

ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA AL VUELCO DE LA ESTRUCTURA DE LOS AUTOCARES

MODIFICACIÓN DE LA NORMATIVA EN VIGOR PARA EL AUMENTO DE LA SEGURIDAD DE LOS USUARIOS

El autobús es, sin duda, el medio más seguro de transporte por carretera y así lo perciben sus usuarios potenciales. Sin embargo, se está poniendo de manifiesto que un accidente en este medio de locomoción, por leve que sea, se salda con demasiada frecuencia con un elevado número de víctimas mortales cuando el autobús vuelca.

Tan sólo en España y en los diez últimos años, los ocho accidentes de autobús más graves han sido los siguientes (nº de muertos):

estos siniestros en los medios de comunicación.

Esta creciente inquietud es la que ha llevado a las Corporaciones de los Ingenieros Industriales de Cantabria a plantear un análisis estructural de los autobuses y proponer una reforma de la legislación correspondiente.

Para dotar al estudio de una mayor base científica, se ha realizado una comparación entre las obligaciones en cuanto a seguridad estructural que han de cumplir los autobuses por un lado y la maquinaria agrícola y forestal por otro, vehículos cuya seguridad se rige por normas distintas que dan lugar a una protección mucho más eficaz para las personas que la que ofrecen los autobuses.

Todo autobús europeo, para su homologación como vehículo de gran capacidad para el transporte de personas,

ha de superar las pruebas antivuelco descritas en el Reglamento nº 66 sobre Prescripciones uniformes relativas a la homologación de los vehículos de gran capacidad para el transporte de personas respecto a la resistencia mecánica de la superestructura, anejo al Acuerdo de Ginebra de 20 de marzo de 1958, relativo al cumplimiento de Condiciones uniformes de homologación y reconocimiento recíproco de la homologación de equipos y piezas de vehículos de motor, publicado para su cumplimiento, puesto que en España entró en vigor el 6 de junio

Pedro Hernández Cruz

Dr. Ingeniero Industrial
Decano-Presidente del Colegio de I.I. de Cantabria

de 1992, por el Ministerio de Asuntos Exteriores en el B.O.E nº 260 del 29-10-1992.

Esa prueba consiste, básicamente, en disponer un autobús vacío, parado, situado al borde de un escalón lateral de 80 cm de altura y provocar el vuelco mediante un sistema hidráulico que lentamente va levantando el vehículo por un lateral hasta que pierde el equilibrio y cae lateralmente por el otro lado y sobre el escalón.

La norma que regula la resistencia mínima de la estructura de maquinaria agrícola y de obras públicas ante un vuelco es *a priori* mucho más rigurosa que la que afecta a los autobuses, simplemente por el tipo y número de ensayos a los que han de someterse:

- Resistencia lateral.
- Resistencia longitudinal.
- Resistencia al aplastamiento del techo.

El único ensayo comparable al de los autobuses, el de resistencia lateral, se realiza de una manera un poco diferente, pues, en vez de realizarse un vuelco provocado para observar los resultados, se golpea la estructura ensayada con una masa pendular lateralmente a la altura del techo.

La propuesta de Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a las disposiciones especiales aplicables a los vehículos autorizados para el transporte de viajeros con más de ocho plazas además del asiento del

• 9 - 5 -92.....Cerca de Vitoria	17
• 19- 8 -92.....Torreblanca (Castellón)	46
• 15- 6 -95.....Tarragona	14
• 10- 7 -95.....Vehículo español cerca de Nimes	23
• 28- 2 -96.....Bailén (Jaén).....	29
• 19- 9 -99.....La Muela (Zaragoza)	28
• 6- 7 -00.....Soria.....	28
• 14-11-01.....Huelva.....	20

El total de víctimas mortales fue de 205 con una media por accidente de algo más de 25. (Fuente: *El Diario Montañés* de 15/11/01).

Si el número total de víctimas mortales es pequeño en relación con los millones de viajeros-km transportados en autobús en España en ese período, no lo es el número de víctimas en cada uno de los accidentes.

Esta idea de riesgo excesivo de mortalidad tiene su origen en la espectacularidad de los accidentes y en la percepción de la "fragilidad estructural" que transmiten las imágenes de

conductor y por la que se modifica la Directiva 70/156/CEE del Consejo (98/C17/01) (texto pertinente a los fines del EEE) COM (97) 276 final-97/0176(COD), contempla en Anexo IV los métodos de ensayo posibles, que son cuatro:

- Ensayo de vuelco de un vehículo completo.

- Ensayo de vuelco de una sección o secciones de la carrocería representativa de un vehículo completo.

- Ensayo de péndulo en una sección o secciones de la carrocería.

- Verificación de la resistencia de la superestructura por un cálculo.

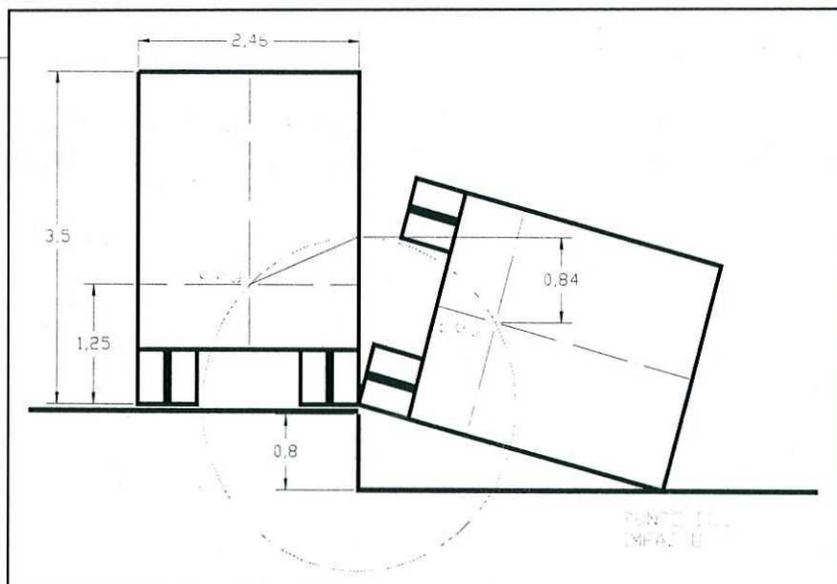
Dos son los campos en que los Ingenieros Industriales de Cantabria, a través de sus Corporaciones de representación, como son el Colegio Oficial y la Asociación "Julio Soler" proponen que se modifique la propuesta de Directiva que el Parlamento Europeo y el Consejo están tramitando: el que se refiere a los ensayos de la estructura antivuelco y el relativo a los principios generales que deben cumplir los cerramientos de la carrocería.

Detallamos cada uno de ellos aunque sea someramente.

Ensayos de la estructura antivuelco

Los ensayos que debe superar la estructura antivuelco de un autobús no deben limitarse al ensayo lateral de vuelco a autobús parado por no ser representativo de lo que realmente sucede en el caso de vuelco. Deben establecerse, además, otros ensayos con esfuerzos longitudinales a la altura del techo y con esfuerzos de aplastamiento de éste, estableciendo un orden de aplicación de cada esfuerzo sobre la misma estructura ensayada, que debe soportar con deformaciones inferiores a las establecidas, el programa completo de ensayos.

Teniendo ya establecido la Unión Europea todo esto para los tractores agrícolas, no es necesario profundizar más en cómo deben ser



los ensayos longitudinales y de aplastamiento que propugnamos: tomando como buenos los ensayos de esfuerzo lateral a la altura del techo que se incluyen en el Proyecto de Directiva que comentamos, complétense con los longitudinales y de aplastamiento de forma homogénea a lo que se hace con los tractores y luego el tiempo dirá si es conveniente retocarlos en el sentido de endurecerlos o de aligerarlos.

Será preciso, además, contemplar el modo de realizar los ensayos actuando sobre la estructura, o sobre parte de ella, con empujadores hidráulicos en instalaciones que permitan establecer los diagramas esfuerzos-deformaciones, por ser el sistema más seguro y el que más información da en forma objetiva de todos los posibles.

Principios a cumplir por los cerramientos

Independientemente de que siempre será bueno que los pasajeros vayan sujetos por un cinturón de seguridad, aunque sea sólo de cintura, imaginemos que construimos un autobús con una estructura adecuada para soportar sin grandes deformaciones la mayoría de los accidentes con vuelco posibles y construido con perfiles de acero, que presentan una sección pequeña, y le colocamos unos cerramientos de vidrio.

Es evidente que, en caso de accidente con vuelco, los vidrios desapa-

recerían de sus emplazamientos dejando a los pasajeros en contacto con el terreno, tan sólo protegidos por la estructura resistente, con el peligro que ello supone. Tan necesario es que la estructura no sufra grandes deformaciones como que permanezca un cerramiento amarrado a ella que defienda a los pasajeros del contacto con el terreno.

Hasta el nivel inferior de las ventanillas del autobús (que hoy coincide aproximadamente en altura con la cintura de los pasajeros), los cerramientos son fuertes y no hay problema, pero el techo puede ser demasiado ligero y de materiales inadecuados y las ventanas laterales son hoy día muy peligrosas por su enorme dimensión. Contando con que los vidrios desaparecerán en caso de accidente y aprovechando que los de las ventanas laterales son hoy día bastante oscuros, se debería seguir la tendencia empleada en muchos automóviles de turismo (sobre todo para la luneta trasera) consistente en construir un hueco menor que el cristal de la luneta en sí y pintar el resto por fuera de negro mate, resto que luego cubrirá dicho cristal, con lo cual el aspecto exterior es el de una gran luneta y por dentro tenemos la dimensión que otras consideraciones aconsejen.

Por el interior deberían existir muchas ventanas laterales pequeñas de forma que la desaparición del vidrio no supusiese un gran peligro pa-

ra los pasajeros; por fuera no sería preciso cambiar el aspecto estético del autobús. El resto del cerramiento lateral y el del techo debería ser obligatoriamente de un material (como la chapa de acero) que no desapareciese en el roce de la carrocería con el suelo y protegiera a los pasajeros de ser ellos quienes estuviesen en peligroso contacto con éste.

En el último accidente de autobús con vuelco ocurrido en España, el de Huelva de 14/11/01, el vehículo volcó por el lado izquierdo y se deslizó por un llano, prácticamente a la altura de la carretera, hasta que se detuvo sin colisionar con nada en su camino. El autobús quedó entero y con deformaciones pequeñas, pero murieron 20 personas, casi la mitad de sus ocupantes, presumiblemente casi todos de los que viajaban en el lateral izquierdo del autobús. Al desaparecer los cristales de las ventanas de dicho lado, el terreno los retuvo y el costado del autobús los pasó por encima en su deslizamiento.

Por otro lado, la exactitud de este proceso se ve claramente corroborada por las dramáticas declaraciones de don **José Montalvo**, uno de los pasajeros que salieron ilesos del accidente de Huelva, publicadas por el diario ABC: "Me salvé porque, cuando el au-

tocar volcó, yo me quedé en el aire... Era una bajada, dimos tres o cuatro bandazos y luego volcamos hacia la izquierda... El autocar ya volcado fue arrastrándose muchos metros. Yo iba en el medio, sentado a la derecha. No caí encima de nadie, sino sobre los asientos y me agarré muy fuerte a ellos. Levanté los pies para engancharlos a las butacas del otro lado. Me daba con la cabeza en el techo del autocar, pero al menos no arrastraba mi cuerpo contra el suelo. Por eso me salvé, porque iba en el aire. No sé ni cómo lo hice... Cuando levantaron el autocar con la grúa, había cuerpos debajo...".

Conclusiones

El transporte de viajeros en autocar es muy seguro en Europa si nos ceñimos a las estadísticas de siniestralidad. Pero los pocos accidentes que se producen se saldan con demasiada frecuencia con un elevado número de muertos. Es evidente que la principal causa de esta gran mortalidad tiene su origen en la debilidad estructural de los autocares ante situaciones de accidente con vuelco. Esta debilidad se pone de manifiesto al analizar comparativamente la normativa anti-vuelco de los autocares y la de la maquinaria agrícola y forestal, que son absolutamente dispares al otorgar

mucha mayor seguridad a éstos últimos vehículos que a los primeros.

En principio bastaría con homogeneizar ambas normativas para que los autobuses fuesen igualmente seguros ante el vuelco que los tractores, para los cuales la situación actual se ha revelado satisfactoria en Europa.

Estamos convencidos de que, con imaginación y dominio de las estructuras metálicas, se puede conseguir una estructura portante tan rígida como la actual haciendo intervenir todo el volumen del autobús, capaz de superar los ensayos que proponemos sin que fuese necesario incrementar el peso del vehículo.

Una vez conseguida la seguridad anterior, adquiere toda su importancia que los cerramientos no desaparezcan con el accidente y que los huecos de las ventanillas, en los que la desaparición del cerramiento es inevitable, tengan la dimensión precisa para limitar el daño a los ocupantes.

El **Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Cantabria** y la **Asociación de Ingenieros Industriales "Julio Soler"** quieren contribuir con su esfuerzo a que los autobuses europeos sean más seguros. Fruto de ese interés de servicio a nuestra Sociedad es su trabajo, en cuya utilidad creemos firmemente. ■



INGENIERÍA
E INDUSTRIA

DYNA

NUMEROS MONOGRÁFICOS PARA EL AÑO 2002

Julio/Agosto/Septiembre: *Energía*

Octubre: *Calidad*

Diciembre: *Desarrollo sostenible*

*Números de Marzo, Mayo, Junio y Noviembre: TEMAS GENERALES