

## MODELOS DE SIMULACIÓN DEL AIRBAG EN IMPACTOS CON VEHÍCULOS ADAPTADOS PARA DISCAPACITADOS

Masiá, J.; Eixerés, B. <sup>(P)</sup>; Dols, J.; Esquerdo, T.V.

### Abstract

The car control adaptations are used in vehicles in order to facilitate the driving to persons with physical handicaps. This does not have to suppose a decrease of the passive safety that is required to the vehicles. In order to analyze this relation there will be characterized the different control adaptations that are in use together with the different devices of passive safety that can be mounted in the vehicles in diverse cases of impact in order to generate models of simulation.

The methodology used to generate this simulation consists of the first phase in which there develops the three-dimensional model of the driving place. For it, there has been used a commercial software of three-dimensional design. Once realized this one divides, the model is imported to the finite elements software in which meshing is generated. Finally, a dynamic simulation software is used to assign the most important characteristics like material properties, contact interfaces, gas expansion models, airbag fold types, etc.

*Keywords: airbag, passive security, disabled driver, steering control devices, finite elements*

### Resumen

Las adaptaciones de mando se acoplan en los vehículos con el objeto de facilitar la conducción a personas con minusvalías físicas. Esto no tiene que suponer una disminución de la seguridad pasiva que se le exige a los vehículos. Con el objeto de analizar esta relación se caracterizarán las distintas adaptaciones de mando que se utilizan junto con los distintos dispositivos de seguridad pasiva que se pueden encontrar montados en los vehículos en diversos casos de impacto con el fin de generar modelos de simulación.

La metodología empleada para generar esta simulación consta de una primera fase en la que se desarrolla el modelo tridimensional del sitio de conducción. Para ello se ha empleado un software comercial de diseño tridimensional. Una vez realizada esta parte, se importa el modelo al programa de elementos finitos en el que se genera la malla de elementos finitos. Por último, en el software de simulación dinámica se especifican los condicionantes principales del modelo como son los materiales y sus características, los interfaces de contacto, los modelos de expansión de gases, la forma de plegado del airbag, etc.

*Palabras clave: airbag, vehículo, seguridad pasiva, discapacitado, adaptación de mando, elementos finitos*

### 1. Introducción

Hoy día son cada vez más los componentes utilizados en el automóvil. A estos se les exige un diseño funcional con otros requisitos como es la seguridad pasiva. En el caso de las adaptaciones de mando que se acoplan en los vehículos con el objeto de facilitar la conducción a personas con minusvalías físicas, se deben tener en cuenta también estos requisitos. El requisito fundamental que se les exige es que permitan la integración de estos conductores con diversas minusvalías. Por otro lado, esto no tiene que suponer una

disminución de la seguridad pasiva que se le exige a los vehículos. Además se debe considerar que estos componentes tengan la posibilidad de ser reciclados de forma que cumplan con las políticas establecidas respecto a criterios medioambientales.

Se considera pues el rediseño de estos componentes de forma que cumplan con los requisitos funcionales pero que aumenten la seguridad pasiva de las personas disminuidas que necesitan de su uso, considerando en este rediseño las repercusiones medioambientales de los materiales y procesos empleados en su diseño y fabricación.

Para acometer este rediseño se analizan las diversas situaciones que pueden aparecer junto con los distintos dispositivos de seguridad pasiva que se pueden encontrar montados en los vehículos. Para ello se analizan las hipótesis de carga a las que se encuentran sometidos tanto desde el punto de vista funcional como el de seguridad pasiva del vehículo. En este segundo y para las adaptaciones de dirección tienen gran influencia los dispositivos de airbag que se analizan en el artículo.

## **2. Objetivos**

El trabajo que se expone inicia una serie de fases de estudio en las cuales el objetivo último es que estos componentes se encuentren incluidos entre las partes del vehículo que se pueden recuperar para reutilizar sus materiales acabada la vida útil de los mismos. Para poder analizar el comportamiento en servicio de estas adaptaciones así como el que presentan en el caso de producirse un accidente, se deben estudiar los diversos estados de carga a los que se encuentran sometidos.

Por un lado se deben comprobar los valores de esfuerzo a los que se encuentran sometidas las adaptaciones con su uso normal. Esto deriva en establecimiento de unas hipótesis de carga que permiten establecer el diseño de estos elementos desde el punto de vista funcional, siendo las cargas aplicadas las que se consideran como más desfavorables desde este punto de vista.

Por otro lado, en el rediseño de estas adaptaciones se deben especificar las cargas que son ocasionadas por los dispositivos de seguridad pasiva montados en el vehículo sobre las mismas. En ese caso, no solo se debe comprobar cómo son afectadas estas adaptaciones sino que como aspecto fundamental se debe verificar si se ve disminuida la seguridad pasiva con el montaje de las mismas. Cada vez son más los dispositivos montados para la prevención de daños en caso de accidente. Por ello, con el montaje de estos dispositivos se tiene que comprobar si se ven afectados en algún caso. Ejemplo claro de ello son los dispositivos de airbag de dirección. Estos, pueden someter a las adaptaciones a elevadas cargas que pueden producir la deformación o rotura de las mismas. Además, la función de seguridad de los mismos se puede ver afectada por estas adaptaciones, debido a su interferencia en el habitáculo de seguridad.

## **3. Metodología**

El proceso empleado para evaluar las adaptaciones y estudiar la procedencia de un rediseño es la simulación mediante un software de elementos finitos de la dinámica del modelo de accidente [1]. Para ello se dispone de modelos de análisis que han sido calibrados y homologados para los impactos, las barreras de impacto, para los dummies que simulan a las personas, etc.

Uno de los elementos pasivos de seguridad más importante es el airbag. En la actualidad son muchos los sistemas de airbag empleados, pero uno de los más importantes es el que previene el impacto frontal. La simulación del despliegue de estos es uno de los principales apoyos a la hora de evaluarlos (Figura 1).

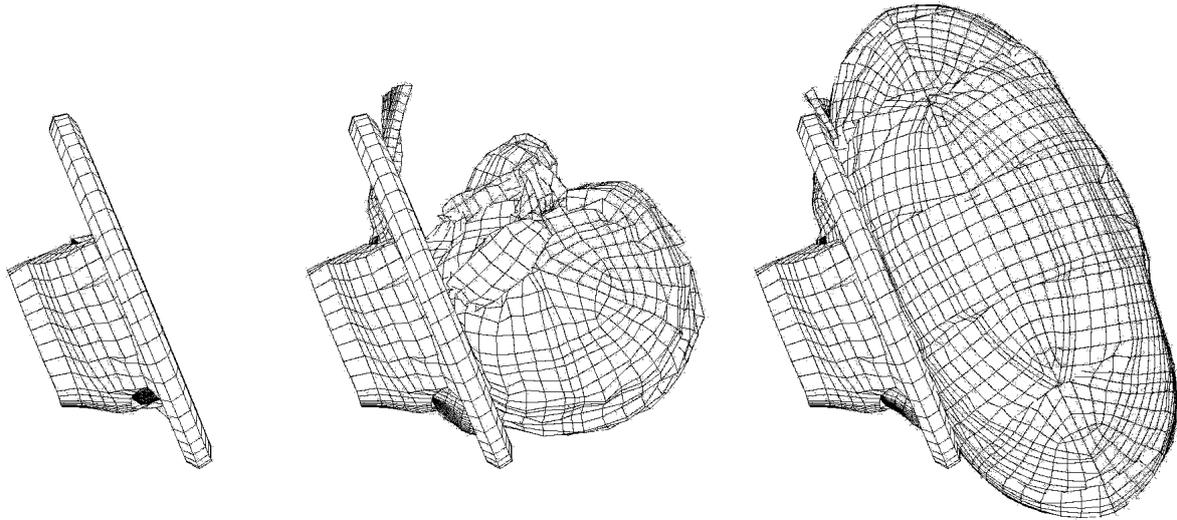


Figura 1. Modelado de la explosión del airbag.

La metodología empleada para generar esta simulación consta de una primera fase en la que se desarrolla el modelo tridimensional del sitio de conducción. Para ello se ha empleado un software comercial de diseño tridimensional. Una vez realizada esta parte, se importa el modelo al programa de elementos finitos en el que se genera la malla de elementos finitos (Figura 2). Por último, en el software de simulación dinámica se especifican los condicionantes principales del modelo como son los materiales y sus características, los interfaces de contacto, los modelos de expansión de gases, la forma de plegado del airbag, etc.

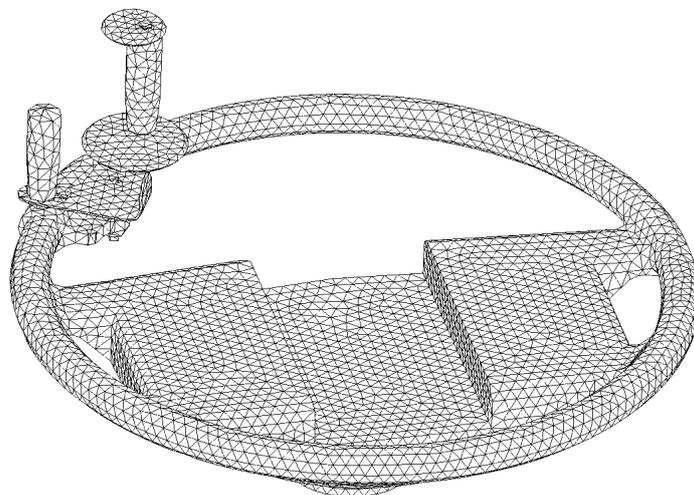


Figura 2. Modelo de volante de dirección con empuñadura de dos puntos.

Para el modelado del puesto de conducción, se han utilizado parámetros geométricos medios de vehículos comerciales, considerando las distancias mínimas que deben utilizarse para el habitáculo de seguridad. Se ha establecido un rango teniendo en cuenta que los vehículos deben acomodar a personas de diferentes complejiones. La forma del airbag, el ángulo de inclinación del volante, el modelo de plegado y el índice de la presión de inflado son otros factores importantes.

Se evalúan dos aspectos fundamentales en el despliegue de los airbags de dirección, como son la forma de plegado de la bolsa de aire y el modelo de expansión termodinámica de los gases [2].

El plegado de la bolsa de aire es uno de los factores que influye en el despliegue del mismo y en la curva de presión/tiempo de airbag. La figura 3 muestra tres formas de plegado que han sido utilizadas para las simulaciones. Estas combinan el uso de pliegues finos, internos y en espiral.

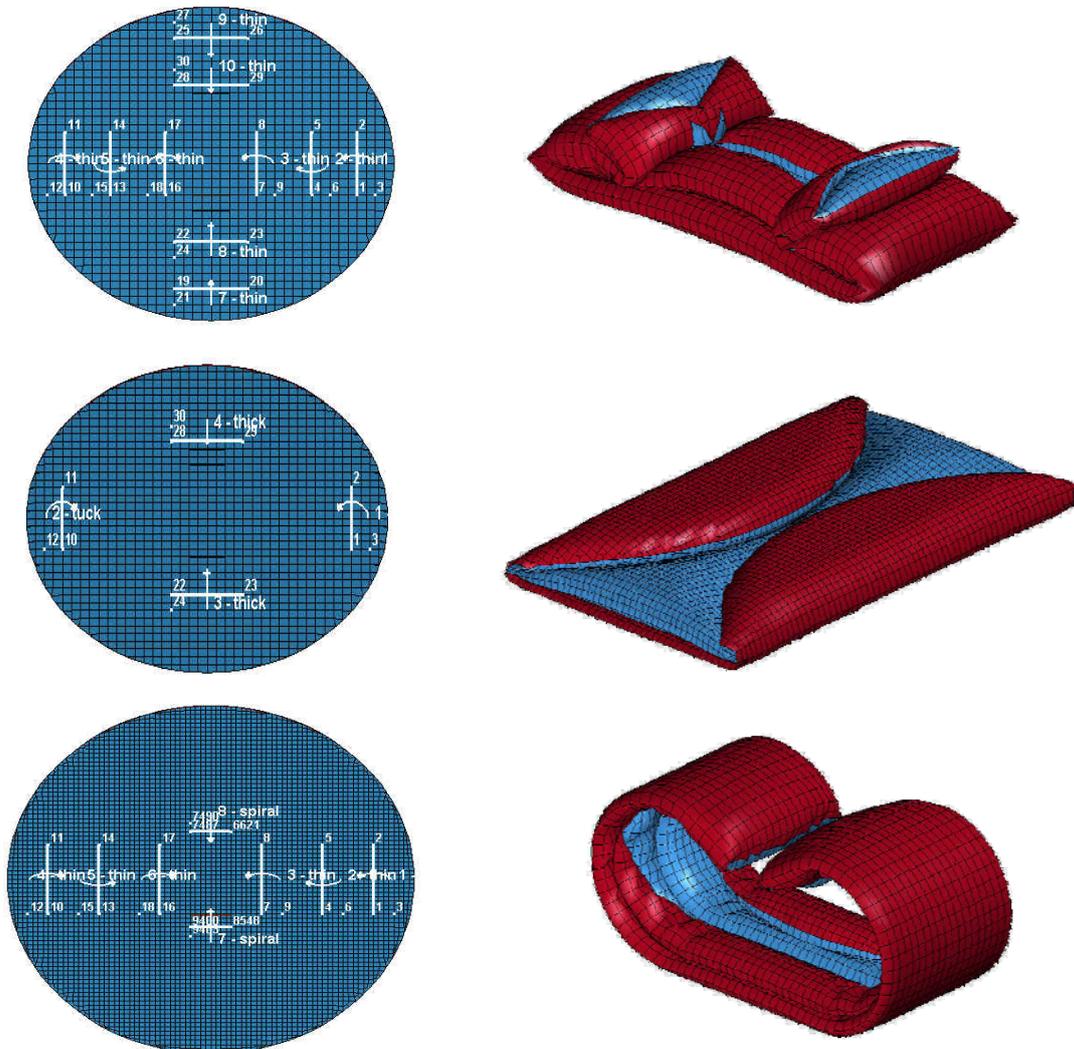


Figura 3. Pliegues de la bolsa del airbag.

Con respecto a la expansión de los gases se emplean diversos modelos que representan diversas leyes de comportamiento. Las de uso más generalizado son las de presión simple, adiabáticas e híbridas.

Aunque sólo se analice la interacción del airbag con el dispositivo adaptado, en cuanto a la posición de conducción, se considera la posición nominal o estándar de conducción, en la que la distancia del conductor al volante, y, por tanto, al airbag frontal es la más adecuada para el correcto funcionamiento del mismo. A menudo, se considera que para el uso del dispositivo adaptado se requiere que el conductor se sienta en una posición más cercana al volante que la posición nominal.

En primer lugar, se realiza una simulación del despliegue del modelo del airbag convencional sin montar dispositivo alguno de ayuda a la conducción en el volante. Así, se pueden establecer las distancias que ocupa el airbag al desplegarse y los diferentes tiempos en los que va realizando el llenado completo. En la figura 4 se muestra una secuencia de despliegue del airbag de dirección simulada con el software de dinámica de elementos finitos.

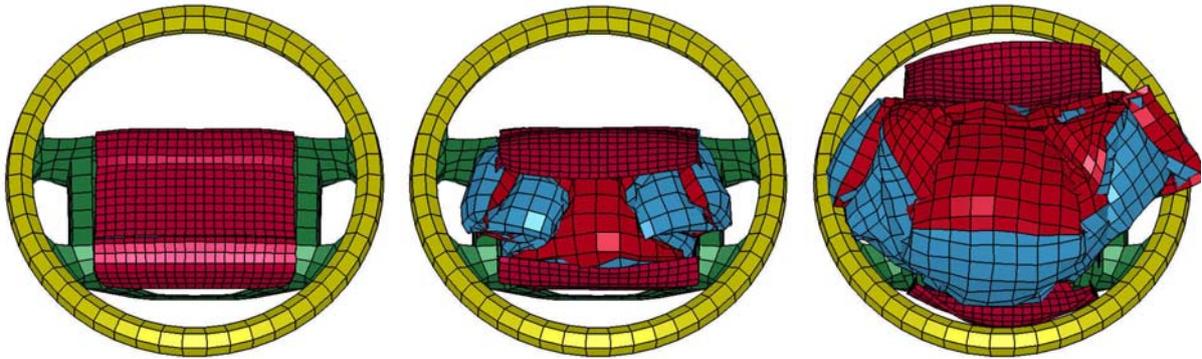


Figura 4. Modelado de la explosión del airbag.

Se toma como referencia el plano del volante, y en dirección perpendicular, en la cual se produce el inflado del airbag, se mide la distancia a la línea media o borde exterior del airbag. Esta dimensión nos sirve como referencia para los posteriores análisis en los que se montan los diferentes dispositivos.

Si no hay montada ninguna adaptación, este borde exterior del airbag resulta paralelo al plano del volante y la distancia es la misma en cualquier posición. Una vez montadas las adaptaciones, se miden las distancias mínimas y máximas respecto al plano del volante, para poder determinar en qué medidas se ve desplazado el airbag.

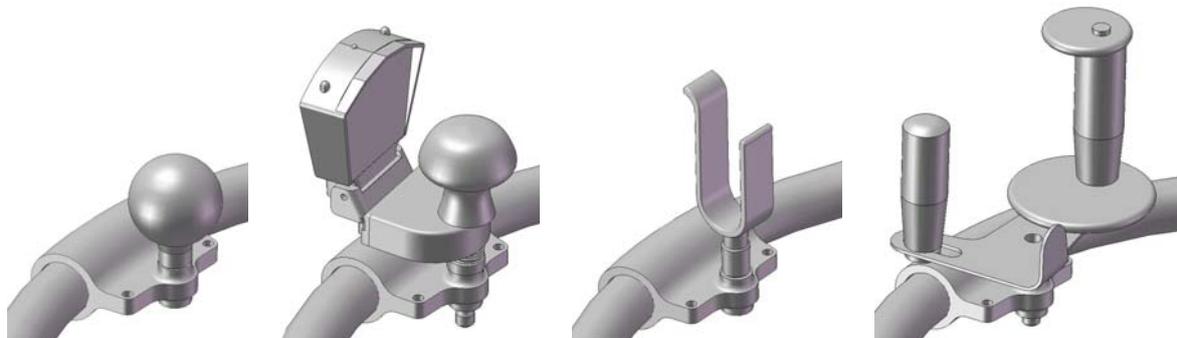


Figura 5. Mandos de dirección adaptados objeto del estudio.

Se realiza la simulación de cuatro tipos diferentes de adaptaciones para mandos de dirección, un pomo, un pomo con telecomando, una horquilla en forma de “u” y una empuñadura de 2 puntos. Estas adaptaciones son representativas de la variedad existente en el mercado, y según un estudio previo sobre el análisis de la influencia de los dispositivos adaptados sobre la seguridad pasiva, resultan entre los que más pueden interferir en el correcto funcionamiento del airbag frontal, por ir fijados al aro del volante mediante abrazadera e introducirse en la parte interior del mismo. Como puede verse en la Figura 3, se colocan en cualquier posición del volante de acuerdo a la pericia y a la comodidad personales del conductor.

El pomo es relativamente más pequeño que los otros dispositivos e interfiere menos en las cotas de seguridad. Se utiliza para permitir el giro del volante con una sola mano. El pomo con telecomando tiene mayores dimensiones, aunque en principio la ubicación del telecomando no parece que supondrá mayores dificultades que al utilizar únicamente el pomo. El telecomando sirve para accionar los mandos de las luces, intermitentes, limpiaparabrisas, etc., sin retirar las manos del volante.

La horquilla ya tiene unas dimensiones mayores, además de un diseño que puede afectar más al funcionamiento del airbag. Se utiliza para casos de tetraplejía. Por último, la empuñadura de 2 puntos, por su forma y dimensiones parece a priori que será la que más puede interactuar en el despliegue del airbag. Esta también es utilizada para personas con tetraplejía que tienen total discapacidad en la mano y la muñeca [3].

#### 4. Resultados

Para evaluar la forma de inflado y características de los airbags en estas simulaciones se ha obtenido la curva presión/tiempo en el interior de la bolsa del airbag (Figura 6). En ella se representa la forma que se alcanza la presión a lo largo del tiempo, observándose la fase de detonación, seguida de la fase de llenado de la bolsa. Dependiendo del modelo utilizado, con esta representación se han obtenido gráficas que indican cómo se produce el llenado de la bolsa y por tanto como se realiza el despliegado bajo presión. Un indicativo claro de ello es la forma de la curva en la fase catapulta. Este proceso de llenado es determinante para evitar los daños producidos por un impacto [4].

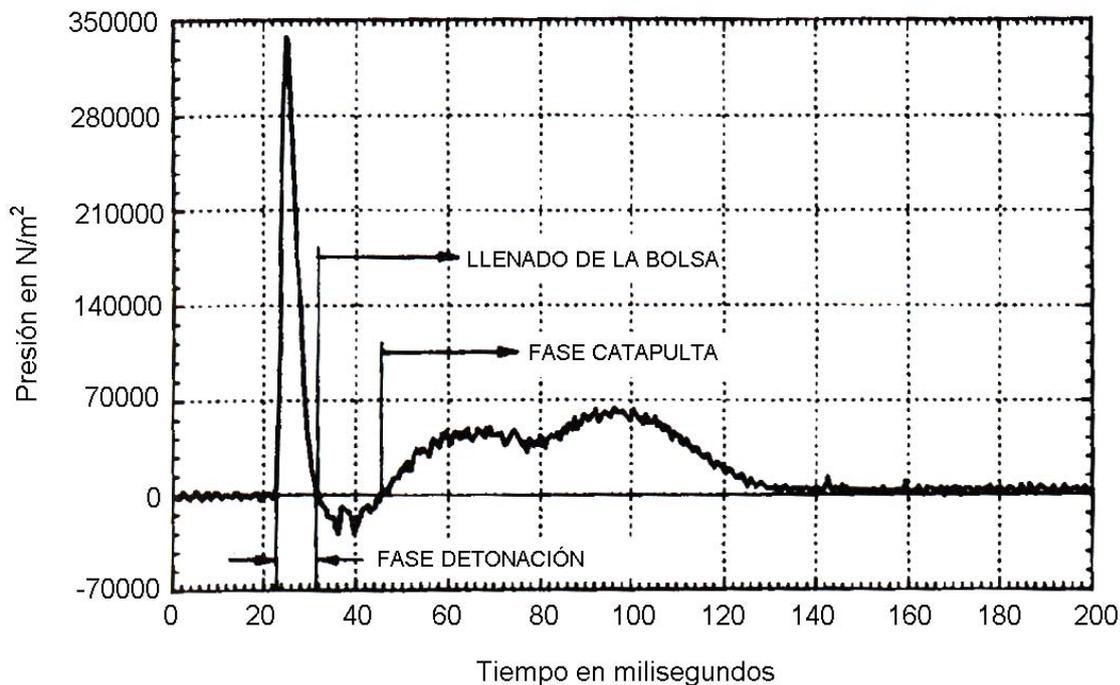


Figura 6. Curva de presión/tiempo del airbag.

La figura 7 muestra una de las modelizaciones desarrolladas. En ellas se combinan las diversas formas de plegado con los modelos de expansión para obtener modelos representativos de airbags.

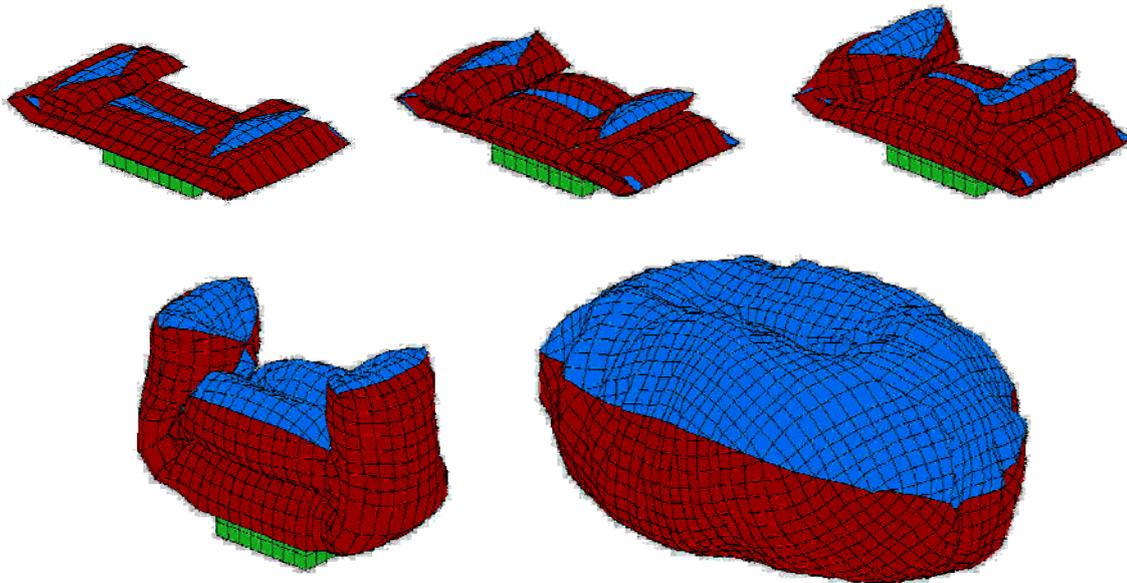


Figura 7. Simulación de la explosión del airbag.

En la Tabla 1 se muestran los valores promedio obtenidos para las distancias según las diversas posiciones de montaje de la adaptación consideradas.

Tipo de adaptación	Plano de referencia del volante			
	Distancia mínima (mm)	Distancia máxima (mm)	Tiempo (ms)	
			D. mín.	D. máx.
Pomo	10	33	8	14
Pomo con telecomando	16	41	9	22
Horquilla	7	122	7	26
Empuñadura 2 puntos	3	112	6	24

Tabla 1. Valores de distancias máximas y mínimas del plano de referencia del volante al borde exterior del airbag y el tiempo en que se producen.

## 5. Conclusiones

Se han estudiado diversas combinaciones de expansiones y despliegue de airbags que permiten obtener la curva presión/tiempo que se produce en el interior de la bolsa del airbag. Esta resulta ser un indicativo claro de la forma de explosión del airbag. De ellas se obtienen modelos fiables con los que contrastar los resultados reales y que permiten analizar la seguridad pasiva a la que se encuentran las personas disminuidas físicas en el habitáculo de conducción.

Del estudio desarrollado se deduce que la interferencia de las adaptaciones de mando en el espacio de despliegue afecta notablemente al posicionamiento del mismo en el momento de la colisión, siendo notable la disminución en la seguridad pasiva de los conductores discapacitados como consecuencia del montaje de dichas adaptaciones. Las adaptaciones que interfieren en mayor medida en el espacio de despliegue son las que producen un peor posicionamiento del airbag, como son la horquilla y la empuñadura de dos puntos.

## Referencias

- [1] Morgan, R.M., et al., "The Effect of Redesigned Air Bags on Frontal USA NCAP", *16th ESV Conference*, Windsor, Canada, June 1998.
- [2] Motevalli, V. y Bedewi, N.E., "Airbag Modeling ", © GWU/NCAC.
- [3] Dalrymple G., "Effects of assistive steering devices on airbag deployment", National Highway Traffic Safety Administration, *SAE International Congress and Exposition*. SAE paper 960223, 1996.
- [4] Werner, J., Roberson, S., Ferguson, S., Digges, K., Day, A., "Air Bag Deployment Frequency and Injury Risks ", *SAE # 960664*. February, 1996.

## Correspondencia (Para más información contacte con):

D. Jaime Masiá Vañó  
Instituto de Diseño y Fabricación  
Universidad Politécnica de Valencia. Campus de Alcoy  
Plaza Ferrándiz y Carbonell, s/n. 03801 Alcoy (Alicante)  
Teléfono: 96 652 84 77  
Correo Electrónico: [jmasia@mcm.upv.es](mailto:jmasia@mcm.upv.es)