

# Vehículo

Securitas Vialis 10



## Good practices and universal accessibility to urban buses of children prams

## Buenas prácticas y accesibilidad universal a los autobuses urbanos de carritos de niños

Alcalá, E.<sup>1</sup>- Dols, J.<sup>2</sup> - Martín, A.<sup>1</sup> - Valles, B.<sup>1</sup> - Aparicio, F.<sup>1</sup> - Pons, V.<sup>2</sup>

Published October 2011

© Etrasa, 2011

**Abstract:** Present work has been performed with the results achieved in the research project: “Determination of the accessibility and safety requirements of the use of prams and pushchairs in public transport (ASUCAR)”. The specific objectives pretended were: the determination of the accessibility conditions of the children prams, the study and definition of the needs of use of restraint systems for these devices and their occupants, to analyze the strength of the

---

1.- Alcalá, E. - Martín, A. - Valles, B. - Aparicio, F.

Instituto Universitario de Investigación del Automóvil (INSIA)  
Universidad Politécnica de Madrid (UPM)  
Campus Sur UPM, Ctra. De Valencia, km 7. 28031 Madrid (España)  
Correspondence to: enrique.alcala@upm.es

2.- Dols, J. - Pons, V.

Instituto de Diseño y Fabricación (IDF); Universidad Politécnica de Valencia (UPV)  
Camino de Vera, s/n. CPI Edif. 8E. 46022 Valencia (España)

prams structures, as well as, the development of a new restraint system for children prams that could be used in the most universal way in urban buses. The results were implemented in a good practice code that could be the basis for new regulation regarding the transport of children in buses..

**Keywords:** Children, restraint system, buses, accessibility, safety, public transport.

**Resumen:** La presente publicación se realiza a partir de los resultados obtenidos en el proyecto de investigación “Determinación de los requisitos de accesibilidad y seguridad en la utilización de carritos de niños en vehículos de transporte público (ASUCAR)”. Como objetivos particulares se pretendía analizar las condiciones de accesibilidad de los carritos de niños (CdN) en todas sus posibilidades, estudiar y definir las necesidades de utilización de sistemas de retención para los cochecitos y sus ocupantes, analizar la resistencia de los actuales modelos de carritos de niños, así como el desarrollo de un nuevo dispositivo de sistema de retención para los carritos de niños que pudiera utilizarse de la forma más universal en autobuses urbanos de transporte público. Los resultados se han concretado en la definición de un “Código de Buenas Prácticas para el Transporte de Carritos de Niños en Vehículos de Transporte Público”, que podrá servir como base científica para el desarrollo de futuras normativas de seguridad relacionadas con este colectivo.

**Palabras clave:** Niños, Sistema de retención, autobuses, Accesibilidad, Seguridad, Transporte público.

## Introducción

Dentro del proyecto “Determinación de los requisitos de Accesibilidad y Seguridad en la Utilización de carritos de niños en vehículos de Transporte Público (ASUCAR)”, subvencionado mediante el subprograma TRACE del Plan Nacional de Investigación y Ciencia 2008-2011 y en el que colaboran las Universidades Politécnica de Valencia (UPV) y de Madrid (UPM), así como las Empresas Municipales de Transporte de Madrid y Valencia, se está estudiando la manera de definir las condiciones de transporte de personas que viajen con niños de forma que se garantice tanto su accesibilidad, como su seguridad durante el transporte y la del resto de los usuarios.

El proyecto ha contado con 4 fases, o etapas, fundamentales, reflejadas finalmente en el código de buenas prácticas, que se ha redactado como documento final del proyecto. Las fases del desarrollo han sido:

**Fase 1.** Análisis de la accesibilidad de los carritos de niños (CdN) a vehículos de transporte público.

**Fase 2.** Determinación de los esfuerzos transmitidos a los CdN durante el transporte.

**Fase 3.** Diseño de ayudas técnicas para la retención de CdN en vehículos de transporte público.

**Fase 4.** Definición y propuesta de un código de buenas prácticas.

El hecho de partida del proyecto está basado en la carencia legislativa relativa a las condiciones en las cuales se debe efectuar el transporte de niños en vehículos de carretera de transporte público urbanos (autobuses). Es por ello que el equipo investigador se propuso como objetivo final desarrollar una guía de recomendaciones

que permitieran establecer unas condiciones de transporte de los niños en sus CdN accesible y segura. Esta guía se estructuró en recomendaciones para cada una de las tres categorías de partes interesadas: Los niños y sus acompañantes, las empresas transportistas y los fabricantes de los carritos. De esta forma, se puede establecer un punto de partida para posibles legislaciones o especificaciones técnicas que regulen las condiciones de transporte de los niños en sus carritos.

## **Metodología:**

La metodología desarrollada para la resolución del problema planteado consistió en primer lugar en el estudio de la compatibilidad, desde los puntos de vista geométrico, dimensional y funcional, entre los sistemas de retención (SdR) y los carritos. A continuación se determinaron los esfuerzos necesarios para mantener los carritos en su posición mediante ensayos dinámicos de circulación de vehículo y posterior modelización de la dinámica del carrito en el interior del vehículo. El proyecto se concluyó con el diseño de nuevos diseños de SdR para los carritos y la posterior verificación experimental de su funcionamiento, así como la verificación del correcto funcionamiento de determinadas soluciones existentes en el mercado. El conocimiento adquirido durante el desarrollo del proyecto permitió redactar un código de buenas prácticas que puede ser un punto de partida para futuras propuestas legislativas. Esta metodología de trabajo se aplicó mediante la ejecución de las fases mencionadas en el apartado previo y que se describen a continuación:

### **Fase 1. Análisis de la accesibilidad de los CdN a los vehículos de transporte público.**

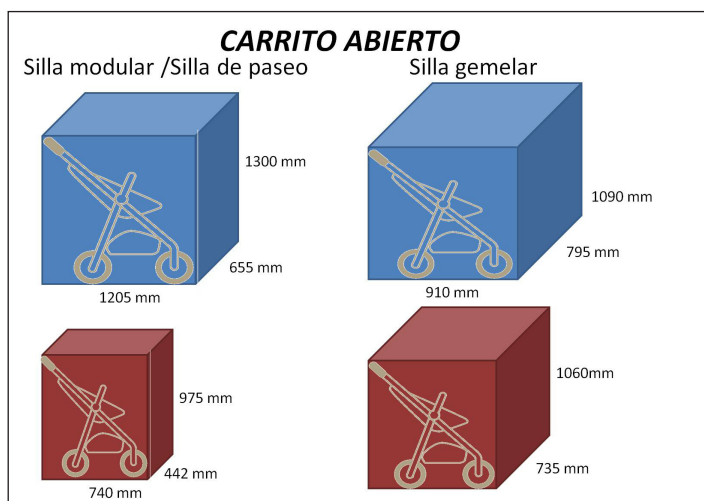
Esta Fase se abordó estudiando en primer lugar las cualidades dimensionales estructurales de los carritos y de los autobuses, para posteriormente realizar un el análisis sobre los sistemas de reten-

ción (SdR) que pudieran ser válidos para los CdN. Los trabajos de esta fase se dividieron en 2 sub-tareas principales:

- *Caracterización de los tipos de CdN.* Se confeccionaron distintas clasificaciones de los carritos en función de aquellos parámetros de influencia en la estabilidad, resistencia y accesibilidad del carrito. Entre las clasificaciones más relevantes de cara al comportamiento del carrito en los autobuses urbanos, destacan la clasificación de los carritos en función de los elementos que se pueden colocar sobre la estructura, la clasificación de los carritos en función del chasis, la clasificación de los carritos en función del plegado del chasis y la clasificación de los carritos en función del número de ruedas. Mediante estas clasificaciones se determinaron las familias de carritos existentes en el mercado mediante una búsqueda exhaustiva de fabricantes y modelos existentes en la actualidad. En total, se seleccionaron 26 fabricantes y 153 modelos, y se ha generó una base de datos donde se han introducido los parámetros más importantes que influyen en la estabilidad y resistencia del carrito. Finalmente, la caracterización de los carritos se realizó tomando una serie de medidas “in-situ” en instalaciones comerciales. Se midieron las cotas generales de los carritos, con cada uno de los elementos acoplables y con la estructura plegada, así como el ángulo al que se produce la inestabilidad del carrito, tanto en sentido longitudinal hacia delante y hacia atrás, como transversal. Además, los ángulos de vuelco de los carritos se tomaron tanto en vacío como con maniqués representativos de los bebés que pueden transportar, recién nacido, 9 meses y 3 años. En total, se realizaron medidas en 35 carritos de niños, lo que supone un 23% de los modelos seleccionados y utilizados para determinación de las familias más características del mercado. Sobre dichos modelos se realizaron un total de 100 ensayos.
- *Análisis de la accesibilidad al vehículo de transporte.* En esta tarea se realizó un análisis, desde el punto de vista dimensional, de las características constructivas de los autobuses actuales, aten-

diendo a variables como: dimensiones y espacios en el habitáculo de pasajeros, número y ubicación de las puertas de acceso al vehículo, etc. Se definieron dos tipologías de transporte de carritos, considerando al CdN desplegado como asiento del niño cuando el vehículo está en marcha, y considerando al carrito plegado y fijo dentro del habitáculo, donde hay que prever un espacio para el adulto y el niño.

- a. Dimensiones de los CdN. Utilizando las medidas efectuadas en los ensayos “in-situ” realizados en las entidades colaboradoras del proyecto se han establecido unos gálibos tridimensionales (ver Figura 1) representativos de los espacios mínimos y máximos que pueden ocupar los carritos de niños, tanto para los modelos plegados como abiertos. Para su definición, se consideraron las medidas correspondientes a las sillas de paseo o silla modular con elemento silla de paseo; dado que, teniendo en cuenta el ciclo de utilización de un carrito, la configuración utilizada la mayor parte del tiempo es esta.



*Figura 1: Gálibos tridimensionales de sillitas de paseo abiertas.*

- b. Caracterización de la planta de un autobús urbano. En la caracterización de la planta de un autobús urbano se definieron 9 configuraciones tipo de autobuses analizando las cotas máximas y mínimas del ancho de pasillo, puertas y espacio para sillas de ruedas. Para la definición de las configuraciones tipo de planta de autobús urbano se analizaron 77 planos correspondientes a autobuses urbanos, homologados por el INSIA-UPM.
- c. Análisis dimensional de los CdN en autobuses urbanos. En el análisis dimensional de los CdN en los autobuses urbanos, se superpusieron las plantas de los gálibos previamente definidos, sobre las distintas plantas de autobús del apartado anterior. De esta forma, se comprobaron las posibles incompatibilidades dimensionales de los CdN con las plantas de los autobuses, así como se determinó el número mínimo de CdN que se pueden colocar en la zona acondicionada de cada configuración, teniendo en cuenta si hay o no, un PMR en su silla.
- d. Estudio de compatibilidad entre sistemas de retención para SdR y CdN. El estudio se inició con una clasificación genérica de los sistemas de retención, para el posterior análisis de su aplicabilidad a las distintas familias de carritos establecidas. Descartando los sistemas que no presentaban la capacidad de sujetar todas las familias de carritos o que tenían potenciales riesgos, con familias o diseños específicos y en determinadas maniobras de circulación.

## **Fase 2. Esfuerzos transmitidos a los CdN durante el transporte.**

El objetivo de esta fase era evaluar los potenciales riesgos en caso de que el carrito perdiera la estabilidad en caso de maniobras severas de circulación, y en caso de concluir que existían situaciones de riesgo, definir las condiciones y los niveles de esfuerzos necesarios



para sujetar los carritos mediante los sistemas de retención (Pons et al., 2011). A continuación se describen los trabajos efectuados en esta fase para alcanzar el objetivo planteado

### ***1. Esfuerzos transmitidos en condiciones de tráfico urbano e interurbano.***

Para averiguar el nivel de esfuerzos transmitidos a los CdN en condiciones de tráfico urbano e interurbano se realizaron una serie de pruebas en circuito cerrado, tanto en las instalaciones del INSIA en Madrid, como en las de la UPV en Valencia, y en circuito abierto por las calles de ambas ciudades. Tanto los carritos como el vehículo iban sensorizados con acelerómetros triaxiales para medir las aceleraciones que sufrían durante los ensayos (ISO 4130, 1978). Las pruebas en circuito cerrado consistieron en tres tipos de ensayos diferentes. El primero de ellos, la prueba de slalom, consistió en hacer pasar al autobús entre cinco conos situados a una distancia de 15 metros (SAE J266, 1996). La velocidad de paso entre los conos era de 25 Km/h aproximadamente. En el segundo de los ensayos el autobús describía una trayectoria circular (SAE J2181, 1993) en la que la velocidad se incrementaba progresivamente hasta la inestabilidad del carrito. Por último, el tercero de los ensayos en circuito cerrado consistió en una prueba de frenado brusco desde una velocidad aproximada de 50 Km/h hasta la detención total del vehículo.

### ***2. Análisis estructural del CdN.***

Para el análisis estructural de los carritos se procedió a estudiar un caso considerado como susceptible de poder presentar problemas de resistencia en el impacto con el suelo, debido a la altura del centro de masas del carrito con el niño sentado (Alcalá et al., 2011). El estudio se llevó a cabo utilizando el solver explícito LS-DYNA incluido dentro del código de elementos finitos comercial ANSYS. El modelo se utilizó para reproducir maniobras circulares y de fre-

nado hasta la inestabilidad del carrito analizando las tensiones que se producían en sus elementos estructurales. El modelo se validó mediante los ensayos de circulación en vehículo realizados en Madrid descritos en la tarea previa de esta fase.

### ***3. Diseño de ayudas técnicas para la retención de CdN en vehículos de transporte público.***

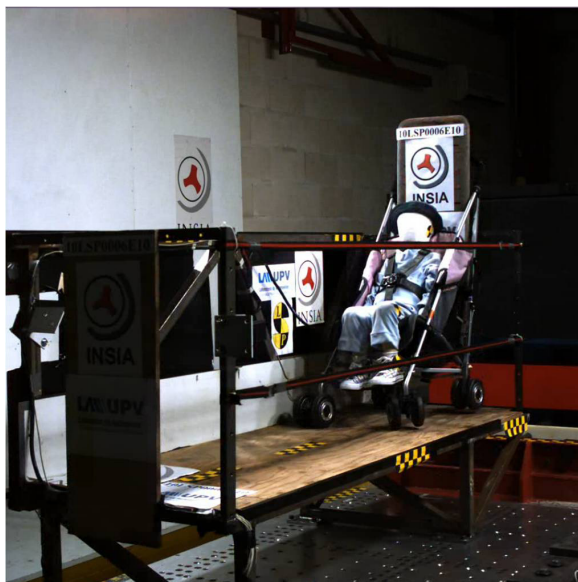
Esta fase estuvo fundamentalmente compuesta de tres tareas principales. En la primera de ellas, se analizó el estado del arte de los sistemas de retención, instalados vehículos de transporte público, para carritos de niños existentes en el mercado, para describir posteriormente los distintos tipos de sistemas de retención diseñados. La segunda, consistió en validar experimentalmente, mediante ensayos Sled, los sistemas de retención prototipados corroborando también las conclusiones de seguridad mencionadas.

### **Fase 3. Diseño de sistemas de retención para CdN en vehículos de transporte**

Posteriormente al análisis de las posibles soluciones de SdR se procedió al diseño de los sistemas de retención candidatos para la verificación de su comportamiento. Se definieron dos diseños: el primero una mampara abatible situada en la pared del piso bajo del autobús. La mampara es un panel doble situado paralelamente a la pared del autobús cuando no se utiliza, y que se gira quedando perpendicular a la pared del autobús, cuando va a servir de apoyo a un CdN. Este diseño ha sido objeto de registro de Patente. El segundo sistema de retención consiste en un cinturón similar a los que montan los vehículos pero sin pretensores pirotécnicos. El cinturón sí constará de carrete inercial, que es el mecanismo que permite desenrollar el cinturón en el caso de movimientos lentos, pero lo bloquea en el caso de movimientos bruscos.

### ***1. Análisis experimental de los sistemas retención para CdN en vehículos de transporte.***

Esta tarea tenía como objetivo la realización de los ensayos dinámicos en catapulta de impacto (Figura 2) de los sistemas de retención diseñados y fabricados en el curso del proyecto, los cuales permitirán conocer la resistencia mecánica ante diferentes tipos de esfuerzos.



***Figura 2: Configuración ensayo de catapulta.***

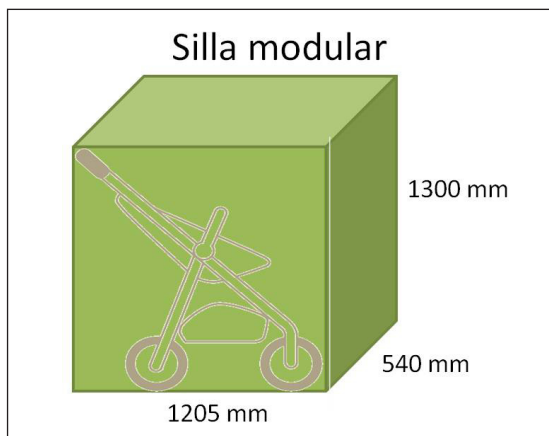
Los ensayos dinámicos realizados, reproducen situaciones de posibles impactos leves en configuraciones frontales de vehículos de transporte público (ECE Regulation 44, 1995). Se efectuaron sobre módulos representativos de la estructura de un autobús a los que se les han instalado las ayudas técnicas desarrolladas en el proyecto, evaluando de esta forma el comportamiento de los prototipos del sistema de retención del CdN.

## Fase 4. Propuesta de un Código de Buenas Prácticas.

En este Fase se desarrolló un código de buenas prácticas que sirva de guía para todos los agentes del sector del transporte público implicado en el transporte de cochecitos de niños: operadores y empresas de transporte público, fabricantes de ayudas técnicas, asociaciones de usuarios y consumidores, etc., así como las administraciones públicas relacionadas con el mismo, todo ello como resultado final de la presente investigación.

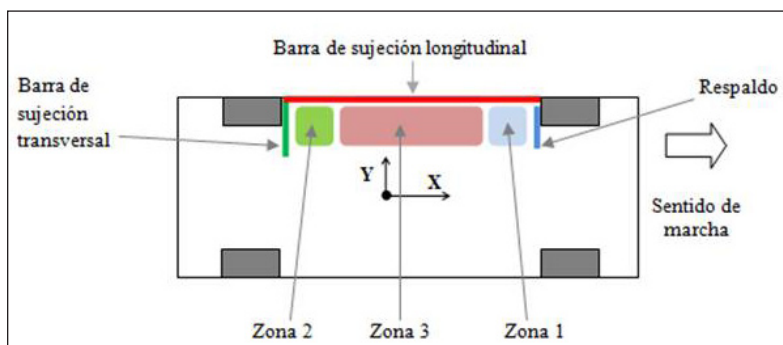
## Resultados

El estudio demuestra que una cantidad relevante de CdN (50%), incluso dentro de la familia de sillas de paseo (20%), no pueden pasar por el pasillo que une la puerta del conductor con la zona acondicionada para la colocación de carritos desplegados. El gálibo que define la silla que posibilitaría el paso por el pasillo delantero sería el de la figura 3:



*Figura 3: Gálibo máximo de paso por los pasillos delanteros.*

En segundo lugar, la gran variedad de carritos en función de sus dimensiones hace muy variadas las posibilidades de posicionamiento en la zona destinada a los pasajeros que viajan de pie. Se han definido en base a las configuraciones de los vehículos, las opciones y gálibos de los carritos y las posibilidades de anclaje de sistemas 3 zonas de posible ubicación de los sistemas de retención (figura 4):



*Figura 4: Zona de posible ubicación del sistema de retención.*

En relación con las características de seguridad de los carritos cabe señalar que la estabilidad de los carritos puede determinarse mediante ensayos cuasi-estáticos de inclinación lateral (determinación de la posición del c.d.g en los tres ejes) o aproximaciones numéricas. Siendo dicha estabilidad de los carritos menor en sentido lateral, que en dirección longitudinal, cuando el niño se encuentra sentado en el mismo. Los niveles de aceleración necesarios para la pérdida de dicha estabilidad se encuentra en el rango de 0,3 a 0,5 g's. Estos valores de aceleración se producen en maniobras de circulación por curva, o cambio de carril, a velocidades elevadas para cada radio, es decir, son maniobras de severidad media o alta y de baja probabilidad de suceso. En la Tabla 1 se muestran los resultados de los ensayos estáticos de diferentes modelos de silla modular, con varias configuraciones y distintos maniqués y su comparación con

los valores de aceleración en los ensayos dinámicos de circulación. Se observa como el ensayo cuasi-estático predice en todos los casos un límite de vuelco menor, y por tanto del lado de la seguridad.

Carrito	Ángulo vuelco (°)	Ay esperada (g)	Ay ensayo (g)	Diferencia/Teórica
Modelo 1 Paseo 9 M	27,5	0,52	0,54	3,73%
			0,53	1,24%
			0,57	9,50%
			0,57	9,50%
Modelo 2 Maxicosi 9 M	17,7	0,32	0,35	9,67%
			0,32	0,27%
Modelo 2 Paseo 3 A	16,4	0,29	0,33	12,12%
Modelo 3 paseo 3 A	17,6	0,32	0,35	9,39%
Modelo 3 paseo 9 M	21,7	0,40	0,41	3,03%
Modelo 2 Paseo 9 M	20,40	0,37	0,40	7,56%
			0,40	7,56%
Modelo 3 Paseo 3 A	17,6	0,32	0,40	26,10%
Modelo 3 Paseo 9 M	21,7	0,40	0,44	10,57%

**Tabla 1: Comparativa de ensayos cuasiestáticos y dinámicos de estabilidad lateral de los carritos.**

En relación a la determinación de los esfuerzos necesarios para la correcta sujeción de los carritos durante el transporte, tanto en los ensayos como en las simulaciones, se comprobó que los carritos podían soportar los impactos ocurridos en maniobras severas de aceleración, frenado y paso por curva. En ninguno de los ensayos se produjeron fallos estructurales de los carritos y los valores máximos de tensiones en los elementos de las estructuras predichas por los modelos de simulación se encontraban por debajo del umbral de fallo.

Sin embargo, si se pudo observar como determinadas configuraciones de carritos, situados sin sistema de retención, y en maniobras de circulación con valores del umbral de vuelco por encima de los 0,3 g mencionados, podían llevar al impacto de la cabeza del niño con determinadas zonas lesivas del vehículo (i.e. escalón trasero de los asientos). Por otra parte, tanto en el modelo, como en los ensayos circulares efectuados en la Fase 2 se observó, que en la fase de vuelco el carrito soportaba una aceleración lateral aproximadamente igual a la del vehículo. Por lo que se pudo establecer que los sistemas de retención deberían estar dimensionados para soportar los siguientes esfuerzos mínimos:

- Coeficiente de seguridad 2:
- Masa del carrito más pesado: 20 kg coeficiente de seguridad de 1.2.
- Masa del niño: 20kg.

Y por tanto, los esfuerzos mínimos a soportar deberían ser:

- ♦  $2 * 9.81 * (20\text{kg} + 20\text{kg}) = 800 \text{ N}$  en frenado.
- ♦  $2 * 2 * 800 = 1600 \text{ N}$  en colisiones leves 2 g.

En cuanto a los sistemas de retención analizados, se ensayaron tres sistemas de seguridad: cinturón, mampara y tabla abatible, siendo este último sistema un desarrollo obtenido de la generación del presente proyecto.

En todos los ensayos, se comprobó que ni el CdN ni el maniquí, sufrirían daños que pudieran tener graves consecuencias. Se comprobó que en los casos en los que se producía contacto directo entre el maniquí y la estructura o zona de ensayo, los niveles de HIC eran muy bajos (ver Tabla 2), y se podían considerar despreciables. Estos resultados deberían contrastarse con una serie de ensayos utilizando maniqués de series más avanzadas (i.e. serie q).

	Carrito	HIC 36	HIC 15
CIR 30	Modelo 3 paseo	0,39	0,28
CIR 33	Modelo 3 Paseo	262,82	262,82
CIR 34	Modelo 2 Paseo	284,13	284,13
FRE 31	Modelo 3 Paseo	2,41	2,1
FRE 32	Modelo 3 Paseo	13,61	9,92
FRE 35	Modelo 2 Paseo	10,19	8,22
FRE 36	Modelo 2 Paseo	64,19	64,19
SLA 37	Modelo 2 Paseo	140,32	140,32

**Tabla 2: Valores de criterios de lesión en cabeza en diferentes ensayos circulares.**



El sistema de retención que transmitía las aceleraciones más pequeñas era el cinturón de seguridad, es decir, cuando el CdN se coloca en la zona 1 y orientado en el sentido de la marcha. Si el carrito se coloca en sentido contrario a la marcha, el sistema de retención que menos aceleración transmite al carrito es la tabla abatible. En el caso de utilizar sillas de paseo que no presenten protección trasera de la cabeza el niño podría golpear la cabeza con el sistema de retención o tabla. En el caso de no llevar dicho sistema, se podrían dar momentos en el cuello que pudieran conllevar a lesiones. La utilización de una tabla abatible como sistema de retención del CdN en el caso de que la posición de la silla lo exija, mantenía los mismos niveles de seguridad que los obtenidos con los sistemas homologados para PMR. En la Tabla 3 se resumen los resultados de los ensayos de catapulta.

Nº Ensayo	Orientación carro	Tipo carro	Maniquí	Configuración	Sistema seguridad
10LSP0006E03	Hacia delante	Marca "A" Modelo "A"	Lastre 9 meses	Silla de paseo	Cinturón de seguridad
	El cinturón de seguridad funcionó adecuadamente. En este ensayo ni el carrito ni el maniquí sufrieron daños aparentes.				
10LSP0006E04	Hacia atrás	Marca "A" Modelo "A"	Lastre 9 meses	Silla de paseo	Tabla abatible (prototipo)
	La tabla abatible no soporto el peso del CdN durante el ensayo y se abrió, provocando que el carrito rotase sobre las ruedas traseras y se desplazará hasta apoyar a sobre la tabla trasera. En este ensayo ni el carrito ni el maniquí sufrieron daños aparentes.				
10LSP0006E05	Hacia atrás	Marca "A" Modelo "A"	Lastre 9 meses	Silla de paseo	Cinturón de seguridad
	En cinturón de seguridad contuvo el movimiento longitudinal del CdN pero provoco un giro respecto de las ruedas traseras que no se convirtió en vuelco. En este ensayo ni el carrito ni el maniquí sufrieron daños aparentes.				

*Continúa en página siguiente.*

Nº Ensayo	Orientación carro	Tipo carro	Maniquí	Configuración	Sistema seguridad
10LSP0006E08	Hacia atrás	Marca "A" Modelo "A"	P3	Silla de paseo	Mampara trasera
	El carrito se mantuvo apoyado sobre la mampara de seguridad. En este ensayo ni el carrito ni el maniquí sufrieron daños aparentes.				
10LSP0006E09	Hacia atrás	Marca "A" Modelo "A"	Lastre 9 meses	Silla de paseo	Tabla abatible (prototipo)
	El carrito se mantuvo apoyado sobre la tabla abatible, aunque pivotó ligeramente sobre las ruedas traseras. En este ensayo ni el carrito ni el maniquí sufrieron daños aparentes.				
10LSP0006E10	Hacia atrás	Marca "B" Modelo "B"	P3	Silla de paseo	Mampara trasera
	El carrito se mantuvo apoyado sobre la mampara de seguridad. El maniquí se golpeo con la cabeza en la mampara.				
10LSP0006E11	Hacia atrás	Marca "B" Modelo "B"	Lastre 9 meses	Silla de paseo	Tabla abatible (prototipo)
	El carrito se mantuvo apoyado sobre la tabla abatible. El maniquí se golpeo con la cabeza en la mampara.				
10LSP0006E12	Hacia delante	Marca "B" Modelo "B"	P3	Silla de paseo	Cinturón de seguridad
	El carrito se mantuvo sujeto con el cinturón de seguridad, aunque pivotó ligeramente sobre las ruedas traseras. En este ensayo ni el carrito ni el maniquí sufrieron daños aparentes.				
10LSP0006E13	Hacia atrás	Marca "C" Modelo "C"	Lastre 9 meses	Silla de paseo	Tabla abatible (prototipo)
	El carrito se mantuvo apoyado sobre la tabla abatible, aunque pivotó ligeramente sobre las ruedas traseras y después levanto todas las ruedas impactando contra la tabla. En este ensayo ni el carrito ni el maniquí sufrieron daños aparentes.				

*Continúa en página siguiente.*

Nº Ensayo	Orientación carro	Tipo carro	Maniquí	Configuración	Sistema seguridad
10LSP0006E14	Hacia delante	Marca "C" Modelo "C"	Lastre 9 meses	Silla de paseo	Cinturón de seguridad
	El carrito se mantuvo sujeto con el cinturón de seguridad. En este ensayo ni el carrito ni el maniquí sufrieron daños aparentes.				
10LSP0006E15	Hacia delante	Marca "D" Modelo "D"	Lastre 9 meses	Silla de paseo. Respaldo horizontal	Cinturón de seguridad
	El carrito se mantuvo sujeto con el cinturón de seguridad. En este ensayo ni el carrito ni el maniquí sufrieron daños aparentes.				
10LSP0006E16	Hacia atrás	Marca "C" Modelo "C"	Lastre 9 meses	Silla de paseo	Tabla abatible (prototipo)
	El carrito se mantuvo apoyado sobre la tabla abatible. En este ensayo ni el carrito ni el maniquí sufrieron daños aparentes.				

**Tabla 3: Resumen resultados ensayos de catapulta.**

Por último, en base a los resultados descritos se ha redactado un código de buenas prácticas con el objeto de servir de guía para todos los agentes del sector del transporte público implicado en el transporte de carritos de niños: operadores y empresas de transporte público, fabricantes de ayudas técnicas, asociaciones de usuarios y consumidores, etc., así como las administraciones públicas relacionadas con el mismo, todo ello como resultado final de la presente investigación.

La guía de buenas prácticas se ha organizado en tres categorías en función del destinatario de la recomendación:

1. Buenas prácticas de los acompañantes de los carritos de niño.
2. Buenas prácticas de los operadores de transporte.
3. Buenas prácticas de los fabricantes de carritos de niño.

La tabla siguiente muestra el resumen del CdBP:

<b>Buenas Prácticas de los Acompañantes.</b>
A. Cuando exista la previsión de viajar frecuentemente con un CdN en un autobús se deberá adquirir un CdN que tenga buenas características de estabilidad y de protección del niño.
B. En caso de depositar el CdN plegado en un habitáculo para tal fin, el niño viajará en un asiento especial para el transporte de niños (i.e. sillas grupos 0 y 1). En caso de no existir estos asientos el adulto cogerá al niño en brazos y se sentará preferentemente en un asiento en sentido contrario a la marcha.
C. En caso de existir un espacio reservado para PMR sin ocupar se debe situar el CdN apoyado en sentido contrario a la marcha con las ruedas frenadas. El niño deberá llevar instalado el arnés de sujeción.
D. En caso de que el espacio reservado para PMR este ocupado, situar el CdN en sentido contrario a la marcha, y con las ruedas traseras sin frenar. El niño deberá llevar instalado el arnés de sujeción.
E. En caso de existir en el vehículo un sistema de retención específico para CdN se utilizará siguiendo las instrucciones facilitadas por el transportista. El niño deberá llevar instalado el arnés de sujeción.
<b>Buenas Prácticas de los Operadores de Transporte</b>
F. En caso de existir un espacio reservado para CdN plegados, este deberá tener unas dimensiones mínimas y necesarias para albergar la mayoría de CdN existentes en el mercado.
G. En caso de existir un espacio reservado para CdN plegados se recomienda que se incluyan plazas sentadas en sentido contrario a la marcha y/o asientos especiales para niños (i.e. sillas grupos 0 y 1).
H. El transportista deberá indicar claramente las instrucciones de instalación correcta del dispositivo de sujeción considerando las diversas tipologías de carritos y sus posibles configuraciones.
I. En caso de que el vehículo no disponga de un espacio para CdN plegados, el vehículo deberá disponer de un área con las dimensiones mínimas necesarias para la instalación de un CdN.

*Continúa en página siguiente.*

Buenas Prácticas de los Fabricantes de CdN
J. El fabricante de CdN deberá disponer en catalogo de carritos específicos para uso en vehículos de transporte público considerando la estabilidad del carrito y la protección del niño en caso de caída.
K. El fabricante de CdN deberá realizar carritos preparados estructuralmente para aceptar el uso de los sistemas de retención específicos para los CdN existentes en el mercado.

*Tabla 4: Resumen del código de buenas prácticas.*

## Conclusiones

Es posible, y seguro en la mayoría de los casos, transportar niños en sus carritos en autobuses urbanos. Pese a ello existen maniobras de circulación, que si bien su probabilidad de ocurrencia es baja, con determinadas configuraciones de carritos pueden conducir a situaciones de inestabilidad de los mismos y a posibles impactos del niño/bebé con zonas interiores del autobús, que como consecuencia pueden generar lesiones de gravedad. El presente trabajo ha concluido en un conjunto de recomendaciones en forma de código de buenas prácticas para transportistas, fabricantes de carritos y acompañantes de los niños cuando son transportados en autobús.

El estudio en profundidad de los carritos ha permitido definir un procedimiento de ensayo cuasi-estático que permite determinar la estabilidad de los carritos. Y mediante los ensayos dinámicos tanto de circulación como de catapulta, y con la posterior simulación dinámica, se ha demostrado que las estructuras de los carritos analizados tienen, en impactos de hasta 8g de deceleración, resistencia suficiente como para proteger al niño. Este trabajo es un paso más hacia el desarrollo de autobuses diseñados para todos y con accesibilidad universal, en este caso de niños en sus carritos y sus acompañantes.

## **Bibliografía**

**Alcalá, E.; Martín, A. L.; Valles, B.; Martínez, L., Dols, J.; Pons, V.** (2010) *Kinematics of children prams in emergency maneuvers of urban buses*. Proceedings of the EAEC European Automotive Congress. EAEC2011\_E30. ISBN 978-84-615-1794-7.

**ECE Regulation No. 44 revision 2.** (1995) *Uniform provisions concerning the approval of restraining devices for child occupants of power-driven vehicles (child restraint system)*.

**Pons, V.; Dols, J.; Alcalá, E.; Valles, B.; Martín, Á.** (2011) *Level of stresses transmitted to children's trolley for transportation vehicles*. Proceedings of the EAEC European Automotive Congress. EAEC2011\_E17. ISBN 978-84-615-1794-7.

**ISO 4130** (1978). Road vehicles. *Three dimensional reference system and fiducial marks. Definition*. International Organization for Standardization. Geneva.

**SAE J2181.** (1993) *Steady-State Circular Test Procedure for Trucks and Buses*. SAE International. USA.

**SAE J266.** (1996) *Steady-State Directional Control Test Procedures for Passenger Cars and Light Trucks*. SAE International. USA.