

## PROXIMOS EVENTOS

### Sumario

- ▶ debate. *Criminalística y hechos de tránsito*
- ▶ GARCÍA. *Modelos de reconstrucción (III)*
- ▶ BORRAJO S. *Los impactos sobre el territorio*
- ▶ CHAN. *¿es efectivo el air-bag?*
- ▶ MARUCCI. *El grado de confianza*
- ▶ MONCLÚS. *Movilidad sostenible*

**Escuela Superior Técnica**  
INVESTIGACIÓN y RECONSTRUCCION de  
**ACCIDENTES de TRÁNSITO**  
*Curso de Especialización de Post grado*  
*inicia marzo 2010*

**Asociación Internacional de Daño Corporal - AIDC 2010**

**Enfermedades y Secuelas de difícil diagnóstico y valoración**

Madrid, septiembre 20 – 25 de 2010

[www.aidc2010.org](http://www.aidc2010.org)

## Editorial

### Útil e inútil

Llegamos al final del quinto año de nuestra comunicación. Y nos preguntamos si esta pequeña contribución, con sus errores y aciertos, cumple algún fin útil.

Si Ud. lee con frecuencia algún artículo o le interesa y sigue alguna serie publicada, nos sentiremos útiles.

Si le ayuda en su trabajo cotidiano, le provoca la reflexión, le da pie a nuevas ideas o métodos de trabajo, nos sentiremos muy útiles.

Si cuando la recibe el boletín lo reenvía a sus conocidos, todo o al menos alguna separata, además de útiles nos sentiremos agradecidos.

Si alguna vez nos escribe proponiendo la publicación de un artículo suyo o de un tercero, una noticia que le interesa difundir, nos sentiremos útiles y halagados.

Si alguna vez le ha servido para establecer un contacto con un colega u otro profesional, nos sentiremos útiles y, por sobre todo felices.

Y si Ud. al recibirlo solo atina a oprimir el botón de descarte en su teclado, solo le podemos agradecer su delicadeza y lamentar la molestias que le ocasionamos.

En cualquier caso le deseamos lo mejor en el próximo año, y esperamos reencontrarnos en el número 34

**noticias periciales** y el sitio web [www.perarg.com.ar](http://www.perarg.com.ar) son emprendimientos destinados al soporte de la tarea de los investigadores forenses, de los peritos, de los letrados y de los docentes, relacionados con los temas de la siniestralidad vial.

Editor Responsable:  
Ing. Aníbal O. GARCÍA

Los artículos se publican con expresa autorización de los respectivos autores.

Los mismos son de libre circulación y difusión y no están protegidos por leyes que limiten la difusión y reproducción total o parcial de los mismos.

Se agradece citar la fuente.

El editor no se hace responsable por el uso que se haga del material de libre disponibilidad publicado.

Las opiniones incluidas en los artículos publicados son de exclusiva responsabilidad de los autores.

***pensamos en los muertos como los eliminados, con consecuencias desastrosas para los que estamos vivos***

**JOHN BERGER**

## Criminalística y Hechos de Tránsito

Como hemos visto en el número anterior de **noticias periciales**, el crimen es un acto de naturaleza *determinística*; su producción tiene una víctima determinada *antes* de serlo, debido a una planificación que precede al hecho.

La criminalística, como conjunto de técnicas de diverso origen, tiene origen en la investigación policial. Trata de obtener rastros directos o indirectos que permitan identificar y localizar a los autores, y pruebas para inculparlos. Debe demostrar tanto la naturaleza criminal como el grado de intencionalidad en su factura.

El determinismo caracteriza la investigación criminal, y tiñe la naturaleza de las técnicas y procedimientos de la criminalística. Existe una causa, un causante, un modo determinado, un interés, e incluso un beneficiario

Por cierto que el nivel de siniestralidad vial permite afirmar que es un gran crimen. Pero esta afirmación se parta del estricto sentido en que se lo ha presentado. Es una metáfora aplicada a la acción social en su conjunto. No a la conducta de cada individuo por separado. Remite a la negligencia, a la temeridad y a la irresponsabilidad; nunca a la intencionalidad.

Ningún conductor, ni siquiera el responsable del más horrendo siniestro vial, se prefiguró provocarlo, ni planificó paciente y meditadamente su concreción. Entre los prolegómenos de un accidente, existe la negligencia, la culpa, e incluso el dolo eventual como caso extremo: el responsable podría prefigurarse que su conducta podría provocar hechos luctuosos, pero aún así nadie puede decir, que no haber variado

el modo de conducirse lo hace cargo de una altísima responsabilidad, del hecho y de sus consecuencias; una *conducta criminal* en este caso tiene un sentido metafórico. No la decisión de matar, y menos aún, de matar a los que resultaron muertos.

Los siniestros que se investigan son una pequeñísima fracción de las situaciones de riesgo similares. Un tren que arrolla un automotor, que cruza un paso a nivel con barreras bajas es solo el caso que sale a la luz; previo a ello han ocurrido muchos cruces del paso a nivel en situaciones similares, sin resultados luctuosos

Los siniestros viales, a diferencia de los crímenes, combinan una naturaleza *determinística* con otra *probabilística*. Por decirlo de alguna manera concreta: si me dedico a correr picadas en la vía pública puedo herir o matar a un tercero; pero sólo algunos de los terceros involucrados saldrán muertos, otros heridos y habrá un tercer conjunto de ilesos. Entre ellos medió una casualidad. No todos los que corren picadas terminan matando a los transeúntes que pasaban por allí. No todos los que cruzan un paso a nivel ferroviario, con las barreras bajas y las señales de advertencia activadas, terminan atropellados por el tren

La diferencia entre un crimen y un hecho de tránsito con muertos y heridos, desde el punto de vista de las técnicas de investigación es abismal. En la inmensa mayoría de los siniestros del tránsito, el autor es conocido e individualizado y su motivación previa y la preparación del acto es nula.

Por lo tanto lo que se investiga es la factura técnica del hecho, la *reconstrucción analítica de la mecánica del accidente*.

En los números anteriores<sup>(\*)</sup> de **noticias periciales** desarrollamos un modelo matemático, representativo de un choque por alcance entre camiones. Del mismo obtuvimos conclusiones certeras (es decir de *absoluta certeza*), y de un grado razonable de precisión en los resultados. Recordemos; la solución encontrada nos decía que la velocidad del primer camión ( $v_1$ ), el embestido, estaba entre 12 y 14 m/s, en tanto que la del segundo ( $v_2$ ), el embestidor, entre 28 y 32 m/s. Si se tomara el valor medio del rango, la dispersión de los resultados sería a lo sumo del 8 % en más o en menos.

Alguien podrá observar que no hemos usado *la fórmula universal* de la frenada [ $v = (2 u g d)^{1/2}$ ]. ¿Es eso cierto?: formalmente sí. Pero práctica y realmente la hemos empleado, y más aún: aplicamos el concepto. Lo que nos sirvió para resolver dos problemas. Veamos el detalle.

En la expresión con la que estimamos el valor de velocidad post impacto

$$v_A = \sqrt{(2 L_A / m)} \rightarrow [21,1 < v_A < 22,2] \text{ m/s}$$

la expresión ( $\sqrt{(2 L_A / m)}$ ) es *la fórmula* escrita de otra manera. Se puede ver reemplazando valores. Pero lo más interesante es la expresión

$u_R = (v_A)^2 / (2 g d) \rightarrow [0,142 < u_R < 0,157]$  nos fue útil para confirmar cuál podría haber sido la severidad de frenado del camión

embestido. Y esto nos permite decir que es razonable que los 160 metros recorridos desde el punto de impacto hasta el de reposo, sin dejar huellas de neumáticos en el pavimento, lo fueron maniobrando para estacionarse en la banquina, con el tramo delantero del embestidor solidario a su acoplado.

Otra característica del ejemplo, es la relación establecida entre las deformaciones producidas en ambos vehículos y la diferencia de velocidad entre ellos. Como se recordará mediante simplificaciones de aproximación – que nada afectan a la certeza y precisión de los resultados-, se pudo plantear

$$L_d = \frac{1}{2} [m_1 m_2 / (m_1 + m_2)] (v_1 - v_2)^2 (1 - e^2)$$

$$L_d / m_1 = \frac{1}{4} (v_1 - v_2)^2 \rightarrow [50 < L_d / m_1 < 100] \text{ J/kg,}$$

Pero lo más importante de ejemplo es como utilizamos a las relaciones. Si se observa con atención, operamos las mismas para presentar tanto la diferencia de velocidades ( $v_1 - v_2$ ), como la velocidad de impacto del embestidor ( $v_2$ ), en función de la velocidad de impacto del embestido  $v_1$ . Esto lleva a otra aplicación creativa y de gran utilidad: plantear el modelo en un formato gráfico.

En el gráfico podemos observar que a una determinada magnitud de la energía absorbida, representada por la diferencia ( $v_1 - v_2$ ) en ordenadas, corresponde una velocidad de impacto  $v_1$  (eje de abcisas en la vertical

(\*) Véanse los artículos sobre el tema publicado en los números 31 y 32 de **noticias periciales**

continúa en página 4 // // //



**GIP-baires**  
Grupo de Investigación Pericial  
Buenos Aires

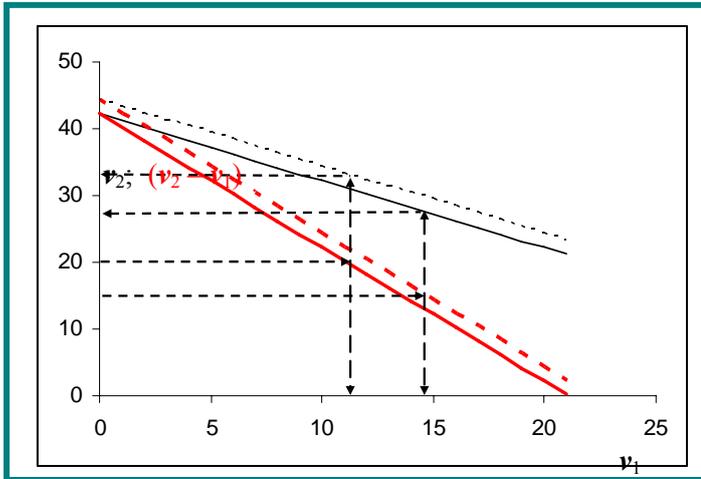
**F.F.C.C.**  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO-COMPUTACIONALES  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA

**H.E.S.E.**  
Instituto de Estudios de Seguridad vial del Estado  
"Dr. Francisco Romero"

CURSO DE ESPECIALIZACIÓN DE POST GRADO  
ANUAL – SEMIPRESENCIAL Y A DISTANCIA

INICIA MARZO 2010

**Investigación y Reconstrucción  
de Accidentes de Tránsito**



hacia abajo) y  $v_2$  (intersección con la recta de color negro hacia arriba). Si trazamos las rectas de manera que expresen los valores extremos, definiremos la máxima y mínima posibilidad de valores de este caso.

Una virtud adicional de esta representación, es que permite visualizar que el rango de los resultados está en el centro del ámbito de validez de las funciones (el cuadrante positivo del diagrama). A medida que se aplican los modelos se puede apreciar que cuando el resultado se encuentra “muy adentro” del rango posible, la confiabilidad es muy alta.

**ALGUNAS CONCLUSIONES**

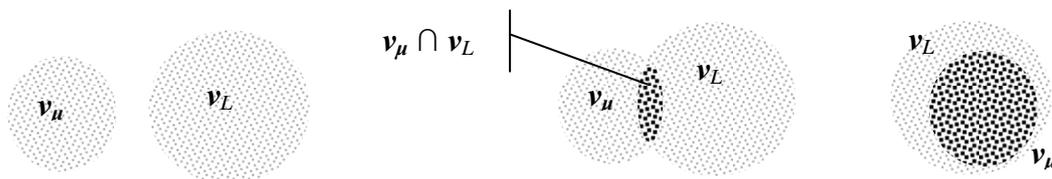
El ejemplo desarrollado no es un *modelo general* para el choque de camiones. Es apenas una representación única y exclusiva del caso planteado. Las conclusiones generales se pueden extraer y aplicar al criterio y a los métodos empleados.

El modelo agrupa a varios fenómenos ocurridos en el siniestro, conectados entre sí, y dentro de las condiciones de borde (la *lógica* del siniestro). El traslado del planteo algebraico a un modo gráfico que permite “*ver*” el siniestro desde la perspectiva de las posibilidades de ocurrencia del mismo.

Por último, es interesante reflexionar acerca de cómo el modelo aporta a obtener certeza y precisión en los resultados. Para ello consideremos que cualquier fórmula, aplicada en un rango de posibilidades, nos devuelve un *conjunto* de soluciones posibles.

En el ejemplo desarrollado, existe un conjunto de soluciones  $v_{1u}$  y  $v_{2u}$  determinados por los rangos de los coeficientes  $\mu_A, \mu_B$  y  $\mu_R$  y por las condiciones de borde, al que denominamos  $v_u$ . Y análogamente otro conjunto  $v_L$  con valores de  $v_{1u}$  y  $v_{2u}$  como diferencia, determinada por los valores posibles de  $L_d$ .

Pueden darse dos circunstancias de interés: a) que no existan valores comunes entre ambos conjuntos, lo que obligará a realizar nuevas apreciaciones y cálculos; b) que existan algunos puntos comunes en la intersección de ambos conjuntos, que resultará el conjunto de soluciones probables que satisfacen simultáneamente las condiciones externas, las del contexto en que se produjo la colisión, reflejado por los valores de  $\mu_i$ , y las condiciones intrínsecas de la colisión, expresadas en la deformación de los vehículos. La tercera alternativa posible es que un conjunto (el menor) estuviera subsumido en el otro. En este caso se habría sólo ganado en certeza, lo que no es poco.



En la medida que exista, el conjunto intersección  $v_u \cap v_L$  es un conjunto más pequeño que cada uno de ellos por separado. Por ello resulta más preciso. Y a su vez asegura un resultado certero, pues sus elementos satisfacen todas las condiciones físicas relevadas en el siniestro (desplazamiento post impacto y energía disipada como deformación en la colisión).

Y esta conclusión confirma un criterio más general de la ciencia: *la complejidad disminuye la incertidumbre*<sup>(\*\*)</sup>. En nuestra actividad se podría decir que la mayor complejidad empleada en el análisis forense satisface simultáneamente los requisitos de certidumbre y optimización de la precisión en los resultados. El empleo de todo el arsenal de modelación disponible, aún cuando las circunstancias hicieran presumir un alto grado de indeterminación en la estimación de la energía disipada como deformación, es la forma más sencilla y a su vez más segura de encarar el análisis de un siniestro dentro de la ingeniería forense.

<sup>(\*\*)</sup> Que *la complejidad disminuye la incertidumbre* es un concepto de desarrollado por el físico catalán Jorge Wagensberg (ver **La Rebelión de las Formas** – Ed Tusquets).

*Según el Convenio de Diversidad Biológica, firmado en la conferencia de las Naciones Unidas de Medio Ambiente y Desarrollo, celebrada en Río de Janeiro en 1992, en el concepto de diversidad, la naturaleza se considera como un conjunto de ecosistemas interrelacionados*

Justo BORRAJO SEBASTIÁN



La biodiversidad o diversidad biológica es la variedad y variabilidad de los organismos vivos y de los ecosistemas de los que forman parte, siendo el concepto más utilizado en el campo de la conservación por su carácter globalizador, por permitir considerar a la naturaleza como un todo y estudiar los efectos sobre ella del mundo que estamos construyendo.

[... en] el concepto de diversidad ... la naturaleza deja de verse como un conjunto de componentes aislados y se considera como un conjunto de ecosistemas interrelacionados (según) el Convenio de Diversidad Biológica, firmado en la conferencia de las Naciones Unidas de Medio Ambiente y Desarrollo, celebrada en Río de Janeiro en 1992

[...] El transporte, principalmente a través de sus grandes infraestructuras, puede producir unos graves efectos sobre la biodiversidad con su:

- Ocupación de suelos;
- Alteraciones del relieve, la hidrología y la atmósfera;
- Contaminación acústica, del aire, suelos y aguas;
- Sobreexplotación de recursos no renovables;
- Destrucción de la capa de ozono;
- Riesgo de transporte de sustancias peligrosas, y
- Emisiones que provocan el calentamiento global y el cambio climático.

[...]

### LA FRAGMENTACIÓN Y OCUPACIÓN DEL HÁBITAT

Las redes de transporte ocupan y dividen los hábitat naturales a fragmentos más aislados al crear barreras entre ellos, lo que produce dos efectos especiales sobre las especies:

- La reducción del tamaño de los fragmentos y su formato, que da lugar a que puedan no ser viables como soporte de las especies más sensibles, y
- La reducción de la conectividad entre los fragmentos, que puede hacer que el desplazamiento de los animales se dificulte o imposibilite.

[...]

Las infraestructuras de transporte, principalmente carreteras y ferrocarriles, tienen efectos ecológicos primarios y secundarios que pueden afectar de forma negativa a la biodiversidad. Entre los primarios podemos citar a la pérdida de hábitat, el efecto barrera, la mortandad causada por colisiones de vehículos, las molestias y contaminación, y la función ecológica de los márgenes. Entre los secundarios, los cambios de usos del suelo, el incremento de asentamientos humanos e industriales y el aumento de la frecuentación. Además, estos efectos están en gran medida relacionados, lo que provoca que sus consecuencias sinérgicas sean superiores.

## LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD

### *¿Es efectivo el air-bag?*

Último artículo de la serie de divulgación sobre air-bags, del libro **FUNDAMENTALS OF CRASH SENSING IN AUTOMOTIVE AIR BAG SYSTEMS** de *Ching-Yao Chan* (\*)

En los años recientes, el creciente número de vehículos en la ruta equipados con air bags, ha dado lugar al análisis alrededor de la efectividad de estas aplicaciones de seguridad. Un número de incidentes causados por la expansión del air bag, en los que resultaron muertos y lesionados, especialmente entre niños, han llamado últimamente la atención del público. Sin embargo, a pesar de esos hechos, los beneficios en reducción de decesos y mitigación de heridas son los que se tienen en cuenta para la estandarización de la instalación de air bags.

En base a datos presentados en 1994, 53.717 vehículos estuvieron implicados en el año 1993 en 35.747 choques fatales, de los que resultaron 40.115 muertos. De ellos, 22.031 fueron ocupantes de vehículos de turismo, y 7.171 de pick-ups y utilitarios. La siguiente tabla muestra un fuerte quiebre según sea el tipo de choque y punto principal del impacto.

	<b>Un vehículo solo</b>	<b>Multiplicidad de Vehículos</b>	<b>Total</b>
Impacto Frontal	6.524 (47%)	8.871 (55%)	15.395 (51%)
Impacto Lateral	2.872 (21%)	5.968 (37%)	8.840 (30%)
Impacto Trasero	300 (2%)	833 (5%)	1.133 (4%)
Arriba/abajo	925 (7%)	171 (1%)	1.096 (4%)
Otros	3.171 (23%)	271 (2%)	3.442 (11%)
<b>Total</b>	<b>13.792 (100%)</b>	<b>16.114 (100%)</b>	<b>29.906 (100%)</b>

En la tabla puede verse que aproximadamente el 50% de los decesos ocurren en choques frontales, lo que torna razonable la protección de los ocupantes por despliegue de air-bags frontales. Dado que muchas muertes ocurren en impactos laterales, se justifica la instalación de los mismos, ahora que los air-bags forman parte del equipamiento original de los automóviles.

Con un número importante de autos equipados con air-bags, se pueden hacer estadísticas significativas, y revisar la efectividad de la protección. Un estudio del IIHS basado en datos federales de USA entre 1992-1995, los air-bags salvaron la vida de 74 personas en siniestros de uno y dos vehículos. Durante el mismo período, 3 bebés y 11 niños fallecieron en situaciones atribuidas a la acción de los air-bags [...] Otro estudio de la NHTSA basado en datos federales entre 1986-1996, demuestra que el air-bag delantero derecho reduce las muertes en el 27 % de los casos de pasajeros mayores de 13 años. El del conductor el 19% en choques frontales y el 12% considerando toda forma de colisión.

(\*) SAE Editions, Warrendale, 2000. ISBN 0-7680-0499-3



*Una investigación forense avanza sobre hipótesis. Cada una de ellas debe ser probada para incorporarse al dictamen, y para ello es necesario determinar la confiabilidad o **grado de confianza** en la hipótesis.*

Para formarse una opinión a partir de las hipótesis ... el investigador debe establecer normas sobre el grado de confianza de esa opinión. La aplicación del método científico indica que cualquier hipótesis basada en un análisis de los datos recogidos en una investigación, debe soportar la prueba de contraste razonable.

Hay cuatro niveles de confianza que se puede aplicar habitualmente a esas opiniones.

(a) **Concluyente:** A ese nivel de confianza, la hipótesis ha sido contrastada y ha soportado cualquier prueba, mientras que al mismo tiempo se han tenido en cuenta y eliminado todas las alternativas razonables debido a que no han soportado un contraste válido, quedando únicamente como verdadera la hipótesis aceptada.

(b) **Probable:** Este nivel de confianza corresponde a algo que es más probable que sea así que no sea. A este nivel de confianza, la probabilidad de que la hipótesis sea verdadera al 50%.

## El grado de confianza

*Ing Oscar N. Marucci*

(c) **Posible:** A ese nivel de confianza, se puede demostrar que la hipótesis sería posible, pero no se puede decir que sea probable.

(d) **Sospechosa:** Este nivel de confianza corresponde a la percepción de que la hipótesis puede ser verdadera, pero no hay datos suficientes para sacar la conclusión de que se pueden excluir cualesquiera otras hipótesis razonables.

Corresponde al investigador determinar el nivel de confianza de los datos obtenidos para elaborar el estudio o informe.

La opinión resultante será correcta si lo son los datos en que se ha basado la misma. Si el nivel obtenido sólo admite un concepto de posible o sospechoso es importantísimo manifestar que la causa del siniestro es desconocida, indeterminada o bien que la investigación ha de continuar.

El párrafo precedente ha sido extraído del libro del Ing **OSCAR NATALIO MARUCCI** - *INVESTIGACIÓN DE INCENDIO Y EXPLOSIONES* - 1ª edición, Ed DUNKEN, Buenos Aires, 2008. Se publica con permiso del autor

3er Congreso Internacional de la

**Asociación Internacional de Daño Corporal**

**AIDC 2010**

Enfermedades y Secuelas de difícil diagnóstico y valoración

Madrid, 20 - 25 de septiembre de 2010

información visitar el sitio Web [www.aidc2010.org](http://www.aidc2010.org)

## MOVILIDAD SOSTENIBLE

*Jesús Monclús*

¿Qué es lo que hace único al ser humano entre todas las criaturas de la creación (discúlpeme el lector: soy creyente)? ¿La inteligencia? ¿La escritura? ¿La deambulación sobre sólo dos extremidades? ¿La generosidad u otros sentimientos como la misericordia? Yo les propongo la siguiente característica: la capacidad de la especie humana para destruir su ecosistema que no es otro, ni más ni menos, que el planeta Tierra.

Las especies –la vida, en definitiva- no pueden subsistir si destruyen su hábitat, si aniquilan para sobrevivir el día de hoy los recursos que necesitan para el mañana. El hombre ha modificado tanto el entorno natural en los últimos 200 años como nunca nuestro querido, e imprescindible, planeta azul lo había padecido antes. Padecido sí, porque si bien es cierto que los avances en las ciencias humanas y tecnológicas en dicho período son asombrosas, la inmensa mayoría de las alteraciones del hombre sobre nuestro planeta son innegablemente perjudiciales para éste (y permítanme que me ahorre ejemplos).

El siglo XIX observó el nacimiento de la revolución industrial, y el pasado siglo XX fue testigo de la revolución de la informática, el conocimiento y las ubicuas telecomunicaciones. El siglo XX, este que parecía acabábamos de estrenar y del que ya hemos consumido un 10%, tiene que ser el de la revolución de la sostenibilidad. Sostenibilidad alimentaria, energética y, sobre todo, humana en todas sus acepciones, incluida la movilidad sostenible. Ninguna de estas sostenibilidades sucederá por sí sola y, para provocarla la sociedad tendrá que comprometerse a todos los niveles y en todos los estamentos. En nuestro caso, el papel de los formadores de movilidad, quienesquiera que asuman dicho papel, será evidentemente clave: necesidad de los desplazamientos, eficiencia de éstos, alternativas “al” transporte y “de” transporte, seguridad, solidaridad, accesibilidad, responsabilidad ... serán sólo algunas de las posibles temáticas en el futuro curriculum formativo.

Quedémonos con la siguiente definición de movilidad sostenible, propuesta por el World Business Council for Sustainable Development, puesto que sobre ella tendremos mucho de qué hablar: *“La movilidad sostenible es la capacidad de cubrir las necesidades de la sociedad de moverse en libertad, disfrutar de la accesibilidad universal, comunicarse, comerciar y establecer relaciones, sin sacrificar –ni hoy ni en el futuro- ningún valor esencial humano o ecológico”*.

**Jesús Monclús** es Doctor Ingeniero Industrial y especialista en seguridad vial. El artículo precedente ha sido publicado originalmente en la revista TRAVESÍA Nº 23. El lector puede enviar comentarios a [ms@etrasa.com](mailto:ms@etrasa.com). Se reproduce con autorización de la editorial

La revista **Travesía**, editada por **ETRASA**, puede descargarse en formato pdf.

Ya salió el Nº 25

<http://www.doopaper.com/pubs/travesia/ed25/> <http://www.revistatravesia.es/pdf/portada.pdf>

Recomendamos el artículo

**Técnica y accidentes de tráfico: mucho por hacer** de Juan José Alba, Alberto Iglesia y M<sup>a</sup> Ángeles García de la Universidad de Zaragoza, en el número 4 de la publicación científica

**Securitas Vialis**, revista europea de Tráfico, Transporte y Seguridad Vial”, editada por **ETRASA**, a través del link: [http://www.etrasa.com/descargas/securitas\\_vialis4.pdf](http://www.etrasa.com/descargas/securitas_vialis4.pdf)