

# ACADEMIA NACIONAL DE INGENIERÍA

## INSTITUTO DEL TRANSPORTE

---

DOCUMENTO NÚMERO 7

### INGENIERÍA DE SEGURIDAD VIAL: PUNTOS NEGROS DE CONCENTRACIÓN DE MUERTES EN ACCIDENTES VIALES

En la elaboración del documento participaron  
principalmente los miembros del Instituto:  
Ing. Francisco Justo Sierra, Ing. María Graciela Berardo e  
Ing. Alejandra Débora Fissore



NOVIEMBRE DE 2013

BUENOS AIRES  
REPÚBLICA ARGENTINA

# ACADEMIA NACIONAL DE INGENIERÍA

## INSTITUTO DEL TRANSPORTE

---

DOCUMENTO NÚMERO 7

### INGENIERÍA DE SEGURIDAD VIAL: PUNTOS NEGROS DE CONCENTRACIÓN DE MUERTES EN ACCIDENTES VIALES

En la elaboración del documento participaron  
principalmente los miembros del Instituto:  
Ing. Francisco Justo Sierra, Ing. María Graciela Berardo e  
Ing. Alejandra Débora Fissore



NOVIEMBRE DE 2013

BUENOS AIRES  
REPÚBLICA ARGENTINA

# ACADEMIA NACIONAL DE INGENIERÍA

## **PRESIDENTE HONORARIO**

Ing. Arturo J. Bignoli

## **MESA DIRECTIVA**

**2012-2014**

### **Presidente**

Ing. Oscar A. Vardé

### **Vicepresidente 1°**

Ing. Luis U. Jáuregui

### **Vicepresidente 2°**

Ing. Isidoro Marín

### **Secretario**

Ing. Ricardo A. Schwarz

### **Prosecretario**

Ing. Eduardo R. Baglietto

### **Tesorero**

Ing. Manuel A. Solanet

### **Protesorero**

Ing. Antonio A. Quijano

## **ACADÉMICOS TITULARES**

Dr. José P. Abriata

Ing. Patricia L. Arnera

Ing. Mario E. Aubert

Ing. Eduardo R. Baglietto

Ing. Conrado E. Bauer

Dr. Ing. Raúl D. Bertero

Ing. Rodolfo E. Biasca

Ing. Arturo J. Bignoli

Ing. Juan S. Carmona

Dr. Ing. Rodolfo F. Danesi

Dr. Ing. Raimundo O. D'Aquila

Ing. Tomás A. del Carril

Ing. Gustavo A. Devoto

Ing. Arístides B. Domínguez

Ing. René A. Dubois

Ing. Máximo Fioravanti

Ing. Alberto Giovambattista

Ing. Luis U. Jáuregui

Dr. Ing. Raúl A. Lopardo

Ing. Isidoro Marín

Ing. Eduardo A. Pedace

Ing. Alberto H. Puppo

Ing. Antonio A. Quijano

Ing. Ricardo A. Schwarz

Ing. Francisco J. Sierra

Ing. Manuel A. Solanet

Ing. Carlos D. Tramutola

Ing. Oscar A. Vardé

Ing. Guido M. Vassallo

Dra. Ing. Noemí E. Zaritzky

## **INSTITUTO DEL TRANSPORTE**

### **Director:**

Académico Ing. Máximo

Fioravanti

### **Miembros**

Ing. Arturo D. Abriani

Ing. Roberto D. Agosta

Lic. José Eduardo Barbero

Ing. María G. Berardo

Ing. Gastón A. Cossettini

Ing. Ricardo H. del Valle

Ing. Raúl S. Escalante

Ing. Miguel J. Fernández Madero

Ing. Alejandra D. Fissore

Ing. Luis M. Girardotti

Ing. Guillermo J. Grimaux

Ing. Jorge Kohon

Ing. Juan P. Martínez

Arq. Eduardo Moreno

Lic. Carmen Polo

### **Miembros académicos**

Emérito Ing. Eitel H. Lauría

Ing. Mario E. Aubert

Ing. Ricardo A. Schwarz

Ing. Francisco J. Sierra

Ing. Manuel A. Solanet

## ÍNDICE

<b>PRESENTACIÓN</b>	<b>3</b>
<b>ANTECEDENTES y ESPÍRITU</b>	<b>3</b>
<b>1 INTRODUCCIÓN</b>	<b>7</b>
<b>2 SEGURIDAD NOMINAL Y SUSTANTIVA</b>	<b>9</b>
2.1 Conceptos básicos de Hauer	9
2.2 Causas de los accidentes	10
2.3 Tratamiento de los accidentes	11
2.3.1 Enfoque reactivo y proactivo	11
2.3.2 Distribución de los accidentes	11
<b>3 DEFECTOS DEL CAMINO</b>	<b>12</b>
3.1 Accidentes en la calzada y en sus costados	12
<b>4 ENFOQUE DE LOS PUNTOS NEGROS</b>	<b>13</b>
4.1 Definición de punto negro	13
4.2 Aplicación del enfoque de punto negro	14
4.3 Desarrollo de los puntos negros	14
4.4 Categorización de los puntos negros	14
<b>5 ENFOQUE DE PUNTOS NEGROS EN LA ARGENTINA</b>	<b>15</b>
5.1 Dirección Nacional de Vialidad (DNV)	15
5.2 Órgano de Control de Concesiones Viales (OCCOVI)	15
5.3 Agencia Nacional de Seguridad Vial (ANSV)	16
5.4 Centro Experimental de Seguridad Vial (CESVI)	16
5.5 Instituto de Seguridad y Educación Vial (ISEV)	16
5.6 Luchemos por la Vida - Asociación Civil	17
<b>6 CONTRAMEDIDAS</b>	<b>18</b>
6.1 Estado de situación: hechos y probanzas	18
6.2 Lista de defectos en los caminos argentinos	19
6.3 Contramedidas remediadoras	20
<b>7 RECOMENDACIONES</b>	<b>21</b>
7.1 Administración de la velocidad	21
7.2 Velocidades, radios y peraltes	21
7.3 Relevamientos	21
7.4 Adelantamiento en curvas horizontales a la izquierda	21
7.5 Tratamiento de puntos negros existentes y en gestación	21
<b>8 GLOSARIO</b>	<b>22</b>
🚧 <b>DEFINICIONES</b>	<b>22</b>
🚧 <b>INGENIERÍA LEGAL</b>	<b>28</b>
🚧 <b>ACRÓNIMOS</b>	<b>30</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>31</b>

## INGENIERÍA DE SEGURIDAD VIAL:

### PUNTOS NEGROS DE CONCENTRACIÓN DE MUERTES EN ACCIDENTES VIALES

#### PRESENTACIÓN

Este documento continúa el Documento N° 3 del Instituto del Transporte de la Academia Nacional de Ingeniería, noviembre de 2011, “Relación entre los caminos y la gente que muere en y por ellos”<sup>B29</sup> (\*) en el cual se resumieron los conceptos sobre Ingeniería de Seguridad Vial desarrollados en los últimos 50 años por ingenieros viales comprometidos en el loable intento de salvar vidas en los caminos: Zona despejada (Stonex), Coherencia de diseño (Leisch), Defectos viales (Glennon<sup>B10</sup>), Seguridad nominal y sustantiva (Hauer<sup>B12</sup>), Cuantificación de la seguridad vial (Lamm<sup>B17</sup>, Krammes), Seguridad Vial Sostenible (Wegman<sup>B33</sup>).

Aquí se desarrolla con mayor detalle el enfoque de Puntos Negros de concentración de accidentes mortales<sup>B2,9,21,25,26,30,31,32,33</sup> comenzando con los fundamentos teóricos y terminando con ejemplos sobre contramedidas, y propuestas de mejoramientos.

El trabajo tiene como destinatarios a los funcionarios de organismos oficiales y privados responsables de la seguridad vial, docentes y participantes de cursos universitarios de orientación vial de grado y posgrado, ingenieros viales, y público en general preocupado por los crecientes índices de muertos en los caminos argentinos. Para facilitar la lectura de quienes no estén familiarizados con determinados términos, conceptos o enfoques propios de la Ingeniería de Seguridad Vial, mediante referencias numéricas<sup>Gn</sup> se remite al lector al Glosario, ordenado por Definiciones, Ingeniería Legal y Acrónimos, incluido al final.

(\*) La notación <sup>Bn</sup> refiere a la Bibliografía.

#### ANTECEDENTES y ESPÍRITU

- A igualdad de las características visibles de los caminos<sup>G13</sup>, de su entorno, y del tránsito, los accidentes viales<sup>G3</sup> se distribuyen al azar. En el mundo real, la concentración de choques<sup>G16</sup> en determinados lugares es prueba de ser provocados por las condiciones del camino, más que por las de los conductores o de los vehículos.
- Ya en 1937 nuestro ingeniero Pascual Palazzo enseñó la relación entre los choques y los conductores y demás usuarios del camino:

*No hay sino un medio de evitar accidentes en los caminos, es hacer que sean improbables, pero no improbables para una especie ideal, inexistente, de conductores o peatones prudentes, atentos, inteligentes, de rápida reacción, sino para los hombres tal cual son o tal cual llegan a ser en las diversas circunstancias de la vida diaria.*

- En 1995 se promulgó la Ley 24.449 de Tránsito y Seguridad Vial, en cuya preparación y redacción asesoraron a los legisladores, con conocimiento y entusiasmo, una pléyade de ingenieros y técnicos viales, entre los cuales se destacaron los ingenieros Balcells y Gorostiaga. Poco después, los mismos ingenieros reconocieron que la tan ansiada ley *no producía cambios significativos en la siniestralidad vial.*

Pero la falta de un cambio saludable no se debió a la ley, sino a su incumplimiento o malinterpretación; por ejemplo los artículos 51 (velocidad máxima)<sup>G61</sup>, 52 (velocidad mínima)<sup>G61</sup>, 27 (construcciones permanentes o transitorias en zona de camino)<sup>G55</sup>, 5 (definiciones de autopista<sup>G53</sup>, semiautopista<sup>G60</sup> y zona de seguridad<sup>G64</sup>).

- Desde entonces la Ingeniería de Seguridad Vial se mantiene en un círculo vicioso de Ver y Juzgar, sin decidirse por la Acción y, cuando se actúa, se suelen aplicar medidas que violan la letra y espíritu de la Ley, o de las más básicas reglas del arte.



**Chicana en autopista - 130 km/h**



**Desconexión barrera/baranda - 130 km/h**



**Extremo aproximación baranda tipo arpón**



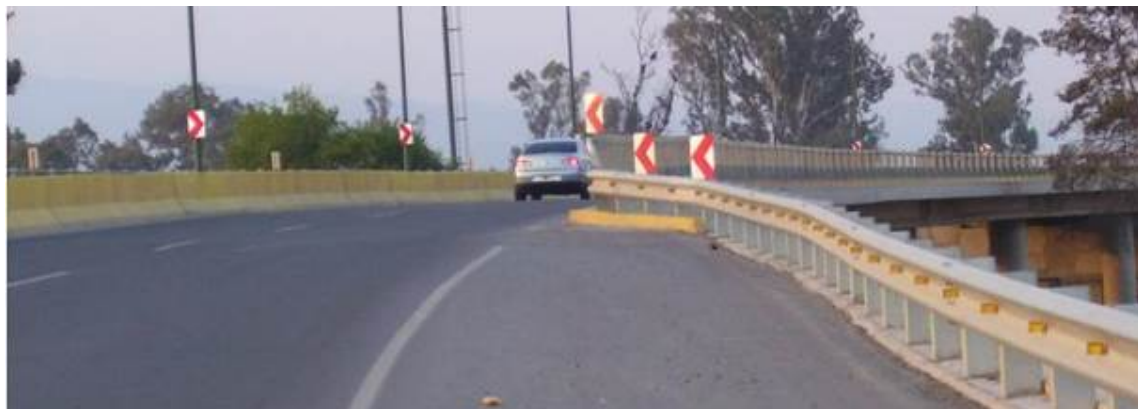
**Discontinuidad minibarrera experimental**



**Cantero central ancho con obstáculos**



**Barandas/barreras cortas y sin transición**



**Supresión de banquetas en puente, embolsamiento inducido, señales de curva chebrón contradictorias**



**Paso a Nivel ferroviario - Autovía**

Los defectos viales van desde señalar límites de velocidad mayores que las velocidades directrices y discriminarlos por carriles, o pretender destinar ensanchamientos del cantero central de autopistas para usos comerciales (estaciones de servicios, hoteles, confiterías, restaurantes, centros comerciales, esparcimientos, sucursales bancarias, playa de camiones) en grave perjuicio de la seguridad de los usuarios, pasando por la supresión de banquetas para ampliar carriles o casillas de peaje, hasta usar la efectiva y reciente señal de curva *chebrón*<sup>G14</sup>, como marcadora de obstáculos laterales<sup>G39</sup>, o la propuesta de construir una fosa continua en el cantero central de las autopistas para que los vehículos desviados se *claven* en ella antes de invadir la calzada de sentido contrario. Todo bajo el manto de expresiones vacías de significado, plenas de ‘problemáticas’, ‘desafíos’, ‘infraestructuras’, ‘observatorios’, ‘replanteos estratégicos’, ‘talleres’, ‘proyectos ejecutivos’, ‘informes conceptuales’, épicos lanzamientos de campañas, o los reclamos de los fabricantes y vendedores por más barandas a modo de barricadas en la zona despejada<sup>G52</sup>, o de postes de iluminación en el cantero central, o más teléfonos SOS en el borde de banquina, tal vez de tierra, y con caída de borde de pavimento<sup>G12</sup>, apta para su ‘mordida’<sup>G35</sup>.

- Los trabajos técnicos y conferencias de especialistas argentinos e internacionales en Ingeniería de Seguridad Vial expuestos desde por lo menos 1980 en congresos sobre vialidad y tránsito, los estudios y propuestas de las escuelas universitarias de Ingeniería de Caminos de universidades nacionales y privadas, artículos publicados en revistas viales, manuales, guías o recomendaciones de las oficinas técnicas de ingeniería vial, las actualizaciones de normas de diseño geométrico y recomendaciones de seguridad vial, los desconocidos resultados de “tramos experimentales”, no dieron frutos, no cayeron en tierra fértil, y las muertes siguen.

La Ingeniería de Seguridad Vial está muy mal, con tendencia a empeorar y pronta a morir, junto con miles de argentinos, muchos de los cuales pagan con la muerte sus errores de conducción inducidos por los defectos de los caminos. Errores de conducción involuntarios, por violaciones voluntarias de leyes, normas y resoluciones propias de organismos viales, de proyecto y construcción vial.

- La letra y espíritu de este documento son eminentemente constructivos, acorde con las finalidades del Instituto del Transporte de la Academia Nacional de Ingeniería en el sentido de *estudiar y proponer soluciones sobre diversos aspectos que presenta la ingeniería, especialmente en cuanto atañe al interés de la Nación*, en este caso a la vida de los usuarios viales.

El espíritu que lo alienta está muy bien descrito en otras latitudes; por ejemplo el conciso informe *Las cuatro dimensiones de la seguridad vial* – Alfredo García García, Catedrático de Ingeniería de Carreteras de la Universidad Politécnica de Valencia<sup>B11</sup>, del cual se extracta:

✚ “Según cual fuere la referencia adoptada para basarla, estimarla o medirla, en la seguridad vial se distinguen cuatro dimensiones:

- Seguridad nominal,
- Seguridad legal,
- Seguridad sustantiva y
- Seguridad real.

- **Seguridad nominal.** Dada por los criterios y preceptos recogidos en las normas y recomendaciones de diseño, donde aparecen determinados parámetros que se interpretan erróneamente como umbrales de la seguridad. Los valores de las normas no son la frontera entre lo seguro y lo inseguro; simplemente recogen lo que unos profesionales consideraban una práctica aceptable en ese momento, muchas veces condicionada por otros objetivos del diseño vial, como la economía, la integración ambiental, etcétera. Por tanto, cumplir con la seguridad nominal no es garantía de que el diseño sea seguro. En ella se sigue cobijando una mal entendida y utilizada **seguridad legal**, que deja en el ámbito exclusivo del conductor la responsabilidad de la accidentalidad, debida a un camino con defectos. El cumplimiento de determinados preceptos legales no tiene por qué garantizar ningún nivel concreto de seguridad vial, ya que muchos de ellos se establecieron para limitar las repercusiones económicas, o para responsabilizar exclusivamente a los conductores de los accidentes en que se vean involucrados, aunque el camino tenga defectos asociados con un riesgo no perceptible o insuperable por ellos. Estos preceptos realmente amparan a los funcionarios viales responsables, fomentando la desidia y la ineficacia.
- **Seguridad sustantiva.** Estima los resultados que un determinado diseño o mejoramiento del camino pueda tener en la siniestralidad futura. Para ello se precisan métodos para pronosticar o predecir la frecuencia futura de los choques y sus consecuencias, según las condiciones o parámetros incorporados al diseño. Es necesario basarse en hechos y no en conjeturas, fundamentarse en conocimientos obtenidos de la investigación y no en juicios sin sustento. Hasta hace medio siglo, las investigaciones terminaban fomentando la seguridad nominal al actualizar por nuevas conjeturas los coeficientes de modelos matemáticos racionales de las normas de diseño. En los últimos años se desarrollaron métodos y herramientas que permiten poner en práctica el nuevo conocimiento fruto de la investigación científica que la computación facilita procesar con suma rapidez, para que el ingeniero pueda verificar sus diseños desde una seguridad sustantiva, cuantificable, contrastable y comparable.
- **Seguridad real.** Está determinada por la siniestralidad en una red vial en explotación. Tras el error de conducción propio del conductor o inducido por defectos del camino (punto negro existente o en gestación), el análisis debe orientarse a la búsqueda de soluciones efectivas; la investigación conjunta y rigurosa mejora el conocimiento de la seguridad vial, para propiciar una seguridad sustantiva más eficiente.

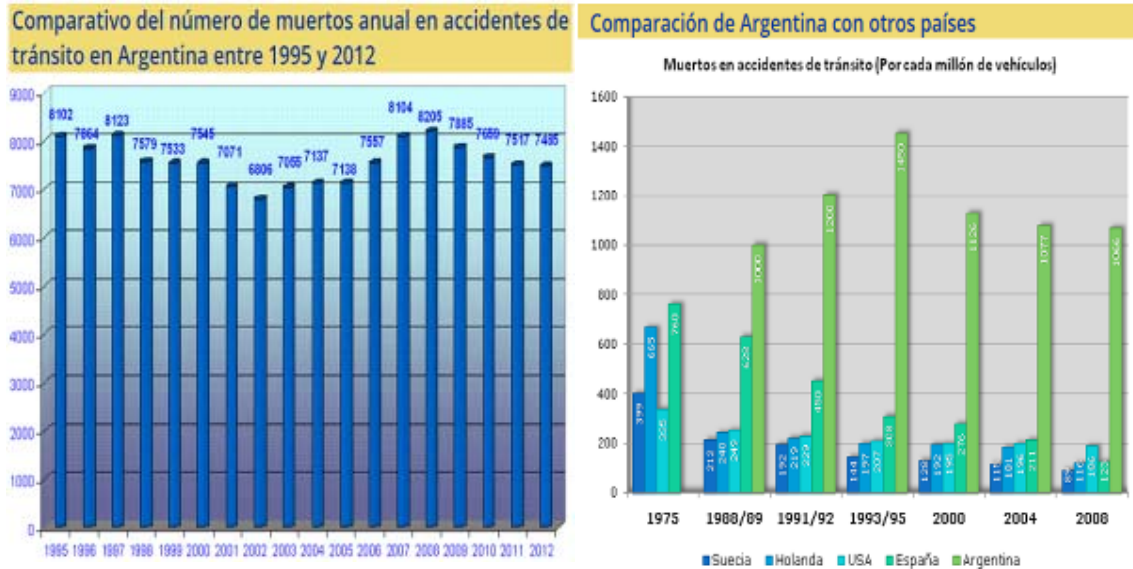
Fundamentada en la seguridad real, la aplicación de la seguridad sustantiva permitirá trascender la seguridad nominal, y abordar un dominio más amplio del diseño vial que incorpore los nuevos conceptos de comportamiento humano, flexibilidad y adaptación al entorno. Lo crucial es seleccionar medidas adecuadas, comparar opciones, priorizar proyectos, cuantificando y prever su comportamiento frente a la seguridad vial de los diferentes elementos del camino.”



## 1 INTRODUCCIÓN

Con cualquiera que fuere la variable de comparación (número de vehículos, de vehículos-km, población), la Argentina tiene la dudosa distinción de registrar uno de los mayores índices anuales de mortalidad del mundo por accidentes viales.<sup>G3</sup>

Según datos publicados por la Asociación Civil Luchemos por la Vida<sup>B1</sup> y otras fuentes<sup>B9,13,14,15,16,19,22,23,24</sup>, desde hace unos 20 años el número de muertos viales permanece en la meseta de 7.000 a 8.000 muertos anuales.



El descenso del índice de mortalidad en función de la motorización creciente no debiera alentar optimismo; es un hecho demostradamente natural que ocurre en todos los países en desarrollo del mundo: la curva del índice choques o de mortalidad en función del número de vehículos tiene forma de  $\cap$ ; la cual se halló y estudió estadísticamente desde mediados de los 50.<sup>B17,18,21,33</sup> En los países desarrollados, después de fuertes caídas del número de muertes viales en la década de 1970, y continua disminución durante los 1980, la tendencia a la baja se estancó, pero los índices de choques en función de la motorización disminuyeron.<sup>B17</sup>

En la Argentina no se conoce ningún intento sistemático para mejorar la Seguridad Vial; por caso sobre la base del Enfoque de los Puntos Negros.<sup>G42 B18,31,32,33</sup> Las consecuencias mensurables son siempre las mismas: muertos, heridos, dolor, daños materiales, pérdidas económicas.

En la Ingeniería de Seguridad Vial argentina, la Seguridad Sustantiva<sup>G48</sup> y la Seguridad Nominal<sup>G47</sup> están desfasadas unos 50 años; todavía no se superó con eficiencia el primer paso del Enfoque de Puntos Negros<sup>G42 B18</sup>: Identificación; lo cual indica la necesidad de rever los métodos y de capacitar e incorporar a la tarea más personal técnico especializado, sin que ello signifique aplazar la aplicación de las contramedidas remediadoras a los casos de concentración de choques<sup>G42</sup> claramente identificados desde hace años.

🚧 *Lo que se sabe del sistema vial y de sus fenómenos indica categóricamente que los caminos son determinantes, tanto para materializar la seguridad como para producir accidentes mortales. Y esta es la mejor situación entre todas las posibles, pues significa el gran poder de la ingeniería para disminuir sensiblemente las muertes, al mejorar la seguridad por sus causas.*

**Luis XUMINI**

Según los registros del OCCOVI, CESVI, ISEV, en función del número de muertos producidos, los defectos más graves en los caminos argentinos son los de la RN9 Panamericana, desde la Avenida General Paz hasta Rosario y Córdoba, y RN8 Ramal Pilar, pero no por los proyectos originales, sino porque sin estudios previos de ingeniería de tránsito y seguridad vial, a poco de concesionadas se decidió señalar límites de velocidad máxima de 130/120 km/h<sup>G61</sup>, más de 20 km/h superior a sus velocidades directrices, con bruscos saltos en corta longitud de la velocidad de operación de hasta  $\Delta V = 50$  km/h en los Puntos Negros manifiestos.

Además de las velocidades máximas señalizadas superiores a la velocidad directriz, de la falta de banquetas internas o externas, de las banquetas de tierra, de la caída de borde de pavimento, de la expansión del número de carriles a expensas de las banquetas, de las colectoras intermitentes o de tierra, de los cruces clandestinos a nivel del cantero central, de los accesos directos privados a las calzadas principales, de los puentes más angostos que los accesos, de la falta de transición geométrica y estructural de barandas de diferente rigidez, de la falta de zona despejada, de obstáculos en el cantero central<sup>G39,57</sup>, etc., la mayor agresión a la Ingeniería de Seguridad Vial y a la preservación de la seguridad de los usuarios en la denominada autopista<sup>G53</sup> Buenos Aires – Rosario – Córdoba está en construcción: la *modificación de obra*, consistente en inhabilitar más de 1 km de costosas calzadas e iluminación central de una obra inaugurada en el 2010, premiada como la Obra Vial de la Década, para reemplazarlo por viaductos chicaneados<sup>G15</sup> en disposición espalda-quebrada<sup>G22</sup> hacia afuera para separar las calzadas y explotar comercialmente el *espacio ganado*.<sup>B25</sup>

✚ *Una cosa es muy clara, el elemento de diseño geométrico más importante para reducir los choques es el control de acceso.* **FHWA, 1992**



**RN8 Ramal Pilar - 1995-2013 Limite de velocidad máxima señalizado: 130 km/h**

✚ *Pensar que haciendo siempre lo mismo pueden obtenerse resultados distintos, es el principio de la demencia.* **Albert EINSTEIN**

## 2.1 Conceptos básicos de Hauer<sup>B12</sup>

Las guías o normas de diseño geométrico vial vigentes no se basaron en la relación entre las decisiones de diseño y sus consecuencias sobre la seguridad. Como resultado, el nivel de seguridad puesto en los caminos es impremeditado. La razón más fuerte para no admitir y explicar la conexión entre diseño vial y seguridad es la necesidad de proteger a los gobiernos contra los peligros financieros de la responsabilidad civil.

Hay poderosas razones de salud pública para insistir en que el proceso de diseño vial se base en el conocimiento y conciencia de la seguridad. La razón principal es que los caminos son productos del hombre que afectan la seguridad del hombre; hay una relación implícita de confianza entre usuarios viales y los organismos y profesionales viales. Esta confianza se sustenta en esperar que usen los mejores conocimientos disponibles para decidir cuánta seguridad ponen en los caminos. Al no usar tal conocimiento se debilita la confianza.

Como solución Hauer propuso crear una clara distinción entre dos clases de seguridad:

**Seguridad nominal:** Condición de seguridad de un proyecto o camino existente según el grado de cumplimiento de normas, términos de referencia, órdenes, guías y procedimientos de diseño generales del organismo vial.

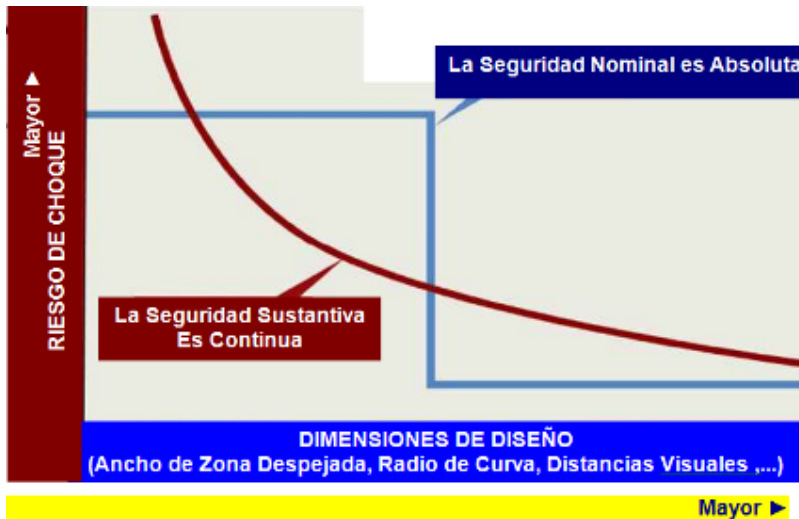
**Seguridad sustantiva:** Condición de seguridad de un proyecto o camino existente medida por el número y gravedad de los accidentes (muertos + heridos + daños) reales, o previstos, sobre la base de datos estadísticos de accidentes reales escogidos como antecedentes.

La medida de la seguridad nominal es simplemente una comparación de las dimensiones de los elementos de diseño (ancho de carril, ancho de banquetas, la distancia visual, etc.) con los criterios de diseño adoptados. Es un "Sí - No"; una característica de diseño Sí cumple, o No cumple, con los criterios o rangos mínimos. Así, los caminos proyectados y construidos para satisfacer al menos los criterios mínimos de diseño pueden denominarse "nominalmente seguros". Una Excepción de Diseño es aceptar una condición que no cumple con la seguridad nominal.

Las medidas cuantitativas de la seguridad sustantiva son:

- Frecuencia de choques (número de choques por kilómetro o ubicación, en un lapso especificado)
- Tipo de choque (salida desde la calzada, intersección, atropello peatones, etc.)
- Gravedad de los choques (muerte, lesiones, daños materiales)

El comportamiento de seguridad esperado varía con los tipos de camino y contextos. Por ejemplo, la frecuencia y otras características de los choques son diferentes para un camino de dos carriles en zona rural que en otro arterial de varios carriles en zona urbana o en un distribuidor de autopista. Hay métodos bien establecidos para caracterizar la seguridad sustantiva de un lugar. En general, se aplican modelos estadísticos sustentados en amplias bases de datos de accidentes (desempeño de las funciones de seguridad y análisis de los *Crash Modification Factor*, CMF<sup>G26</sup>). Los modelos estadísticos deben basarse o calibrarse según los datos estadísticos de la misma jurisdicción del lugar en estudio.



El desempeño de seguridad sustantiva de un camino no siempre se corresponde directamente con su nivel de seguridad nominal. No es raro que un camino sea nominalmente seguro (todos los elementos de diseño cumplen los criterios estándares), y sustantivamente inseguro. Análogamente, algunos caminos nominalmente peligrosos (uno o más elementos de diseño no cumplen los criterios de diseño) funcionan según un nivel elevado de seguridad sustantiva. Hay muchas razones para esta aparente paradoja; una es que los criterios suelen basarse en una amplia aplicación de suposiciones, conjeturas y modelos simplificados.

Si la Seguridad Nominal se basa en normas de hace casi 50 años es imposible su convergencia con la Seguridad Sustantiva, cuyos conceptos básicos datan de los últimos 50 años; desde Stonex hasta Hauer: coherencia de diseño, zona despejada, administración de acceso y velocidades, validez al choque de dispositivos de contención, cuantificación de la seguridad vial.

## 2.2 Causas de los accidentes

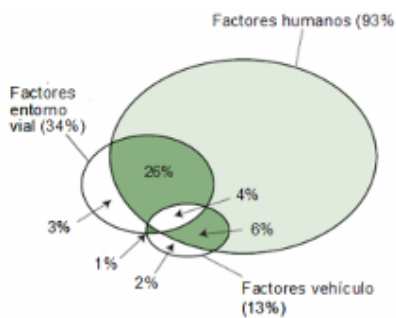
✚ Es un mito creer que los caminos no causan los choques, y los conductores sí.

Dr. Ingeniero canadiense Ezra HAUER<sup>B12</sup>

‘Los choques no son naturales sino causados’ es un antiguo y válido apotegma del tránsito vial. Similar a las ciencias médicas con las enfermedades del cuerpo, los accidentes viales tienen causas que deben identificarse para desarrollar tratamientos remediadores, y aplicarlos en la medida de lo posible. Las causas debidas a los factores humanos (H), camino (C) y vehículo (V) pueden ser exclusivas o superpuestas. Según el PIARC<sup>B26</sup>, en países desarrollados, las distribuciones más razonables y aceptadas de causas atribuibles a los choques viales son:

$\Sigma H$ : 93%	$H+C$ : 30%	$H+V$ : 10%	$H+C+V$ : 4%
$\Sigma C$ : 34%	$C+V$ : 5%		
$\Sigma V$ : 13%			

Las causas por errores “puros” serían: H: 57%; C: 3% y V: 2%, y los errores humanos causados por errores del camino serían C: 30%.



En los países donde se determinaron los porcentajes, la Ingeniería de Seguridad Vial, ISV, es responsable de remediar o mitigar las consecuencias de los errores de proyecto, construcción y mantenimiento de aproximadamente el 34% de los choques viales. Para redondear, y dado que los caminos argentinos no alcanzan las condiciones de seguridad de los caminos de tales países, la corresponsabilidad de la condición y estado de los caminos en los choques podría

razonablemente estimarse por lo menos en un umbral de 40%, con un 60% a repartir entre Educación y Control Policial.

## 2.3 Tratamiento de los accidentes<sup>B21</sup>

### 2.3.1 Enfoque reactivo y proactivo

Con relación al *tiempo* del tratamiento de choques, hay dos enfoques complementarios:

- Enfoque Reactivo: aplicación de medidas correctivas o remediadoras para reducir el número y la gravedad de potenciales choques similares a los ya ocurridos.
- Enfoque Proactivo: prevención de choques al aplicar medidas para evitar o mitigar potenciales choques, antes de que se produzcan.

A través del tiempo, en un proceso de prueba y error se comienza por experimentar con medidas en los caminos existentes (reactivo); una vez comprobadas las más eficaces se generaliza su aplicación, y se las incorpora como normas o recomendaciones para situaciones similares en los proyectos de caminos nuevos (proactivo).

### 2.3.2 Distribución de los accidentes<sup>G16</sup>

Los choques no se distribuyen uniformemente a lo largo de los caminos, aun en los de la misma clasificación funcional (arteriales, colectores, locales). Tienden a arracimarse en sitios donde el nivel de riesgo es mayor que en las zonas circundantes. Desde hace muchos años se conoce el fenómeno, y hay considerable evidencia de que su identificación y tratamiento con contramedidas ingenieriles puede ser muy rentable; el potencial de reducción de choques con simples medidas remediadoras de bajo costo en lugares peligrosos es particularmente alto.

Con relación al *espacio* de aplicación de los mejoramientos, se tienen:

- Medidas sistemáticas y generales, para atender a los choques al azar
- Medidas para mejorar los lugares que registran agrupamiento de accidentes, choques sistemáticos

Los choques pueden deberse a mantenimiento deficiente: por ejemplo, superficie lisa del camino o señales deterioradas o semáforos que no funcionan. A menudo el mejoramiento de estas deficiencias cuesta poco y produce enormes beneficios en términos de seguridad. Y recíprocamente, el descuido de un mantenimiento eficiente es causa de serios riesgos.

En los lugares donde a pesar de un mantenimiento eficiente se concentran y repitan los choques, la deducción lógica es que se deben a errores de proyecto y construcción del propio camino, los cuales son más costosos de remediar.

Halladas las medidas reactivas eficaces en lugares localizados, luego formarán parte de las medidas proactivas de tratamientos sistemáticos y generales.

Basado en la experiencia y bibliografía internacional, este trabajo técnico se refiere a medidas de Ingeniería de Seguridad Vial en lugares localizados de concentración de choques.

### 3.1 Accidentes en la calzada y en sus costados

Sobre la base del conocimiento acumulado durante más de un siglo de actividad vial motorizada, la participación de un  $\approx 40\%$  del camino en las causas de accidentes, se debe a defectos/errores.

Dada la escasez de los recursos, no se les puede dar a todos los caminos todas las características visibles o estructurales conocidas como las más seguras; no todos pueden ser autopistas. Según la ingeniería de seguridad vial y la efectividad de costo, una misma característica visible de un camino o de operación del tránsito puede ser buena, tolerable o mala, según la clasificación del camino:

- Topografía y Zona: Llana, ondulada, montañosa; rural, urbana.
- Función (distribución entre movilidad y acceso): Arterial, colector, local.
- Tipo: Autopista, semiautopista, multicarril, tricarril, bicarril; avenida, calle.

Con las graduaciones necesarias según la clasificación del camino, los errores viales más graves y comunes causantes de los choques de tipo frontal, o de vehículo-solo salido desde la calzada, ocurren bajo distintas condiciones aisladas o conjuntas.

Los títulos de los capítulos del libro del Dr. Ing. John C. Glennon *Roadway Defects\* and Tort Liability*, 1996,<sup>B10</sup> (\* *Safety* en lugar de *Defects* en las reediciones) son una buena guía para un listado inicial de factores o elementos cuya condición puede llegar a constituir un defecto o error del camino, causa pura o contribuyente a los puntos negros:

Administración de la velocidad <sup>G7</sup>	Cruces ferroviarios a nivel
Seguridad de los costados de la calzada <sup>G45,46</sup>	Curvas horizontales
Barandas y barreras de tránsito	Zonas de mantenimiento y construcción
Distancia visual de detención	Dispositivos de control de tránsito
Distancia visual de intersección	Mantenimiento vial
Pavimento resbaladizo e hidropilano <sup>G28</sup>	Coherencia de diseño <sup>G18</sup>
Caídas de borde de pavimento <sup>G12</sup>	Administración de accesos <sup>G1</sup>
	Administración de uso de zona de camino <sup>G38</sup>

✚ Cuando el conductor pierde el control y el automóvil no responde, lo único que queda como auxilio es el propio camino; es muy importante su conservación y mantenimiento, la incorporación de nuevas tecnologías aplicadas a la seguridad vial, y la corrección de los puntos de concentración de choques.

Ingeniero español Jacobo DÍAZ PINEDA – II CISEV 2010

#### 4 ENFOQUE DE LOS PUNTOS NEGROS <sup>G42 B18</sup>

- ✚ *En tanto la mayor parte de los choques se atribuyen a errores de los conductores, ¿porqué entonces tantos conductores cometen los mismos errores en los mismos lugares de un camino? Los puntos negros no son inventos.*

**Dr. Ingeniero alemán Ruediger LAMM (1937-2005)**

Desde las primeras décadas del siglo 20, en las oficinas de Tránsito de la policía es práctica común marcar con lápiz negro en un plano mural de la jurisdicción los puntos de ocurrencia de choques con víctimas. En los lugares de concentración de choques los puntos negros crecen en tamaño, hasta ser círculos negros..., y rayas negras. El enfoque del punto negro tiene las ventajas de poder experimentar con contramedidas hasta hallar las que demuestren su eficacia, y de demostrar que la red vial existente podría ser más segura por medio de mejoramientos de pequeña escala, sin necesidad de grandes inversiones.

El simple término 'punto negro' (*black spot, crash concentrated, high hazzard, hot spot sites*), producto de la jerga policial/vial, tuvo aceptación general y todos lo reconocen hoy como un descriptor de punto, tramo, o zona de concentración de accidentes viales; convive con otros términos más descriptivos; p.ej. *Tramos de Concentración de Accidentes (TCA)*.

A pesar de que en la mayoría de los casos los choques de tránsito son imprevisibles, los dispositivos de seguridad vial y los mejoramientos de las características viales visibles de las zonas peligrosas pueden reducir al mínimo la probabilidad de ocurrencia de choques o reducir su gravedad. Para ello, un paso importante que ayuda a los organismos y a sus ingenieros de seguridad vial es contar con un método o herramienta precisa para:

- Identificar los puntos negros y lugares peligrosos en los caminos sobre la base de datos de accidentes históricos,
- Diagnosticar las causas,
- Seleccionar y proponer contramedidas remediadoras,
- Presupuestar costos y beneficios,
- Priorizar la aplicación,
- Aplicar la contramedida
- Monitorear los efectos de la contramedida

Los puntos negros son más frecuentes en las intersecciones a nivel que en camino abierto, más frecuentes en las intersecciones a nivel que en las intersecciones a distinto nivel, y más frecuentes en las curvas que en las rectas; es decir, donde:

- la estabilidad y seguridad del vehículo dependan del equilibrio dinámico,
- haya que compartir espacio, y
- donde las prioridades temporales de paso no sean evidentes.

Las contramedidas de seguridad en las intersecciones a nivel suelen ser más rentables que en los tramos generales del camino.

#### **4.1 Definición de punto negro**

En la bibliografía no hay una definición universalmente aceptada de punto negro PN.

Se clasifica como punto-negro-existente PNE un lugar de un camino de longitud  $x$  donde el número de choques con víctimas personales haya igualado o superado un valor  $y$  en un lapso de  $z$  años. Otras definiciones más complejas en los países desarrollados en Ingeniería de Seguridad Vial incluyen más variables, tales como la gravedad de las víctimas personales, día/noche, alineamiento recto/curvo y rugosidad de la calzada.

Según los datos históricos disponibles de choques, cada país u organismo vial establece un procedimiento de identificación de PN, desde los más rudimentarios, como los basados en las noticias de los diarios, hasta los más modernos basados en registros y programas computadorizados y multidisciplinarios (ingeniería vial, estadística, policía, economía, sociología). Identificadas las características del camino causantes de la aparición de los PN existentes, PNE, por comparación de ellas y según el principio de causalidad pueden identificarse los puntos negros en gestación, PNG. Halladas las contramedidas eficaces para los PNE, deberían aplicarse a los PNE y a los PNG, según los fondos disponibles. Es recomendable aprender de la experiencia y estudio, de los errores y éxitos propios o ajenos, no repetir los primeros y sistematizar la aplicación de los segundos, mejorar los proyectos nuevos, y disminuir la probabilidad de que ocurra un choque en un lugar determinado (prevención).

#### **4.2 Aplicación del enfoque de punto negro<sup>G42</sup>**

Las tareas de proyecto, construcción y mantenimiento según el concepto de PN se resumen en procurar alcanzar el mejoramiento de la Seguridad Vial mediante ajustes de las características visibles (geométricas)<sup>G13</sup> y ambientales de los lugares de riesgo, para lo cual se requieren sólidos conocimientos de Ingeniería de Seguridad Vial, Estadística y Economía. El mejoramiento de la Seguridad Vial<sup>G49</sup> es un concepto relativo dependiente de los esfuerzos y costos que un país está dispuesto a emplear en ahorrar vidas de usuarios viales, recordando siempre a Hauer<sup>B12</sup>: a) el camino totalmente seguro no existe; b) sólo hay caminos más o menos seguros, y c) los caminos diseñados según las normas tienen un impremeditado nivel de Seguridad Vial.

Aunque el enfoque de Punto Negro es eficaz para reducir el número de choques con muertos y heridos en lugares prioritarios, también se debería procurar reducir progresivamente el número restante de PN. Es necesaria una evaluación continua (monitoreo) para determinar si los beneficios del tratamiento ulterior a los PN restantes justifican los costos, y verificar los desvíos estadísticos por la migración de los choques<sup>G34</sup> y el regreso a la media<sup>G43</sup>.

#### **4.3 Desarrollo de los puntos negros<sup>G16,19,6,17</sup>**

El crecimiento de la urbanización y motorización en los países en desarrollo causa la congestión del tránsito y el aumento de los choques en caminos no diseñados y construidos para crecientes volúmenes y variados tipos de tránsito. El crecimiento urbano no planificado conduce a usos incompatibles del suelo, con altos niveles de conflictos peatón-vehículo. La migración de la población desde las zonas rurales hacia las urbanas resulta en desarrollos para más viviendas, superposición de viajes directos con locales, y crecimiento de los puntos de conflictos de tránsito. La falta de administración de los accesos directos a las viviendas<sup>G6</sup> deteriora la movilidad del tránsito, aumenta los riesgos y la competencia entre las diferentes clases de vehículos (camiones, ómnibus, automóviles, motocicletas, bicicletas) y peatones; y diferentes funciones de viajes, según los criterios de movilidad y acceso.

#### **4.4 Categorización de los puntos negros**

Los lugares de PN se identifican a partir de los datos incluidos en formularios policiales de choques con víctimas personales. Según la calidad del formulario, la capacitación del personal policial para llenarlo, y la aptitud de los peritos y especialistas para interpretar los datos, podrán diagnosticarse causas debidas a la condición y estado del *camino - vehículo - conductor*, y categorizarse en función de la gravedad.



## 5.1 Dirección Nacional de Vialidad (DNV)<sup>B8</sup>

6. FACTORES CONCURRENTES
<input type="checkbox"/> Distracción
<input type="checkbox"/> Inexperiencia del conductor
<input type="checkbox"/> Alcohol o drogas
<input type="checkbox"/> Cansancio, sueño o enfermedad
<input type="checkbox"/> Avería mecánica
<input type="checkbox"/> Mal estado del vehículo
<input type="checkbox"/> Meteorología adversa
<input type="checkbox"/> Infracción a normas de circulación
Presencia de objeto no fijo en calzada
<input type="checkbox"/> Peatón
<input type="checkbox"/> Ciclista
<input type="checkbox"/> Animal
<input type="checkbox"/> Otro
<input type="checkbox"/> Deficiencia en calzada
<input type="checkbox"/> Presencia de estación de servicio
<input type="checkbox"/> Sin opinión definida
<input type="checkbox"/> Otro factor

Desde el 2000 la DNV por intermedio de la División Seguridad Vial publica el DVD SIAT *Sistema de Información de Accidentes de Tránsito* con los datos procesados de accidentes ocurridos anualmente en las rutas nacionales no-concesionadas. La última publicación refleja la información del 2006.

La información es aportada contractualmente por las empresas del sistema CReMa, recogida y transmitida mensualmente mediante el llenado de los formularios SIAT 2000 (o policiales) de Registro de Accidentes de Tránsito, o de formularios policiales.

En esencia el procesamiento SIAT consiste en utilizar indicadores del nivel de seguridad vial:

- Índice de Peligrosidad (IP): Cantidad de accidentes con víctimas por cada 10<sup>8</sup> vehículo - kilómetros.
- Índice de Accidentes Mortales (IAM): Cantidad de accidentes mortales por cada 10<sup>8</sup> vehículo - kilómetros.
- Índice de Mortalidad (IM): Cantidad de muertos cada 10<sup>8</sup> vehículo - kilómetros.
- Índice de Riesgo (IR): Cantidad de accidentes por cada 10<sup>8</sup> vehículo - kilómetros
- Densidad (Dacv): Cantidad de accidentes con víctimas por cada 1.000 km.

Son cuatro índices referidos o dependientes de la exposición, medida en vehículo - kilómetros recorridos, V-km. La víctima muerta es la que muere dentro de las 24 h siguientes al accidente.

La DNV analiza comparativamente los indicadores ordenados por valor, por rutas y distritos jurisdiccionales, los tabula, comenta y remite el informe anual al área de Planeamiento para su posterior consideración, y lo difunde y vende en CD. No se estudian las probables causas de los accidentes debidas a fallas del camino-conductor-vehículo, ni las *prácticas inadecuadas* detectadas.

## 5.2 Órgano de Control de Concesiones Viales (OCCOVI)

Este organismo desconcentrado dependiente de la DNV está encargado de supervisar, inspeccionar, auditar y seguir el cumplimiento de los contratos de los casi 10.000 km de rutas concesionadas, para asegurar la calidad y adecuada prestación de los servicios y proteger a los usuarios y a los bienes públicos del Estado.

Según el Contrato de Concesión tipo, toda Concesionaria debe entregar mensualmente al OCCOVI y a la DNV información estadística de accidentes diarios, con indicación, ubicación, sentido, causas, hora y otros datos relevantes. Para cada accidente e incidente deberá confeccionar los Formularios Tipo del SIAT 2000 de la DNV.

Contractualmente se reciben de las Concesionarias los datos de choques anuales con víctimas de la red vial concesionada, provenientes de los informes policiales. No se los procesa para determinar puntos o líneas negras.

### 5.3 Agencia Nacional de Seguridad Vial (ANSV)

- ✚ Según el *Manual de Determinación de Puntos Negros* de la ANSV, <sup>B20</sup>  
“el propósito es identificar los puntos negros en dos etapas con dos métodos distintos. Por falta de datos, en la etapa inicial aplicará el método de la tasa y frecuencia de choques. Cuando el registro de datos sobre choques, tránsito y camino sea completo, confiable e interconectado, aplicará el método de modelo simple.”

Si simultánea, urgente, y coordinadamente con los demás organismos viales responsables no se pasa a la Acción para corregir los puntos negros existentes y en gestación ya identificados -aplicando las contramedidas exitosas en todo el mundo, como es el propósito declarado de este documento- en los hechos el resultado sería otra maniobra dilatoria de puro Ver y Juzgar.

### 5.4 Centro Experimental de Seguridad Vial (CESVI)<sup>B4</sup>

- ✚ Según el sitio web (Estadísticas): “Las compañías aseguradoras de todo el país aportan los datos de los accidentes de tránsito al Sistema Integrado Sofía, SIS. Esta información es fuente fidedigna y comprobable de valiosa información; único ente que maneja toda la información concerniente a lesiones y muertes de personas en la Argentina”.

Los datos son incompletos (“...tener en cuenta que nosotros no relevamos todos los casos graves, sino que hacemos sólo los que nos piden o los de gran trascendencia”) y no se informa en qué grado se estima que lo son, ni el método para extender a todo el país resultados de muestras parciales, por lo cual algunas de las conclusiones del SIS publicadas en los medios resultan inválidas o incompletas para seleccionar las más eficaces contramedidas remediadoras: “Hay más accidentes viales en rectas que en curvas, en calzada seca que en húmeda, de día que de noche”; ... pero no se informa la proporción entre rectas y curvas, proporción de tiempos de calzada seca y calzada húmeda, proporción de volumen de tránsito horario entre día y noche.

El relevamiento de rutas (Mapeo) es más bien para alertar a los conductores, y no tanto para clasificar como punto negro a un determinado tramo y proponer contramedidas físicas.

### 5.5 Instituto de Seguridad y Educación Vial (ISEV)

- ✚ Según la presentación en su Portal de la Web, el ISEV es un “centro privado dedicado al estudio e investigación en las materias de tránsito, transporte, educación y seguridad vial, para asesorar, asistir técnicamente y capacitar al sector público y privado”.

En la sección Estudios Técnicos se anuncian publicaciones sobre temas relacionados con la Accidentología Vial, “sobre una base de datos básicos de hechos que, por reiterados, permiten identificar Tramos o Puntos Negros”:<sup>B13,14</sup>

- Análisis de la Siniestralidad Vial Argentina, 2011/2010 (Observatorio de SV, OSV)
- Siniestralidad y Mortalidad de los Conductores de Vehículos, 2010 (OSV)
- Estadísticas Seriadadas: Tipología de Impacto, 1993 – 2010 (BDI)
- Hojas de Rutas Siniestras
- Análisis anual y evolución histórica de la Accidentología Vial, 2010 (AVA)
- Distribución de Siniestros Graves por Región
- Siniestralidad y Mortalidad de los Conductores de vehículos, 2009 (AVA)
- Evolución de los Principales Índices de Siniestralidad Vial Argentina (Revista SV)

## 5.6 Luchemos por la Vida - Asociación Civil<sup>B1</sup>

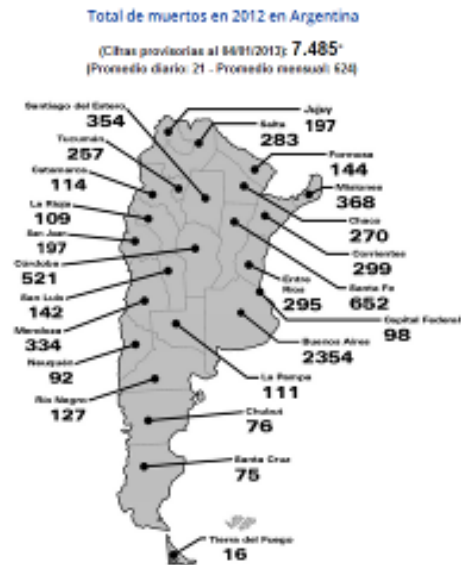
✚ Según la presentación del Portal, es una asociación civil sin fines de lucro dedicada a la prevención de accidentes de tránsito. Anualmente publica estadísticas de muertos en accidentes de tránsito de todo el país.

Los datos incluyen los muertos en el hecho o como consecuencia de él, hasta dentro de los 30 días posteriores, lo que se encuadra en el criterio internacional más generalizado para medir la Accidentología vial. Las cifras provienen de fuentes policiales o municipales en la mayoría de los casos. Como la gran mayoría de las cifras originales sólo computan los muertos en el choque, se las corrigió según índices internacionalmente aceptados.

No se informa sobre tamaño de las muestras, significado y procedimiento de actualización, ni valor de los índices de corrección utilizados.

No surgen resultados prácticos (recomendaciones, guías) que ayuden al factor 'camino' (Dirección Nacional de Vialidad, vialidades provinciales y municipales) a seleccionar las contramedidas de proyecto, construcción y mantenimiento presuntamente más redituables. Sin explicitar el fundamento de sus afirmaciones, los responsables de la asociación afirman que muchos accidentes tienen como causales errores humanos, y el descuido sobre la propia integridad física y la de los demás, y por eso lo mejor es prevenir.

### Muertos en Argentina durante 2012



RN9 Panamericana km 35 - Puente Henry Ford: 130 km/h

### 6.1 Estado de situación: hechos y probanzas

Por la experiencia, investigación, manejo de grandes bases de datos de inventarios viales y accidentes, modelos estadísticos, etc., el diseño de las características de los caminos evolucionó notablemente en los últimos 50 años, desde las pruebas del Ing. Kenneth A. Stonex en el Campo de Prueba de la General Motors. A la estabilidad del movimiento según la mecánica de Newton, el diseño vial añadió el comportamiento real del conductor (factor humano), que por esencia es falible y comete errores. Por ejemplo, desde entonces se considera un error normal de conducción (que le puede pasar a cualquiera por más experto que sea) el distraerse y salirse accidentalmente de la calzada, transitar por sus costados *indulgentes*, retomar el control del vehículo y volver o detenerse, sin ninguna consecuencia. Ahora, en los países adelantados en Ingeniería de Seguridad Vial, lo anormal sería que en la interfaz calzada/banquina haya un resalto de más de 5 cm, el vehículo desviado “muerda” la banquina (o choque contra un obstáculo fijo adyacente), vuelque o, por un violento intento de corrección se desvíe hacia el carril de sentido contrario y sufra un choque frontal contra otro vehículo.<sup>G12</sup>

En ese ejemplo se muestran los dos tipos de choques que causan en conjunto el 90% de los choques mortales:

- Vehículo solo salido accidentalmente de la calzada que vuelca o choca contra un objeto fijo, denominado sintéticamente *ROR* en la bibliografía de idioma inglés (*Run-Off-Road*).
- Choque frontal multivehicular por sobrecorrección de un *ROR* o, más frecuente, por inadecuada maniobra de adelantamiento por distancia visual insuficiente.<sup>G45,46</sup>

Las lógicas dos contramedidas para estos casos son:

- Proveer una zona o franja lateral despejada<sup>G52</sup>, libre de obstáculos fijos y malas condiciones (caída de borde de pavimento<sup>G12</sup>, por ejemplo), y
- Proveer distancias visuales de adelantamiento adecuadas y frecuentes, o la más segura pero costosa: duplicar las calzadas y separarlas físicamente.

En los caminos arteriales (función *movilidad* preponderante) desde simples dos carriles hasta autopistas, una frecuentemente descuidada causa de puntos negros es la **alta densidad de accesos directos a propiedades frentistas**<sup>G1,6</sup> (según la definición de la Ley 24.449, una autopista deja de serlo por ello)<sup>G2,53</sup>, en cada uno de los cuales durante las maniobras de entrada y salida se altera la velocidad de operación e interrumpe la fluidez del tránsito directo, con la consecuente aparición de puntos de conflicto<sup>G6</sup> y ocurrencia de choques.<sup>G16</sup>

Otra causa frecuente de choques es **violar las expectativas *ad hoc* y *a priori* de los conductores**<sup>G25</sup> mediante secuencias de elementos geométricos inesperados que resultan en cambios bruscos de la velocidad de operación y la ocurrencia de accidentes. Son las *incoherencias de diseño*<sup>G18</sup>, estadísticamente relacionadas con los choques, sus víctimas y sus costos, para las cuales se dispone de modernos modelos matemáticos de creciente aplicación para prevenirlos: *IHSDM*<sup>G29</sup>, *CMF*<sup>G26</sup>, Criterios de Seguridad I, II, III de Lamm<sup>B17</sup>, *Highway Safety Manual* de AASHTO. A mayor coherencia de diseño, mayor Seguridad Sustantiva.<sup>G48</sup>

## 6.2 Lista de defectos en los caminos argentinos<sup>B10,21,25,27,30,31,32</sup>

### Incumplimiento de la Ley de Tránsito y Seguridad Vial, Normas de diseño (Seguridad Nominal) y Resoluciones DNV

1. Criterios de diseño que incumplen la Ley 24.449, Normas de diseño y Resoluciones.<sup>G53,54,55,57,58,59,60,61,62</sup>
2. Chicanas<sup>G15</sup> de las calzadas de 'autopistas' para instalar estaciones de servicio y otras actividades comerciales en el cantero central ensanchado.<sup>G55</sup>
3. Falta de control total de acceso<sup>G20</sup> en autopistas y de cruces ilegales de cantero central.
4. Reducción de 22,5 a 16 m del ancho de cantero central según plano tipo DNV OB-1.

### Diseño

5. Autopistas con banquetas de tierra y caídas de borde de pavimento.<sup>G12</sup>
6. Interrupción de las banquetas en puentes / viaductos de 'autopistas'
7. Ampliación del número de carriles o de estaciones de peaje a expensas de la banqueta externa
8. Salidas tangenciales rectas en comienzo curva a la izquierda
9. Incoherencia de caminos multicarriles con cruces a nivel de líneas ferroviarias principales, pero a distinto nivel sobre ferrocarriles desactivados
10. Curvas y contracurvas (chicanas)<sup>G15</sup> en duplicación de calzada recta para ensanchar el cantero central y construir giros a la izquierda y en U.
11. Bombeo del pavimento en puente 1% y en los accesos 2%
12. En terreno llano, longitud excesiva de curvas de transición, sin giro del peralte en menor longitud para minimizar a no más de 20 m de longitud desde TE las secciones con pendiente transversal inferior al 2%, propensas al hidropelano<sup>G28</sup>
13. Arguyendo usos y costumbres, peralte máximo típico no acorde con lo establecido en la norma de diseño vial y en la práctica internacional.
14. Radios mínimos inadecuados para la velocidad directriz y el peralte máximo adoptados
15. Separación de 10 m entre entrada / salida 'autopista'
16. Lomos de burros en calles colectoras de 'autopistas'
17. Largos tramos sin adelantamiento<sup>G5</sup> ni provisión de carriles de adelantamiento
18. Rotondas<sup>G44</sup> de dos carriles para tránsito horario año diseño < 2.000 vehículos
19. Rotondas cruzadas en 'autopistas' y 'autovías'
20. Encandilamiento por falta de pantalla vegetal entre iluminación directamente opuesta de faros<sup>G40</sup>
21. Plantaciones en interior curvas sin visibilidad horizontal
22. Cruces no conspicuos de peatones
23. Alcantarillas metálicas con cabeceras de gaviones

### Coherencia de Diseño<sup>G18</sup>

24. Alineamientos tipo *espaldas quebradas*<sup>G22</sup>, *zambullidas*, *montañas rusas*.<sup>G35</sup>
25. Curvas horizontales de radio mínimo al final de rectas largas.
26. Curvas horizontales > 4 km de longitud con sucesión de curvas verticales de visibilidad restringida.
27. Rectas > 20 km de longitud con sucesión de curvas verticales de visibilidad restringida

### Zona Despejada<sup>G28</sup>

28. Caída del borde de pavimento y mordida de banqueta<sup>G12,35</sup>
29. Barreras usadas como barricadas en zona de otra forma despejada.<sup>G52</sup>
30. Teléfonos SOS en zona de otra forma despejada.<sup>G52</sup>

31. Instalaciones comerciales en zona de camino / zona despejada<sup>G55,52</sup>
32. Siembra de soja en zona de camino

### **Barreras de Protección**

33. Barrera TL1 (apta para 50 km/h) al lado de carril para 130 km/h
34. Barrera flexible a menos de 0,5 m de poste iluminación al lado carril 130 km/h
35. Poste de iluminación instalado en barrera NJ con diámetro mayor que cara superior de la barrera
36. Tramos cortos de barrera
37. Módulos de barrera NJ sin interconexión física, tipo *fichas dominó*
38. Falta de transición geométrica y estructural entre barandas flexibles (en accesos) y rígidas (en puentes)
39. Extremos de aproximación de barreras tipo arpón
40. Postes de hormigón armado en barreras flexibles
41. Cordón delante de barrera
42. Obstáculo delante de barrera

### **Velocidad**

43. Establecimiento de límites de velocidad sin estudios de ingeniería de tránsito y seguridad vial
44. Velocidad máxima señalizada 30 a 40 km/h superior a la velocidad directriz
45. Comunicación inapropiada de límites de velocidad
46. Distintas velocidades máximas señalizadas por carriles en 'autopistas'
47. Falta de transición de velocidad, entre zonas de velocidades diferentes

✚ *Está comprobado y aceptado internacionalmente que los límites de velocidades máximas diferenciadas por carriles o tipo de vehículo, no ayudan a mejorar la seguridad; por el contrario, en la mayoría de los casos la perjudican.*

**Ingeniero norteamericano Greg SPEIER**

### **6.3 Contramedidas remediadoras**

Si las normas, guías o recomendaciones del organismo vial (Seguridad Nominal) comprenden conceptos y recomendaciones actualizadas, resultantes de los hallazgos de la Seguridad Sustantiva, es muy probable que los puntos negros se deban en gran parte a violaciones de la Seguridad Nominal  $\approx$  Sustantiva, o infundadas Excepciones de Diseño, o de comportamientos negligentes, o falta de conocimientos de los responsables de proyecto, construcción y control.

Conceptualmente, la contramedida lógica y adecuada en tales casos será cumplir la norma. En cambio, si las normas son antiguas, obsoletas; paradójicamente resultará que muchas de las contramedidas adecuadas consistirán en apartarse de la Seguridad Nominal vigente, exceptuar sus disposiciones, y adoptar las contramedidas recomendadas por la Seguridad Sustantiva. Si no se cuenta con una norma vigente actualizada basada en los hallazgos de los últimos 50 años sobre la seguridad sustantiva se demora u omite la aplicación de las contramedidas adecuadas. Halladas las causas de la enfermedad, el médico aplica los procedimientos de cura o alivio. Lo mismo ocurre en la Ingeniería de Seguridad Vial; en su vademécum, botiquín de emergencias o caja de herramientas, el ingeniero vial dispone de un conjunto de contramedidas de comprobada eficacia y, por deducción lógica, se conocen los defectos/causas que deben evitarse (prevención).

De la enumeración de causas, las primeras contramedidas obvias consisten en quitarlas o corregirlas (reacción) o evitarlas (prevención)

## 7 RECOMENDACIONES

Cual petición pública a las autoridades, se reitera la acción urgente propuesta en el Documento 3 del Instituto del Transporte de la Academia Nacional de Ingeniería: <sup>B29</sup>

- ✚ PONER EN VIGENCIA LAS NORMAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO Y RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD VIAL ACTUALIZADAS (2010) EN REEMPLAZO DE LAS TODAVÍA VIGENTES DESDE 1967/80 - DIRECCIÓN NACIONAL DE VIALIDAD <sup>B7</sup>

### 7.1 Administración de la velocidad <sup>G7</sup>

- Estudios de ingeniería de tránsito y de seguridad vial sobre administración de la velocidad, para señalar los límites máximos y mínimos, y la velocidad aconsejada (no obligatoria) en curvas de radio mínimo absoluto, u otras condiciones críticas. <sup>G1,2,6,32</sup>
- En las autopistas y autovías, la señalización de límites máximos de velocidades diferentes discriminados por carriles causan confusión y alientan altas diferencias de velocidad al cambiar de carriles, lo cual resulta en choques. Estadísticamente está demostrada la relación directa entre los choques y la varianza de las velocidades de operación respecto de la velocidad media.
- Cuando las velocidades son uniformes en todos los carriles se alcanza la mayor capacidad y los menores índices de choques. En Europa se restringe a los camiones a circular por el carril exterior a una velocidad de 10 a 20 km/h inferior al límite de velocidad máxima para el tránsito general.

### 7.2 Velocidades, radios y peraltes

Para una dada velocidad directriz, el peralte de una curva de radio  $R$  será diferente según cuál fuere el peralte máximo adoptado, y en una curva de radio  $R$  y peralte  $e$  se infieren velocidades directrices diferentes, según el peralte máximo adoptado. En consecuencia:

- Adoptar el peralte máximo establecido según lo establecido por la norma de diseño vial.
- Adoptar radios mayores a los mínimos absolutos correspondientes a la velocidad directriz, peralte máximo adoptado y fricción lateral máxima.
- Los límites de velocidad máxima señalizados no deben superar a las velocidades directrices adoptadas.

### 7.3 Relevamientos

Por intermedio de la Agencia Nacional de Seguridad Vial se recomienda relevar radios y peraltes de las curvas identificadas como puntos negros, comenzando por sus PN identificados, o por los ejemplos indicados en este documento, y comparar los datos con los indicados en los planos de proyecto o conforme a obra. <sup>B19</sup> A pesar de que para zona rural las normas vigentes indican peralte máximo 8 %, se debería verificar si en algún proyecto o construcción en zona rural no se haya adoptado un peralte máximo de 6%. En cuyo caso, verificar que para  $VD = 130$  km/h se haya adoptado  $R_{mín} = 800$  m.

### 7.4 Adelantamiento en curvas horizontales a la izquierda

Proponer al Congreso revisar la prohibición de la Ley 24.449 de adelantamiento en curvas horizontales, particularmente en curva a la izquierda con visibilidad adecuada, donde la maniobra es más segura que en recta por menores cambios de inclinación transversal del vehículo en las cuatro curvas propias del adelantamiento y menor efecto de escorzo, lo que contribuye a una mejor estimación de distancias al ojo humano.

**DEFINICIONES**

**1. Acceso**

Cualquier entrada a propiedad privada comercial, industrial o residencial, u otro punto de acceso tal como una calle, camino o carretera que conecta con el sistema general de calles. Donde dos caminos públicos se intersectan, el secundario se considerará el acceso.

**2. Acceso controlado**

Diseño vial que no permite ningún acceso privado a la tierra adyacente, sino sólo acceso a otros caminos públicos.

**3. Accidente vial**

- Todo hecho que produzca daño en personas o cosas como consecuencia de la circulación vial.
- Suceso eventual o imprevisto que produce daños materiales y/o en las personas por un hecho o acción directa del empleo o uso de un vehículo de tracción mecánica, animal o humana, pudiendo deberse tanto a la vía, como al vehículo, al usuario y/o al entorno.

**4. Aceptación de claro**

Decisión de un conductor de que hay distancia suficiente delante de un vehículo que se acerca para permitir una segura maniobra de cruce o convergencia.

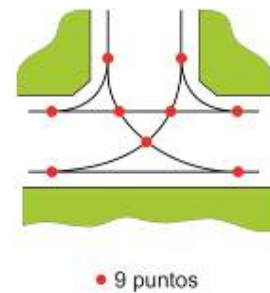
**5. Adelantamiento, sobrepaso**

Maniobra por la cual un vehículo veloz se traslada por la izquierda adelante de otro vehículo más lento. Para la maniobra se debe contar con visibilidad suficiente y no iniciarla en la aproximación a una encrucijada, curva, puente, cima de la vía o lugar peligroso. En las vías públicas está prohibido adelantarse en curvas, encrucijadas y otras zonas peligrosas.

**6. Administración de accesos**

Proceso técnico / reglamentario para dar acceso al desarrollo de la tierra preservando las condiciones de seguridad, capacidad, y velocidad del camino. Esencialmente consiste en limitar la densidad de accesos a la propiedad, tan eficientemente como fuere posible. Cada acceso produce varios puntos de conflicto, por maniobras de divergencia, convergencia y cruce de los vehículos, según tipo de camino:

Camino principal	Acceso a propiedad	Puntos de conflicto
dos carriles	acceso simple	• 9
dos carriles	dos carriles o accesos opuestos	32
cuatro carriles	acceso simple	11
cuatro carriles	dos carriles o accesos opuestos	40
cuatro carriles	cuatro carriles	52



La densidad de accesos (puntos de conflicto) se relaciona fuertemente con la frecuencia de los choques traseros (divergencia), normales (cruce), y oblicuos (convergencia).

**7. Administración de la velocidad**

Herramienta técnico-legal para mejorar la seguridad vial. Procura alcanzar un equilibrio entre movilidad y seguridad al mejorar el cumplimiento de los límites de velocidad y reducir las velocidades inseguras de conducción, relacionadas con la frecuencia y gravedad de accidentes.

**8. Apaciguamiento-del-tránsito**

- Combinación de medidas principalmente físicas que reducen los efectos negativos del uso de vehículos automotores, alteran el comportamiento del conductor, y mejoran las condiciones de los usuarios no motorizados de las calles.
- Diseño de calle o características regulatorias por el cual los motoristas conducen más lentamente y con mayor grado de atención y seguridad. Para eso se instalan extensiones de cordón, lomos de burro, chicanas, isletas, guillotinas, ahogadores, desviadores, minirrotondas, intersecciones elevadas, clausura de calles, bandas transversales, canalizaciones, calles peatonales, desviadores, bulevares ciclistas, tratamientos de radio de cordón.



## 9. Áreas de descanso

Elementos funcionales y deseables para el completo desarrollo vial; se proveen para la seguridad y conveniencia de los usuarios. Se emplazan lateralmente con lugares para estacionamiento separados del camino y comodidades para que el usuario se detenga y descanse por cortos períodos. Se provee agua potable, sanitarios, mesas y bancos, teléfonos, información turística, y otros servicios para el viajero. No están destinadas para reuniones sociales o cívicas. Ubicadas convenientemente a lo largo del camino sirven para reducir el número de paradas sobre las banquinas, contribuyendo a mitigar el peligro del obstáculo lateral fijo que significan los vehículos estacionados.



## 10. Auditoría de seguridad vial

- Proceso sistemático, independiente y documentado para obtener registros, declaraciones de hechos o cualquier otra información que son pertinentes para los criterios de diagnóstico, evaluación y que son verificables, para determinar la extensión en que se cumplen las normas, disposiciones, procedimientos e instrucciones sobre la seguridad vial.
- Proceso estructurado y multidisciplinario que conduce a un informe sobre el potencial de accidentes y comportamiento a la seguridad de una longitud de camino o carretera, cuyo informe puede o no incluir sugerencias de medidas remediadoras. .
- Examen formal del comportamiento a la seguridad de un camino o intersección existente o futura por un equipo auditor independiente.

## 11. Autovía

Carretera multicarril dividida que tiene como mínimo dos carriles de tránsito en cada sentido. El acceso está muy limitado, principalmente a través de distribuidores. Algunas intersecciones a nivel pueden permanecer. Generalmente, esta es una etapa interina para que las carreteras divididas se conviertan en autopistas.

## 12. Caída de borde de pavimento

Resalto entre los niveles de borde de pavimento y banquina de tierra, debido principalmente a erosión y falta de mantenimiento, o a errores de diseño y construcción. Cuando es mayor de unos 5 cm el conductor inexperto de un vehículo desviado y caído a la banquina que sobrecorrija fuertemente, puede ocasionar el agarre brusco de las ruedas, inmediato latigazo y tijeretazo, posible vuelco o invasión de carril opuesto y choques con víctimas. La medida de prevención es construir y mantener al ras los niveles de borde de calzada y banquina, y terminar los pavimentos asfálticos con un borde biselado a 45°, llamado *Safety Edge* por la FHWA como una de las más eficaces contramedidas.



## 13. Características visibles del camino

Los aspectos geométricos de un camino incluyen características que afectan o se refieren a su calidad y seguridad de operación. Estas características, que son visibles para el conductor y que afectan su comportamiento de conducción, incluyen elementos de la calzada, ramas y costados de calzada. Características relacionadas con:

- Calzada:
  - Curvatura de los alineamientos horizontal y vertical
  - Intersecciones y Distribuidores
  - Sección Transversal: número de carriles y ancho de carril; presencia de banquina y cordones; canalización y cantero central o mediana; otros elementos, como p.e., accesos, puentes.

- Ramas:
  - Tipo: autopista, arterial, entrada, salida
  - Configuración: diamante, rulo, trompeta, etc.
  - Longitud
  - Otros elementos: carriles de cambio de velocidad
- Costados de la calzada
  - Barreras: flexible, rígidas, semirrígidas
  - Otros obstáculos: barreras acústicas, árboles, señales
  - Otras características: inclinación de taludes, cunetas, etc.

#### 14. Chebrón

Señales con forma de V acostada (>, <; >>, <<) usadas para señalar y prevenir la presencia de curvas peligrosas adelante, de hasta unos 600 m de radio. El mensaje que comunican al conductor es adoptar una velocidad segura para tomar una curva cerrada. Son muy eficientes y su emplazamiento está internacionalmente reglamentado: patrón de dibujo, retroreflectividad, colores, altura, separación, ángulo de oblicuidad.



#### 15. Chicana, serpentina, martingala

Dispositivo para apaciguar la velocidad de operación vehicular, formado por una sucesión de curvas horizontales reversas y/o en disposición espalda-quebrada, de radios iguales o diferentes. -voladora. Alineamiento horizontal de calzada/rama tipo chicana superpuesto sobre alineamiento vertical de curvas reversas con puentes o viaductos para pasar sobre otra calzada, principal o de rama.

#### 16. Choque

Colisión entre vehículos, o contra peatón, ciclista, motociclista, u objeto fijo. Los más frecuentes:

- por salida-desde-la- calzada;
- en intersecciones; y
- contra peatones.

#### 17. Clasificación funcional

Agrupamiento de caminos individuales en un sistema según su propósito o función, y tipo de tránsito o uso que sirven.

#### 18. Coherencia de diseño

Condición empíricamente mensurable de las características visibles del camino para armonizar con las expectativas de los conductores, quienes así podrán prever sus acciones con seguridad y comodidad. Sobre esta base se establecen criterios de seguridad, como los de Leisch con respecto a saltos de la velocidad directriz, y los de Lamm con respecto a altas diferencias entre las velocidades directrices inferidas, y entre las velocidades de operación, de curvas sucesivas.

#### 19. Conflicto

Punto donde los flujos de tránsito yendo en diferentes direcciones debe competir con cada otro por el espacio del camino; p. ej., el punto donde un camino alimenta a una rotonda es un obvio punto de conflicto. Cuantos menos conflictos tenga una intersección, más suave será el flujo. Los empalmes de flujo-libre omiten casi todos los conflictos. Las estructuras de separación de niveles quitan conflictos desde la ruta directa principal.

#### 20. Control de acceso

Condición donde el derecho de acceso de los propietarios linderos hacia o desde un camino está total o parcialmente controlado por la autoridad pública.

#### 21. Convergir

Acción donde dos flujos diferentes de tránsito se juntan y continúan como uno. Lo opuesto es **divergir**.

#### 22. Curva Espalda Quebrada

Disposición incoherente de curvas en las cuales una corta tangente separa dos curvas del mismo sentido.



### 23. Curvatura de una línea

La curvatura media de un arco de línea plana es igual a la relación entre el ángulo formado por las tangentes en los extremos del arco y la longitud del arco; es el mejor valor estadístico que relaciona el alineamiento horizontal con la seguridad vial.

El gráfico de curvatura (Hans Lorenz, Alemania 1930) es una excelente herramienta para detectar las incoherencias de diseño, junto con el perfil de velocidades de operación.

### 24. Distancia visual de decisión

Representa una distancia visual más larga que la de detención; suele ser necesaria y se utiliza para situaciones en que (1) los conductores deben tomar decisiones complejas o instantáneas, (2) la información es difícil de percibir o (3) se requieren maniobras inesperadas o inusuales

### 25. Expectativas del conductor

Esperanza razonable de tener que realizar una determinada tarea de conducción, sobre la base de su aprendizaje durante experiencias anteriores (*a priori*) y recientes (*ad hoc*).

### 26. Factores de Modificación de Choques CMF

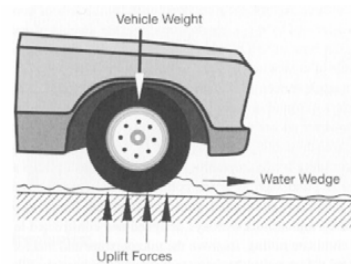
Representan el cambio relativo en la frecuencia de accidentes debido al cambio en una condición específica, cuando todas las otras condiciones y características del lugar permanecen constantes. Es la relación de la frecuencia de accidentes en un mismo lugar bajo dos condiciones:  $CMF = \text{Frecuencia de Accidentes Condición } b / \text{Frecuencia de Accidentes Condición } a$ . Un CMF sirve como estimador del efecto sobre la seguridad vial de una característica de diseño geométrico particular o de control de tránsito, o de la efectividad de un tratamiento o condición particular.

### 27. Franjas sonoras

Ranuras o salientes ubicadas sobre la superficie del pavimento que ante la circulación de un vehículo sobre ellas producen sonidos y vibraciones que alertan al conductor de una situación potencialmente peligrosa. Se instalan en forma longitudinal en el borde de calzada o en el eje, o en forma transversal.

### 28. Hidroplaneo

Ocurre cuando el neumático se separa del pavimento y se eleva sobre una película de agua. En adición a la textura y profundidad del dibujo del neumático, los otros factores típicos que afectan la propensión al hidroplaneo son la velocidad del vehículo, presión de neumáticos, y espesor de la capa de agua. Fenómeno caracterizado por la completa pérdida de control direccional cuando un neumático se mueve tan rápido que al desplazarse sobre una película de agua pierde contacto con el pavimento. Puede esperarse su ocurrencia a velocidades superiores los 72 km/h, donde haya charcos de agua de 2.5 mm o más, en una longitud de camino de 9 m o más.



### 29. IHSDM

Modelo interactivo para diseñar la seguridad vial. Sigla de *Interactive Highway Safety Design Model*. Software desarrollado por la FHWA de distribución gratuita para programas DAC, formado por un conjunto de herramientas de análisis para evaluar la seguridad y los efectos de las decisiones de diseño geométrico en los caminos rurales de dos-carriles.

### 30. Histograma

Representación gráfica de una distribución de frecuencias por medio de rectángulos, cuyos anchos representan intervalos de la clasificación y cuyas alturas representan las correspondientes frecuencias.

### 31. Infraestructura

Conjunto de elementos o servicios que se consideran necesarios para la creación y funcionamiento de una organización cualquiera.

### 32. Límites de velocidad señalizados

Límites máximo y mínimo de velocidad señalizados que no pueden ser legalmente transgredidos. Generalmente se refiere la máxima.

### 33. Migración de choques

Fenómeno por el que parte de los choques que previamente se producían en los tramos afectados por la contramedida se trasladan a otras partes de la red. Este concepto surgió después de que varios estudios de evaluación de tratamientos de PN encontraran aumentos de choques en zonas adyacentes. Sin embargo, es muy poco lo que se sabe todavía sobre este fenómeno, y ninguna de las explicaciones sugeridas, relacionadas generalmente con cambios en los niveles de atención de los conductores, pudo demostrarse empíricamente.

### 34. Montaña rusa

Alineamiento recto con sucesión de curvas verticales convexas y cóncavas, de pobre aspecto visual.

### 35. Mordida, mordedura (de banquina) Ver G12.

### 36. Nariz

Punta de una convergencia o divergencia.

### 37. Norma, estándar

Valor de diseño que no puede transgredirse; p. ej., un mínimo irreducible o un máximo absoluto. Valor prescriptivo que no admite excepciones.

Valor de una característica vial específica, que la práctica o teoría comprobó ser adecuado donde las circunstancias prevalecientes sean normales y generales, y donde inusuales restricciones influyan en el diseño. El valor más bajo que normalmente pudiera aplicarse en estas circunstancias es el mínimo estándar. Donde las restricciones sean fuertes y el requerimiento para satisfacer el estándar mínimo impusiera significativos daños a la propiedad o entorno, o pudiera incurrir en costo excesivo, pueden ser aceptables valores inferiores al mínimo; son las Excepciones de diseño. El grado de desvío aceptable por debajo del valor mínimo es un asunto de juicio y depende de la naturaleza de la norma y de la gravedad de las restricciones. En situaciones donde las condiciones permitan superar los estándares sin mayor costo significativo, daños a la propiedad o entorno, normalmente se evitan los valores mínimos en favor de valores más altos.

### 38. Observatorio

Lugar o posición que sirve para hacer observaciones.

### 39. Obstáculo

Cualquier objeto fijo probable de causar daño significativo a los ocupantes de un vehículo que lo choque.

- **lateral (peligro):** Término general para describir características al costado del camino que no pueden ser chocadas seguramente por un vehículo salido de la calzada. Incluyen objetos fijos (árboles, bochones de roca, estructuras de drenaje, postes de señales y servicios públicos, parapetos de puentes, extremos de barreras) y características no-atravesables; p. ej., talud lateral más empinado que 1:3.

### 40. Pantalla antideslumbramiento

Dispositivo usado para proteger los de los conductores de las luces delanteras de los vehículos que vienen en sentido contrario y evitar el peligroso encandilamiento.

### 41. Percentil

Porcentaje del total, debajo del cual cae un número dado de valores.

### 42. Puntos y líneas negras

Lugar donde ocurrieron x o más accidentes en los previos y años, y que tiene un "índice crítico" de accidentes mayor que uno. El "índice crítico" es un



valor estadístico que compara la experiencia de accidentes entre lugares similares. Un "índice crítico" mayor que uno indica un valor mayor que el índice medio de accidentes para el lugar, dados su volumen de tránsito y otras características.

#### 43. Regreso a la media.

Fenómeno por el cual un lugar con un índice bajo de accidentes podría tener uno elevado en un corto lapso, y viceversa.

#### 44. Rotonda

- Tipo de intersección a nivel cuya característica principal es una calzada circular de un-sentido donde todos los caminos se encuentran.
- La circulación a su alrededor será ininterrumpida sin detenciones y dejando la zona central no transitable a la izquierda. Tiene prioridad de paso el que circula por ella sobre el que intenta ingresar, debiendo cederla al que egresa, salvo señalización en contrario.



#### 45. Salida desde la calzada

El accidente por salida accidental del vehículo desde la calzada causa alrededor de un tercio de las muertes viales por vuelcos o choques contra objetos fijos o condiciones laterales inadecuadas.

#### 46. Seguridad del costado-de-calzada

Tratamiento del costado de la calzada para: o conservar, mejorar y exhibir efectivamente la belleza natural del paisaje; o dar seguridad, utilidad, economía e instalaciones de recreación relacionadas con el camino, por medio de su adecuada ubicación, diseño, construcción y mantenimiento.

#### 47. Seguridad nominal

Condición de seguridad de un proyecto o camino existente según el grado de cumplimiento de normas, términos de referencia, órdenes, guías y procedimientos de diseño generales del organismo vial.

#### 48. Seguridad sustantiva

Condición de seguridad de un proyecto o camino existente medida por el número y gravedad de los accidentes (muertos + heridos + daños) reales, o previstos, sobre la base de datos estadísticos de accidentes reales escogidos como antecedentes.

#### 49. Seguridad vial

Atributo intrínseco de todo camino que permite garantizar el respeto por la integridad física de sus usuarios y de los bienes materiales aledaños; se debe tener presente en el diseño, construcción, mantenimiento y operación. El objetivo es poner en práctica los procedimientos aptos para reducir el número y gravedad de los accidentes viales: reducir la cantidad de muertos, heridos y daños materiales. Las estrategias para salvar vidas ponen énfasis en:

- Planificar la estrategia
- Reducir los accidentes de choque y/o vuelco por salida desde la calzada
- Reducir los choques en las intersecciones
- Reducir las muertes de peatones por atropellamiento.
- Incrementar el uso del cinturón de seguridad.

#### 50. Título precario

Calificativo dado a lo que se concede o goza por favor o simple permiso, sin constituir un derecho. Contrato de comodato sin fijar plazo para la devolución de la cosa y que puede extinguirse a voluntad del concedente.

#### 51. Velocidad de operación del 85° percentil

Velocidad observada debajo de la cual viajan el 85 por ciento de los vehículos en condiciones de flujo libre. La VO85 es el mejor valor estadístico del tránsito vial; resulta de la elección *democrática* de los usuarios.

#### 52. Zona despejada

Zona lateral adyacente a la calzada mantenida libre de cualesquiera estructuras o elementos que potencialmente pudieran ser golpeados si un vehículo se desviara accidentalmente. También se denomina zona de recuperación.



## 🚧 INGENIERÍA LEGAL

### 53. Autopista

Ley 24.449, Art. 5 b). Camino multicarril sin cruces a nivel con otra calle o ferrocarril, con dos calzadas de por lo menos dos carriles separadas físicamente, con limitación de ingreso directo desde los predios frentistas lindantes. Se entra y sale por distribuidores. El carril extremo izquierdo se utiliza para desplazamiento a la máxima velocidad admitida y para maniobras de adelantamiento. Está prohibida la circulación de peatones, vehículos propulsados por el conductor y de tracción a sangre, ciclomotores y maquinaria especial.



Dirección Nacional de Vialidad, Norma DGCR, 67/80. Categoría de Camino Especial. N° Carriles  $\geq (2+2)$ . Control total de acceso. Llanura: Velocidad directriz = 130 km/h; Cantero Central  $\geq 11$  m; Cruces viales y ferroviarios a diferente nivel.

### 54. Autovía

Dirección Nacional de Vialidad, Norma DGCR, 67/80. Categoría de Camino I. N° Carriles (2+2). Control total o parcial de acceso. Llanura: Velocidad directriz = 130 km/h; Cantero Central  $\geq 4$  m; Cruces viales a diferente nivel para Tránsito Medio Diario Anual previsto de camino transversal  $> 500$ ; y ferroviarios a diferente nivel.

### 55. Construcciones permanentes o transitorias en zona de camino

Ley 24.449, Art. 27. Toda construcción a erigirse dentro de la zona de camino debe contar con la autorización previa del ente vial competente. Siempre que no constituyan obstáculo o peligro para la normal fluidez del tránsito, se autorizarán construcciones permanentes en la zona de camino, con las medidas de seguridad para el usuario, a los siguientes fines:

- a) Estaciones de cobro de peajes y de control de cargas y dimensiones de vehículos;
- b) Obras básicas para la infraestructura vial;
- c) Obras básicas para el funcionamiento de servicios esenciales.

La autoridad vial competente podrá autorizar construcciones permanentes utilizando el espacio aéreo de la zona de camino, montadas sobre estructuras seguras y que no representen un peligro para el tránsito. Para no entorpecer la circulación, el ente vial competente deberá fijar las alturas libres entre la rasante del camino y las construcciones a ejecutar. Para este tipo de edificaciones se podrán autorizar desvíos y playas de estacionamiento fuera de las zonas de caminos. La edificación de oficinas o locales para puestos de primeros auxilios, comunicaciones o abastecimientos, deberá ser prevista al formularse el proyecto de las rutas. Para los caminos con construcciones existentes, el ente vial competente deberá estudiar y aplicar las medidas pertinentes persiguiendo la obtención de las máximas garantías de seguridad al usuario. No será permitida la instalación de puestos de control de tránsito permanentes en las zonas de caminos, debiendo transformarse los existentes en puestos de primeros auxilios o de comunicaciones, siempre que no se los considere un obstáculo para el tránsito y la seguridad del usuario.

### 56. Estructura vial

Ley 24.449, Art. 21. Toda obra o dispositivo que se ejecute, instale o esté destinado a surtir efecto en la vía pública debe ajustarse a las normas básicas de seguridad vial, propendiendo a la diferenciación de vías para cada tipo de tránsito y contemplando la posibilidad de desplazamiento de discapacitados con sillas u otra asistencia ortopédica. Cuando la *infraestructura* no pueda adaptarse a las necesidades de la circulación, esta deberá desenvolverse en las condiciones de seguridad preventiva que imponen las circunstancias actuales. En autopistas, semiautopistas y demás caminos que establezca la reglamentación, se instalarán en las condiciones que la misma determina, sistemas de comunicación para que el usuario requiera los auxilios que necesite y para otros usos de emergencia.

## 57. Obstáculos

Ley 24.449, Art. 23. Cuando la seguridad y/o fluidez de la circulación estén comprometidas por situaciones u obstáculos anormales, los organismos con facultades sobre la vía deben actuar de inmediato según su función, advirtiendo del riesgo a los usuarios y coordinando su accionar para solucionar la continuidad del tránsito.

## 58. Publicidad en la vía pública

Ley 24.449, Art. 26 a). Salvo las señales del tránsito y obras de la estructura vial, todos los demás carteles, luces, obras y leyendas, sin excepciones, sólo podrán tener la siguiente ubicación respecto de la vía pública:

En zona rural, autopistas y semiautopistas deben estar fuera de la zona de seguridad, excepto los anuncios de trabajos en ella y la colocación del emblema del ente realizador del señalamiento.

Ley 26.363: Queda prohibida toda clase de publicidad de bebidas alcohólicas localizadas en zonas linderas o que puedan verse desde caminos, rutas, semiautopistas o autopistas, con excepción de las que contengan leyendas relativas a la prevención de la seguridad vial.

## 59. Restricciones al dominio

Ley 24.229, Art. 25 f). Es obligatorio para propietarios de inmuebles lindantes con la vía pública: Solicitar autorización para colocar inscripciones o anuncios visibles desde vías rurales o autopistas, para que su diseño, tamaño y ubicación, no confundan ni distraigan al conductor, debiendo:

1. Ser de lectura simple y rápida, sin tener ni dar ilusión de movimiento;
2. Estar a una distancia de la vía y entre sí relacionada con la velocidad máxima admitida;
3. No confundir ni obstruir la visión de señales, curvas, puentes, encrucijadas u otros lugares peligrosos.

## 60. Semiautopista

Ley 24.449, Art. 5 s). Camino similar a la autopista pero con cruces a nivel con otra calle o ferrocarril.

## 61. Velocidad máxima y mínima

Ley 24.449, Art. 51. VELOCIDAD MAXIMA. Los límites máximos de velocidad son:

a) En zona urbana:

1. En calles: 40 km/h;
2. En avenidas: 60 km/h;
3. En vías con semaforización coordinada y sólo para motocicletas y automóviles: la velocidad de coordinación de los semáforos;

b) En zona rural:

1. Para motocicletas, automóviles y camionetas: 110 km/h;
2. Para microbús, ómnibus y casas rodantes motorizadas: 90 km/h;
3. Para camiones y automotores con casa rodante acoplada: 80 km/h;
4. Para transportes de sustancias peligrosas: 80 km/h;

c) En semiautopistas: los mismos límites que en zona rural para los distintos tipos de vehículos, salvo el de 120 km/h para motocicletas y automóviles;

d) En autopistas: los mismos del inciso b), salvo para motocicletas y automóviles que podrán llegar hasta 130 km/h y los del punto 2 que tendrán el máximo de 100 km/h;

e) Límites máximos especiales:

1. En las encrucijadas urbanas sin semáforo: la velocidad precautoria, nunca superior a 30 km/h;
2. En los pasos a nivel sin barrera ni semáforos: la velocidad precautoria no superior a 20 km/h y después de asegurarse el conductor que no viene un tren;
3. En proximidad de establecimientos escolares, deportivos y de gran afluencia de personas: velocidad precautoria no mayor a 20 km/h, durante su funcionamiento;
4. En rutas que atraviesen zonas urbanas, 60 km/h, salvo señalización en contrario.



Ley 24.449, Art. 52 LIMITES ESPECIALES. Se respetarán además los siguientes límites:

a) Mínimos:

1. En zona urbana y autopistas: la mitad del máximo fijado para cada tipo de vía;
2. En caminos y semiautopistas: 40 km/h, salvo los vehículos que deban portar permisos, y las maquinarias especiales;

b) Señalizados: los que establezca la autoridad del tránsito en los sectores del camino en los que así lo aconseje la seguridad y fluidez de la circulación;

c) Promocionales: para promover el ahorro de combustible y una mayor ocupación de automóviles, se podrá aumentar el límite máximo del carril izquierdo de una autopista para tales fines.

## **62. Venta de alcohol en la vía pública**

Ley 24.449, Art. 26 bis. Cualquiera que sea su graduación, se limita el expendio de bebidas alcohólicas para su consumo en establecimientos comerciales que tengan acceso directo desde caminos, rutas, semiautopistas o autopistas conforme lo establezca la reglamentación. Las violaciones a esta limitación serán sancionadas con las penas de multas y/o clausuras previstas por la Ley 24.788 – De Lucha contra el Alcoholismo.

*Artículo incorporado por art. 28 de la Ley N° 26.363 B.O. 30/4/2008.*

## **63. Zona de camino**

Ley 24.449, Art. 5 z). Todo espacio afectado a la vía de circulación y sus instalaciones anexas, comprendido entre las propiedades frentistas.

## **64. Zona de seguridad**

Ley 24449, Art. 5 z') Área comprendida dentro de la Zona de camino, definida por el organismo competente.

## **ACRÓNIMOS**

AASHTO	<i>American Association of Highway State Highway and Transportation Officials</i> – Asociación Americana de Funcionarios Estatales Viales y del Transporte
ANI	Academia Nacional de Ingeniería
ANSV	Agencia Nacional de Seguridad Vial
CESVI	Centro de Experimentación y Seguridad Vial
CMF	<i>Crash Modification Factor</i> – Factor de Modificación de Choques
CAVyT	Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito
DAC	Diseño Asistido por Computadora
DGCR	Diseño Geométrico de Caminos Rurales
DNV	Dirección Nacional de Vialidad
FHWA	Federal Highway Association – Asociación Vial Federal (EUA)
HSM	<i>Highway Safety Manual</i> – Manual de Seguridad Vial (AASHTO)
IHSDM	<i>Interactive Highway Safety Design Model</i> – Modelo Interactivo para Diseñar la Seguridad Vial (FHWA)
IT	Instituto del Transporte de la Academia Nacional de Ingeniería
ISEV	Instituto de Seguridad y Educación Vial
ISV	Ingeniería de Seguridad Vial
OCCOVI	Organismo de Control de Concesiones Viales
PIARC	AIPCP Asociación Mundial de la Carretera
PN	Punto Negro
SGEyP	Subgerencia de Estudios y Proyectos - DNV
SN	Seguridad Nominal
SS	Seguridad Sustantiva
TCA	Tramo de Concentración de Accidentes



## BIBLIOGRAFÍA

1. Asociación Civil Luchemos por la Vida  
<http://www.luchemos.org.ar/es/estadisticas/generales>  
<http://www.luchemos.org.ar/es/estadisticas/internacionales>
2. BERARDO, María Graciela y otros. *Los Caminos Autoexplicativos (CAE)*. XVI CAVyT, 2012.
3. Centro Argentino de Transferencia de Tecnología Vial (CENATTEV). *Administración de Accesos*. Traducción y Resumen Informes en Inglés. IOWA.
4. Centro de Experimentación y Seguridad Vial (CESVI). *Accidentes de Tránsito*.
5. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). *La seguridad vial en la región de América Latina y el Caribe. Situación actual y desafíos*. Rose Marie Planzer, 2005.
6. Dirección General de Tráfico (DGT), *Oposiciones Seguridad Vial*, España, 2011.
7. Dirección Nacional de Vialidad (DNV). *Actualización 2010*. Informe Final Aprobado por SGEyP. *Normas y Recomendaciones de Diseño Geométrico y Seguridad Vial. Instrucciones Generales de Estudios y Proyectos A) Obras Básicas*.
8. Dirección Nacional de Vialidad (DNV). *Sistema de Información de Accidentes de Tránsito (SIAT)*, 2004.
9. FISSORE, Alejandra y otros. *Cantidad de Muertos en Accidentes Viales (Alrededor de...)*. XVI CAVyT, 2012.
10. GLENNON John C. *Roadway Defects and Tort Liability*. Lawyers & Judges Publishing Co. 1996/2004 USA.
11. GARCÍA GARCÍA, Alfredo. *Las cuatro dimensiones de la seguridad vial*. Revista RUTAS 142. España - enero-febrero, 2011.
12. HAUER, Ezra. *La Seguridad en las Normas de Trazado*. Traducción Sandro Rocci.
13. Instituto de Seguridad y Educación Vial (ISEV). *Estudios Técnicos. Instituto de Seguridad y Educación Vial (ISEV). Fuerte alza de accidentes en los ingresos a la Capital*.
14. Instituto de Seguridad y Educación Vial (ISEV). *La muerte al volante en "puntos negros"*.
15. International Traffic Safety Data and Analysis Group (IRTAD), *Road Safety Annual Report*, 2010.
16. International Traffic Safety Data and Analysis Group (IRTAD), *Road Safety Annual Report*, 2011.
17. LAMM Ruediger, PSARIANOS Basil y MAILAENDER Theodor. *Highway Design and Traffic Safety Engineering Handbook*. McGraw-Hill, 1999.
18. NCHRP *Research Results Digest 345*. TRB 2010.
19. Observatorio de Seguridad Vial – Agencia Nacional de Seguridad Vial (ONSV – ANSV). *Relevamiento de indicadores estadísticos en materia de Seguridad Vial en la Argentina*, 2010.
20. Observatorio de Seguridad Vial – Agencia Nacional de Seguridad Vial (ONSV – ANSV). *Manual de Determinación de Puntos Negros*.
21. OGDEN, Kenneth Wade. *Safer Roads: A Guide to Road Safety Engineering*. Monash University Australia, 1995.
22. Organización Mundial de la Salud (OMS). *Informe mundial sobre prevención de los traumatismos causados por el tránsito. Resumen*, 2004.
23. Organización Mundial de la Salud (OMS). *Informe mundial sobre prevención de los traumatismos causados por el tránsito. Elementos para la toma de decisiones*, 2004.
24. Organización Mundial de la Salud (OMS). *Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial. Es hora de pasar a la acción*, 2009.
25. OUTES, Luis R. y otros. *La Chicana Voladora de Leones (CHVL)*. XVI CAVyT, 2012. (R)

26. PIARC Technical Committee on Road Safety. *Road Safety Manual*. First Ed. 2003
27. SIERRA Francisco J., Berardo María G., Fissore Alejandra y Outes Luis. *Medición de los Niveles de Seguridad e Inseguridad*. II CISEV, 2010.
28. SIERRA, Francisco J. *Elementos de diseño geométrico DNV 1967 – AASHTO 1994*. XII CAVyT 1997 - Revista CARRETERAS N° 154/155 AAC.
29. SIERRA, Francisco J. *Ingeniería de Seguridad Vial: Relación entre los Caminos y la Gente que Muere en y por Ellos*. Documento 3 / 2011. Instituto del Transporte de la Academia Nacional de Ingeniería - Revista Vial 85, mayo / junio 2012
30. SIERRA, Francisco J. *La Seguridad Vial y las Velocidades Máximas Señalizadas en las Autopistas*. Mención Especial en XIII CAVyT, 2001.
31. SIERRA, Francisco J. y otros. *'Puntos Negros' actuales y en gestación. Asesinos al acecho*. XVI CAVyT, 2012. (R)
32. SIERRA, Francisco J. y otros. *Ironías Siniestras en nuestros caminos y temas conexos*. XV CAVyT, 2009.
33. WEGMAN, Fred. SWOV Institute for Road Safety Research. *Advancing Sustainable Safety: National Road Safety Exploration for 2005-2020*



**Esquema típico de áreas de descanso en EUA, Canadá, Europa, China, Japón y Australia**