de gas de airbag.
 - Zonas preferentes de corte de la carrocería para la excarcelación.

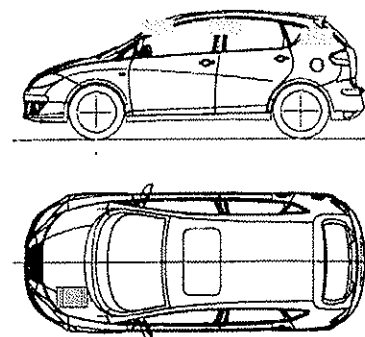


FIG. 9 - ZONAS PREFERENTES DE CORTE DE LA CARROCEÍA Y UBICACIÓN DE LA BATERÍA [SEAT, S.A.]

TODAS LAS INDICACIONES DEL PRESENTE CAPÍTULO TIENEN COMO OBJETO EL ILUSTRAR DE UNA MANERA GENERAL EL VEHÍCULO AUTOMÓVIL COMO ELEMENTO A TENER EN CONSIDERACIÓN EN EL PROCESO DE RESCATE, POR LO QUE ÉSTAS NO PUEDEN SER GENÉRICAS. INDICACIONES ESPECÍFICAS ACERCA DE CADA MODELO DE COCHE, ASÍ COMO SOBRE LA OPERATIVA DE CADA EQUIPO DE RESCATE EN FUNCIÓN DE LA VALORACIÓN QUE "IN SITU" REALICE DEL ACCIDENTE EN CUESTIÓN, QUEDAN FUERA DEL ALCANCE DE ESTE ARTÍCULO.

■ Bibliografía

1. Arregui, C.
"Nuevas tecnologías vs. Rescate de ocupante"
II Jornadas de actuaciones de rescate en accidentes de tráfico. Pamplona 2006
2. Arregui C., Luzón J. Martínez C.
"Nuevo enfoque en el rescate de los ocupantes"
El rescate en accidentes de tráfico y su incidencia en la seguridad vial. Jornada cátedra ADA de seguridad de los vehículos automóviles. Madrid 2004
3. Blasco R.M.
"Prevención de riesgos para el personal de los servicios de emergencias extrahospitalarias"
Emergencias 2000;12:116-124
4. "Emergency rescue guidelines for airbag equipped vehicles"
NHTSA Brochure, Washington DC.
5. Hassan A., Sproat R., Waldie A., Benkwitz P., Foster K.,
"The influence of vehicle design on injury risk to seriously injured casualties and rescue personnel"
ESV Conference 2005. Paper Number 05-0244
6. "La repercusión de las innovaciones en seguridad del automóvil en la resolución de los accidentes de tráfico."
I Jornada de actuaciones de rescate en accidentes de tráfico APRAT, 2005
7. Luzón J.
"Diseño estructural del automóvil y rescate de ocupantes"
III Jornadas sobre búsqueda de soluciones al problema de los accidentes de tráfico. Zaragoza, 2006
8. Martínez J.
"Rescue on the Spot. Problems posed by the rescue operations of the actual vehicles"
Xth PRI World Congress. Road Safety Strategies 2006. Abu Dhabi, United Arab Emirates
9. "Retten und Bergen von personen aus mit airbags ausgerüsteten unfallfahrzeugen."
VDA Verband der Automobilindustrie 2004
10. Robbins M.C.
"Lack of relationship between vehicle damage and occupant injury"
SAE paper 970494, 1997
11. Vargas L.E.
"Extricación vehicular"
Guías para manejo de urgencias FEPAFEM Cap. VI, Pags. 72-78