

# Análisis y optimización de pilar A de un automóvil conforme a la norma FMVSS 216

V. De la Hera Monge<sup>1</sup>, D. Valladares Hernando<sup>1</sup>, L. Castejón Herrer<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Dep. Ingeniería Mecánica, Escuela de Ingeniería y Arquitectura

## INTRODUCCIÓN

El objetivo es comparar el comportamiento con el vehículo Geo-Metro (Fig.1) a vuelco siguiendo la norma de transporte estadounidense FMVSS 216 para diferentes tipos de acero, realizando el cálculo mediante el uso de elementos finitos. Se estudiará la posibilidad de utilizar aceros de alta y ultra alta resistencia en la construcción de la estructura superior del vehículo, en sustitución de los aceros estructurales convencionales, con objeto de analizar la mejora estructural y de la protección de los ocupantes. Entre todos los componentes que componen la estructura, se evaluará si el pilar A es el que tiene una mayor influencia en la seguridad a la hora del vuelco.



Fig. 1 Fotografía de un vehículo modelo Geo Metro

## MODELO

Se utiliza un modelo 3D, como se indica en la figura 4, del vehículo al cual se le ha refinado el tamaño de los elementos que corresponde a la estructura del vehículo para obtener mejores resultados y se imponen las condiciones de contorno mediante el uso de MSC Patran siguiendo la norma. Finalmente, ya que se trata de un cálculo con grandes desplazamientos es necesario utilizar Abaqus Explicit para realizar los cálculos y controlar los resultados para obtener un buen comportamiento del modelo. Se realiza una modificación en la estructura como se observan en las figuras 5 y 6.

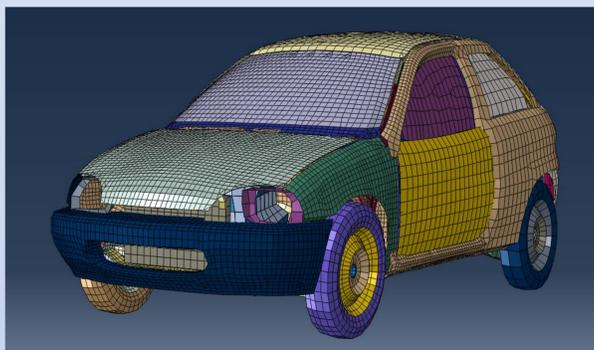
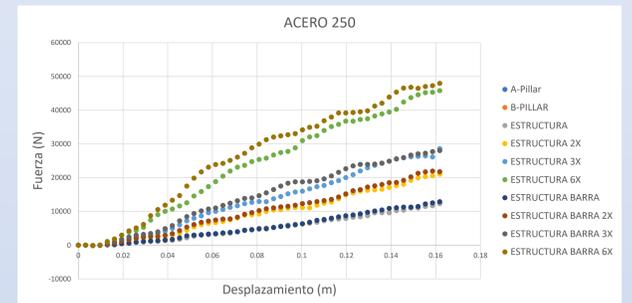
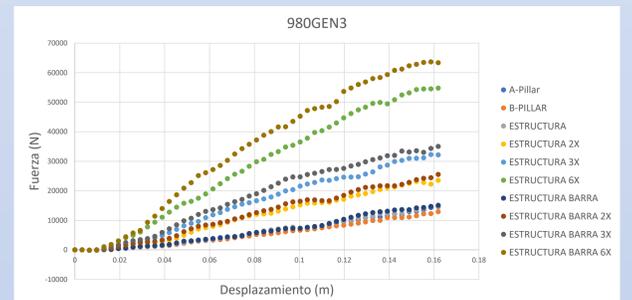


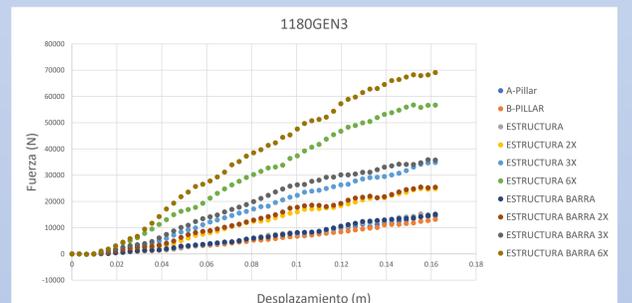
Fig. 4 Modelo 3D del vehículo



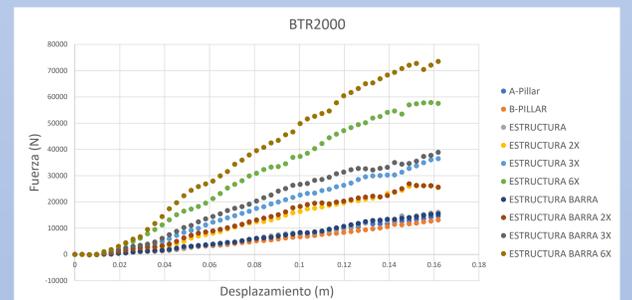
Gráfica. 1 Resultados Acero S250JR



Gráfica. 2 Resultados Acero 980GEN3



Gráfica. 3 Resultados Acero 1180GEN3



Gráfica. 4 Resultados Acero BTR2000

## NORMA FMSS 216

La norma FMSS 216 especifica que cada lado de la estructura del techo debe soportar una fuerza máxima que tiene que ser igual o mayor que 3 veces el peso del vehículo, lo que supone que para este vehículo debe ser una fuerza superior a 30.000 N. Esta fuerza debe ser alcanzada antes de que el dispositivo se mueva más de 127 mm. También se indica que la fuerza máxima que puede alcanzar la cabeza del ocupante no puede ser superior a 222 N, siendo esta última no considerada para este caso. El posicionamiento del dispositivo para ejercer la fuerza a la estructura se debe situar como se indica en la figura 2 y el vehículo debe sujetarse rigidamente por la parte inferior.

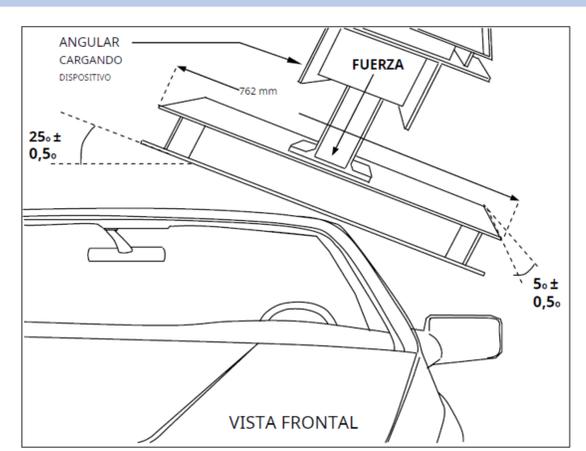


Fig. 2 Disposición del accionador según la norma FMSS 216



Fig. 5 Estructura original



Fig. 6 Estructura Modificada

## MATERIALES

En Great design in Steel de 2019 se exponen diferentes aceros de alta resistencia y de ultra alta resistencia y las ventajas e inconvenientes que tienen cada uno de ellos, así también como los tratamientos térmicos y mecánicos que estos permiten, donde se seleccionan tres de ellos, como se indica en la tabla 1, para la comparativa además del acero estructural S250JR.

	MODULO DE YOUNG (GPa)	LIMITE ELASTICO (MPa)	LIMITE DE ROTUR A (MPa)	% Elongación
ACERO 250	210	250	600	39.9
980-GEN3	210	600	980	19
1180-GEN3	210	850	1180	13
BTR 2000	210	1360	2040	8.6

Tabla. 1 Aceros para el ensayo

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos como se muestran en las gráficas 1 a 4, primero se observa que el pilar A influye en la seguridad a vuelco más que el pilar B, pero se obtiene una mayor seguridad al cambiar toda la estructura. Analizando el comportamiento del vehículo se determina que es necesario aumentar el espesor de cada componente de la estructura. Comparando entre la estructura modificada y la estructura original se observa que hay una mejora al añadir un travesaño.

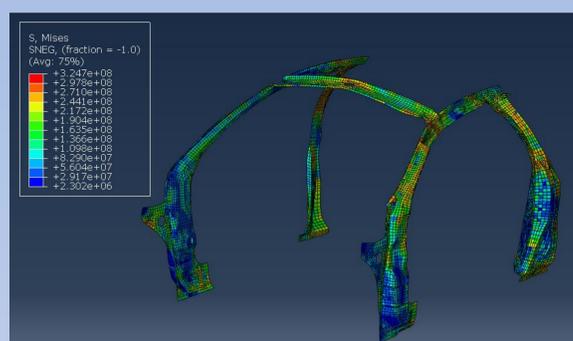


Fig. 7 Tensiones de Von Mises para el Acero S250JR sin modificar (Pa)

## CONCLUSIONES

Al utilizar aceros con mayor resistencia se consigue obtener una mayor absorción de energía lo que permite que los ocupantes estén más seguros en caso de que se produzca un vuelco. La modificación de la estructura mejorar este resultado y eso se debe a que los resultados dependen en buena medida de la geometría. Por otra parte, también es necesario comentar que el vehículo a utilizar fue diseñado en 1989 y la norma utilizada es la última modificación del año 2009, por lo que no está diseñado para cumplir esta norma y es por ello que requiere un aumento de espesor en sus componentes y/o añadir alguna modificación para que pueda adaptarse a la norma.

## REFERENCIAS

- NHTSA, «NHTSA FMVSS No. 216a, ROOF CRUSH RESISTANCE».
- «GDIS 2019 AISI». Disponible en: <https://www.steel.org/?s=GDIS>
- MSC Software (<https://www.mssoftware.com/>)
- Dassault Systèmes, 2020. [<https://www.3ds.com/>]
- Cliff Butcher, Jim Dykeman, Skye Malcolm, Neil Parker, y Jamie Bowman, «FORMABILITY AND FRACTURE CHARACTERIZATION OF DP980 AND 3RD GEN STEELS», *Great Designs in Steel*, 2019.
- BENTELER AUTOMOBILTECHNIK, «BUSINESS UNIT STRUCTURES», *Great Designs in Steel*, 2019.