



Inseguridad sustantiva sostenible..., pero no sustentable.

Medición de los niveles de seguridad e inseguridad

Francisco Justo Sierra
Ingeniero Civil UBA
María Graciela Berardo
Ingeniera Civil UNC
Alejandra Débora Fissore
Ingeniera Civil UNSa
y Luis Raúl Outes
Ingeniero Civil UBA

Resumen

El artículo es una versión abreviada de una de las cuatro monografías presentadas en el II CISEV 2010 de Buenos Aires por un grupo de cuatro ingenieros civiles argentinos recibidos en las universidades nacionales de Córdoba, Salta y Buenos Aires, dedicados profesionalmente al diseño geométrico de caminos. Las otras tres monografías fueron, Ingeniería de Se-

guridad Vial: Autorrevisión de Proyectos, Distancias de Diseño Geométrico Fisiológicamente Visibles, y El Camino Tricarril. Las cuatro están publicadas enteramente en el DVD del Congreso.

Tomando como guías las enseñanzas de los principales referentes de la Ingeniería de Seguridad Vial, Kenneth Stonex, Jack Leisch, John Glennon, Ezra Hauer, y el argentino Pascual Palazzo, se tratan los principales hallazgos prácticos y conceptuales para mejorar la Seguridad Vial concebidos en los últimos 50 años: **zona despejada**, beneficios de pavimentar las banquetas, apaciguamiento del tránsito, saltos en la velocidad de operación, accidentes por salida desde la calzada, la caída de borde de pavimento, flexibilidad de diseño, diseño

sensible al contexto, coordinación planialtimétrica, coherencia de diseño, dominio de diseño, seguridad nominal y sustantiva, ser y parecer seguro, excepciones a la norma, inseguridad sustantiva sostenible, factores de modificación de accidentes, el programa IHSDM, el Manual de Seguridad Vial de la FHWA, rotondas modernas, la seguridad pragmática y la racional, administración de la velocidad, administración de accesos, mitos derribados por Hauer, homeostasis del riesgo, muerte de las barreras como panaceas de la seguridad vial. Se citan las fuentes en una bibliografía básica y esencial.

Los objetivos pretendidos fueron difundir los actuales paradigmas de la Ingeniería de Seguridad Vial y poner de manifiesto la

brecha continuamente creciente entre los conocimientos de la Ingeniería de la Seguridad Vial en el orden internacional y en la Argentina, donde todavía se rinde culto a conceptos obsoletos, tanto en las normas de los organismos viales como en la enseñanza universitaria de los cursos de grado, cuyos egresados, sin la formación necesaria, tienen incumbencia para diseñar caminos. Como resultado de lo cual los frutos frecuentes son obras que no cumplen los mínimos resguardos en pro de la Seguridad Vial, como lo demuestran los índices de muertos, heridos y daños materiales, ya fuere en caminos comunes, autopistas o autopistas.

1. Introducción

1.1. General

La Seguridad Vial es la esencia de la Ingeniería Vial; estudia y aplica los conocimientos de seguridad basados en los hechos reales, básicamente con métodos de “prueba y error”, con el objetivo de **disminuir la frecuencia y gravedad de los accidentes viales**. El transporte vial no es susceptible de experimentos controlados de laboratorio; el “objeto” es la red vial existente, la “prueba” es la operación del tránsito vehicular que sobre ella se desplaza, y los “resultados” se relacionan con dos conceptos: eficacia y seguridad (a veces contrapuestos si en el concepto de eficacia se pretende dar peso preferente a las altas velocidades de operación). En este “laboratorio” mundial de millones de km de caminos de todo tipo, mediante la observación, recopilación de datos, medición, estadística, conocimiento del comportamiento humano, el investigador sagaz extrae resultados, relaciones, y formula conclusiones, recomendaciones y normas, y se conciben procedimientos y contramedidas aptos para **mejorar la seguridad vial** (la salud de los usuarios, la salud pública). Para facilitar la toma de decisiones del ingeniero vial, los investigadores procuran proveer información cuantitativa y metodologías para medir, estimar y pronosticar el probable comportamiento frente a la seguridad de planes, programas, proyectos, obras y operación de caminos, en términos de **frecuencia y gravedad de los accidentes**.

1.2. Desarrollo de la Ingeniería de Seguridad Vial.¹

Desde la invención del automóvil, los ingenieros viales intuyeron con acierto cuál era la característica principal relacionada estrechamente con la seguridad vial, y se preocuparon por proveer *distancia de visibilidad* adelante de los vehículos para que el conductor pudiera controlar la trayectoria y velocidad. Circa 1915, los manuales viales recomendaban *visión clara adelante* de unos 75 m. Al aumentar las velocidades permitidas se aumentaron las distancias visuales mínimas: 120 m en 1924; 150 m en 1926; 180 m en 1935; 240 m en 1937. En 1936, además de la velocidad, los ingenieros alemanes introdujeron en el análisis los conceptos de *tiempo de percepción-reacción* (1 s)*, coeficientes de fricción longitudinal (0,4 – 0,5); altura del ojo del conductor (1,2 m); altura del objeto (0,2 m). Desde 1940, las políticas de diseño geométrico de AASHO-AASHTO definieron límites aceptables de *distancia visual de detención* basados en análisis conjeturales más que racionales de los requerimientos de la seguridad. Por falta de registro, procesamiento, análisis y evaluación de los accidentes viales, no se conocía cómo variaban en frecuencia y gravedad al variar la distancia visual, por caso. Tampoco fueron totalmente entendidos los aspectos de altura de ojo y objeto, adecuado tiempo de percepción-reacción y razonables distancias de frenado, los cuales hoy se consideran *coeficientes de ajuste* de modelos matemáticos obtenidos por regresión, para relacionar dos variables: la velocidad y la distancia de detención segura, ambas medidas rigurosamente en observaciones y experiencia de campo. Algunas suposiciones o conjeturas de los ingenieros viales para relacionar la seguridad con los elementos visibles del camino perduran, y los posteriores registros de frecuencia y gravedad de los accidentes confirmaron su relativa validez. En tales conjeturas, los ingenieros solían recurrir a *variables sustitutas* para *medir* el nivel de seguridad. Por ejemplo, en 1944 Taragin² supuso que el ancho de carril más seguro (menor frecuencia y gravedad de accidentes frontales) en un camino de dos sentidos era el que no causaba la *pulsión del con-*

*ductor** de apartarse de otro vehículo al cruzarlo en sentido contrario. En este caso, la *variable sustituta fue el apartamiento nulo* para carriles entre 3,3 a 3,6 m, o más de ancho^{3,3}. A pesar de no haber demostrado ser acertadas, otras conjeturas lamentablemente perduran; por ejemplo, suponer *mayor comodidad-seguridad* del conductor con longitudes de curvas de transición de más de unos 60 m, o suponer que con tal de mantener el *equilibrio dinámico* variando el radio, peralte y fricción transversal de una curva horizontal diseñada para una dada velocidad directriz, el nivel de seguridad (frecuencia y gravedad de los accidentes) no variaba; el conocimiento racional basado en los hechos demuestra que los accidentes aumentan con la disminución del radio, independientemente del equilibrio dinámico.

El peligro de sustituir la medida real de la seguridad –es decir, frecuencia y gravedad de los accidentes– por sustitutos surge cuando la conexión entre los dos es conjetural; cuando el vínculo permanece sin probanzas, y cuando el uso de sustitutos no probados se vuelve tan habitual que se olvida la necesidad de hablar en términos de accidentes. El campo de la seguridad vial está cubierto con carcasas de plausibles, aunque no indudables, conjeturas.^{3,3}

En gran parte influida por la precursora ingeniería ferroviaria, en la ingeniería vial prevalecieron al principio los modelos matemáticos mecanicistas de Newton, con poca o nula consideración del comportamiento humano del conductor. Se pretendía que los conductores –supuestos aptos, de rápidos reflejos, con conocimiento teórico-práctico de las reglas de buen manejo– se adecuaban a los elementos geométricos propuestos por el proyectista. Si ocurría un accidente por salida-de-la-calzada, se presumía la culpa del *tonito* al volante. En los 60, Ken Stonex⁴ comprobó en sus experiencias en el Campo de Pruebas de la General Motors que hasta el conductor más diestro puede tener accidentes por salida desde la calzada o de otro tipo, aun en un circuito diseñado con los más altos estándares de diseño de AASHO, vigentes en aquellos años; desde entonces los despistes se

* Primeros factores de comportamiento mental humano considerados en el diseño vial.

Referentes ineludibles de la Ingeniería de Seguridad Vial



Kenneth A. Stonex. Durante 37 años ganó reconocimiento internacional por sus contribuciones a la seguridad vial en el Campo de Pruebas de la General Motors. Diseñó y desarrolló numerosas mejoras para reducir la probabilidad de muertes y lesiones de los usuarios viales, desde dispositivos laterales de contención hasta soportes rompibles de señales; fue un pionero en diseñar costados de la calzada despejados e *indulgentes*.



Jack E. Leisch. Durante 54 años trabajó en casi todos los sectores de la ingeniería de transporte. Se distinguió por su conocimiento y aplicación a la ingeniería vial, y aumentó los conocimientos de la ciencia mediante la investigación; desarrolló y enseñó técnicas nuevas e innovadoras en planificación y diseño geométrico de caminos, particularmente en su propuesta de ver el diseño del camino desde el punto de vista del conductor.



John C. Glennon. Doctor Ingeniero Civil, especialista en ingeniería de tránsito, diseño vial, investigación y reconstrucción de accidentes viales, e ingeniería de los factores humanos. Investigador de criterios de seguridad vial, regulaciones de velocidades, seguridad a los costados de la calzada, análisis de 'puntos negros', justificaciones de los dispositivos de contención, autor de más de 100 informes técnicos reconocidos y premiados internacionalmente.



Ezra Hauer. Doctor Ingeniero, Profesor Emérito de la Universidad de Toronto. Ganó fama internacional por su rigurosidad científica y por la comprensión práctica para relacionar el diseño geométrico y la seguridad vial. Su escrito sobre *Normas y Seguridad* es un clásico en la bibliografía vial mundial. Es un innovador en los principios de la ingeniería vial; y muchos hallazgos de sus investigaciones guiaron la redacción del IHSDM y el HSM.

consideran un hecho natural que le puede ocurrir a cualquier vehículo-conductor. Esto ya había sido intuido por nuestro ingeniero Pascual Palazzo en 1937.

Con ritmo y resultados variables, la investigación avanzó en los conceptos de *expectativas del conductor*, *coherencia del diseño*, *zona despejada* y *costado del camino indulgente* para adecuar el camino al comportamiento humano. Paulatinamente, en las guías, recomendaciones y normas viales (*Yellow Book* y *Roadside Design Guide* de AASHTO)^{5,5,3} se tuvo mayor consideración a las aptitudes del conductor medio, y la tendencia del diseño fue adecuar las características del camino a tales aptitudes. Los más recientes y completos estudios y publicaciones de la FHWA y AASHTO sobre la relación entre la Seguridad Vial y el planeamiento, diseño, construcción y mantenimiento de las características visibles de proyectos o de caminos existentes son los programas *IHSDM*^{6,2, 12,3} y *SafetyAnalyst*, y el *Highway Safety Manual*.^{5,1}

El diseño vial puede reducir la incidencia del error humano, puede reducir la posi-

*bilidad de que un error humano termine en un accidente, y puede menguar la gravedad de las consecuencias de accidentes iniciados por un error humano.*³

2. Ingeniería de seguridad vial (Según enseñanzas de "Los Referentes")

2.1. Administración de la Seguridad Vial^{3,2}

Hay dos estilos prototípicos extremos de administrar la seguridad vial.

El *estilo pragmático* se basa en creencias populares generalizadas sobre la seguridad vial, relacionadas con Educación y Control: eficacia de los controles policiales, importancia de aprobar leyes más estrictas y castigos más firmes, mejor educación del conductor y exámenes más estrictos. Los profesionales de la Ingeniería de Seguridad Vial ajustados a este molde no necesitarían conocer cualesquiera 'hechos' acerca de la seguridad vial, salvo las creencias; no necesitarían ninguna investigación o cono-

cimiento distinto de cuál es la opinión pública. No habría ninguna razón real para determinar cuáles fueron las consecuencias de cualquier iniciativa de seguridad, salvo que parecieran favorables según datos de ignota fuente, y pudieran utilizarse para relaciones públicas y autoelogio.

El *estilo racional* tiene sus raíces en el deseo y propósito de la Ingeniería de Seguridad Vial de reducir eficientemente el daño de los accidentes, prever las probables consecuencias de sus decisiones y acciones, determinar costos y beneficios, establecer prioridades, aprender de la experiencia y el experimento, emplear el conocimiento factual existente, y, sobre tal firme base, aplicar contramedidas de prevención (proyecto vial) o mejoramiento (camino existente).

Determinar con precisión en una cadena de errores consecuentes el porcentaje de incidencia o participación de cada eslabón en un accidente vial es una tarea imposible, aunque generalmente se acepta que el factor 'camino' contribuye en un 30%. La función principal del ingeniero vial, reclamada por la mayoría de los usuarios,

Concientización previa: galería de citas sobre la Ingeniería de Seguridad Vial

- *Lo malo no es sólo que haya accidentes de tránsito, sino **lo poco que sabemos** de por qué se producen y lo poco que hacemos para evitarlos.* Einstein (Cita de Xumini)⁷.
- *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 (...) sino para los hombres tal cual son o tal cual llegan a ser en las diversas circunstancias de la vida diaria.* Palazzo.
- *En tanto la mayor parte de los accidentes se atribuyen a errores de los conductores, ¿por qué tantos conductores hacen los mismos errores en los mismos lugares de la red vial? **Los ‘puntos negros’ de accidentes no son inventos.*** Lamm.
- *Si alguien está convencido de que el 90% de los accidentes viales es responsabilidad del conductor, el 5% del camino y el 5% restante del vehículo, creo que no hay nada que hacer en el camino. **Ese discurso tradicional con el que trabajamos tantos años es un discurso obsoleto, inútil, que nos llevó a la ineficacia absoluta.** (...) En muchos casos, las decisiones erróneas del conductor son forzadas por un mal diseño o diseño no perfecto. Y ese diseño no perfecto, ese diseño no adecuado, causa la decisión equivocada. Lamentablemente, en caminos, error o decisión equivocada quiere decir accidente, y lamentablemente accidente y seguridad pasiva baja quieren decir muertos o, en su caso, lesionados de diferente grado.* Díaz Pineda.
- *A los ingenieros civiles no se nos enseña a prever las repercusiones sobre la seguridad vial de nuestras decisiones de diseño; planeamos, diseñamos, y construimos caminos **sin saber las consecuencias de nuestras acciones.***³
- *La mayoría de las decisiones para mejorar la seguridad vial se basaban en la intuición y el juicio (“pragmatismo”), ahora **se advierte una tendencia hacia las decisiones basadas en hechos y en ciencia** (“racionalidad”). Esta transición tiene hambre de conocimiento de los hechos, y de ingenieros viales formados en ellos.*³
- *Con la nueva **herramienta** de software ‘Modelo Interactivo para Diseñar la Seguridad Vial’ (**IHSDM**), el proyectista vial predice el comportamiento a los accidentes, de cualquier opción de diseño en el tablero de dibujo.*³
- *La esperanza actual es que el **HSM** (Manual de Seguridad Vial) se convierta en una referencia estándar para la Ingeniería de Seguridad Vial, al igual que el HCM (Manual de Capacidad Vial) lo es para la Ingeniería de Tránsito.*³

es procurar reducir con sus *acciones* la frecuencia y gravedad de los probables accidentes viales futuros.

2.2. Diseño y riesgos

Los ingenieros viales deben estar capacitados para utilizar en sus diseños los comprobadamente eficientes criterios de seguridad vial, mediante el cumplimiento de los cuales se procurarán caminos de mejor calidad, al disminuir la probabilidad de problemas de seguridad u operación de tránsito.

El riesgo se define como un suceso incierto o condición que, si se produce, tiene un efecto positivo o negativo en los objetivos de un proyecto; es una probabilidad, no una certeza, y se desconoce el nivel de sus consecuencias, positivas o negativas. El riesgo podría conducir a una prestación que sería inalcanzable sin tomar ese riesgo; o podría ser más tolerable cuando sea bajo, en relación con el beneficio potencial de la acción incurrida en el riesgo.

La clave es comprender y evaluar los riesgos potenciales asociados con un

proyecto y sopesar (*medir*) las ventajas y desventajas para tomar las mejores decisiones posibles. En un mundo ideal, los organismos viales y sus ingenieros tratarían de reducir o mitigar *todos* los riesgos potenciales asociados a un proyecto; pero, en el mundo real, los presupuestos limitados obligan a determinar concienzudamente las prioridades. En muchos casos, los riesgos asociados con una decisión pueden *mitigarse* con la inclusión o mejoramiento de otras características que puedan compensarlos. Por ejemplo, ancho de carril ‘menor que el más seguro’ compensado con banquina o ‘zona despejada’ más ancha.

2.3. Información básica para administrar el riesgo

La administración de riesgos es el proceso de identificar, evaluar, priorizar y mitigar los riesgos, que coordinadamente conduzca a minimizar, monitorear y controlar los riesgos y sus consecuencias. Parte de este proceso es evaluar la probabilidad de que ciertos riesgos se produzcan. Identificar los riesgos implica el conocimiento y análisis

de todas las cuestiones pertinentes, entre ellas: *Inventario vial, Datos de tránsito, Registro de accidentes, Parque automotor, Factores humanos, Uso del suelo.*

2.4. Riesgos de administrar el riesgo

Los organismos viales y sus ingenieros deben ser conscientes del *riesgo* de demandas judiciales derivadas de accidentes (riesgo de responsabilidad civil) y el *riesgo* de que una solución adoptada no funcione según lo esperado en términos de seguridad, facilidad de mantenimiento y operaciones. Otros riesgos asociados incluyen demoras, mayores costos, factores políticos, condiciones cambiantes del lugar (clima, disponibilidad de materiales).

La *responsabilidad civil por daños* es un riesgo clave. Según la formación de los jueces, los ingenieros viales podrían ser reacios a considerar las *excepciones de diseño* por temor a aumentar la vulnerabilidad del organismo vial a los litigios de responsabilidad civil.

Las *excepciones de diseño* bien fun-

dadas sólo tienen sentido siempre que no pongan en peligro la seguridad del proyecto; es un legítimo ejercicio del juicio profesional ingenieril que no evidencia un diseño defectuoso. Si el proyectista trabaja estrechamente con las partes interesadas, es creativo dentro de las buenas prácticas de Ingeniería de la Seguridad Vial, y documenta completamente todas las decisiones, se minimiza o anula el riesgo asociado con una acción de responsabilidad civil futura.

La ultratrasgresión de la ley o norma es la irracional y contumaz degeneración de la legítima excepción de diseño; significa usar 'criterios' muy inferiores a los mínimos absolutos con probado riesgo extremo de la seguridad vial. Dicho sin eufemismos, son acciones criminales con consecuentes responsabilidades penales.

El relativamente reciente concepto de *flexibilidad de diseño*^{6,3,5,4} o *soluciones sensibles al contexto* procura respetar más los valores sociales, culturales, históricos, estéticos, paisajistas y ambientales, y preservar los bienes de la comunidad de los lugares por donde se desarrolla un camino. El concepto agrega valor a las normas

o políticas de diseño, con tal que para su aplicación no se requieran excepciones de diseño que disminuyan la seguridad vial. A menudo, los ingenieros proyectistas pueden elegir valores adecuados de diseño dentro de un rango permisible definido por los criterios de seguridad aplicables (*dominio de diseño*). El diseño flexible es parte de la evolución en curso de la ingeniería vial, que tiene en cuenta una gama más amplia de consideraciones que en el pasado. El diseño flexible no es intrínsecamente menos seguro; es una manera diferente y más amplia de combinar los factores para que un camino sea más seguro, sin afectar la movilidad. Las preocupaciones conjuntas de seguridad y flexibilidad son compatibles y van un paso adelante de sólo incorporar en el proyecto los objetivos de seguridad vial; **no hay flexibilidad sin seguridad.**

El ingeniero vial tiene que entender la base funcional de los componentes de un camino y cómo interactúan, incluyendo la velocidad directriz, ancho de carril, sección transversal, y alineamientos. Con mayor conocimiento del contexto comunitario tiene que juzgar si un elemento de diseño su-

puesto deficiente significa un riesgo aceptable; debe decidir si el rendimiento operativo del diseño, la seguridad, utilidad o estética se afectan negativamente, y recordar que cada proyecto es único, con contexto, circunstancias y características locales distintas.

Hay una mala percepción común de que al incorporar la flexibilidad en un proyecto vial, irremediablemente se pone en peligro la seguridad; por el contrario, la flexibilidad puede en realidad aumentar la seguridad de los proyectos viales.⁶

2.5. Riesgo de administrar la velocidad directriz

La selección de la velocidad directriz es una de las opciones más críticas de diseño; establece un valor índice que influye profundamente en los valores de diseño para las características visibles del camino, tales como la nitidez de las curvas, la inclinación de las pendientes y la planimetría del camino.

Adoptar un valor menor no equivale a un diseño inferior; pero elegir la más alta



velocidad directriz impone valores más estrictos del alineamiento y sección transversal, los cuales pueden resultar en prohibitivos mayores costos o impactos ambientales insoportables.

La estafa mayor, traicionera y criminal para el crédulo público usuario es señalar altos límites de velocidad máxima y segura, superiores en 20 ó 30 ó 40 km/h a la velocidad directriz. Se alcanza la cima del riesgo al ejercitar un criticable rasgo nuestro: *quiero, pero no puedo; pero simularé que puedo.* Aunque se ponga en extremo riesgo la vida del prójimo, con la *insalubre viveza criolla* se llega a dar gato por liebre, placebo por medicamento, límite de velocidad máxima segura de 130 en lugar de 90 ó 110 km/h.

2.6. Normas y seguridad

Desde el principio de la Ingeniería Vial, los ingenieros advirtieron y reconocieron la necesidad de flexibilizar el diseño. Por ejemplo, en el artículo *Uso y abuso de las normas viales de Engineering and Contracting*, agosto 1914, se concluyó:

Las normas de diseño son simplemente criterios y valores de diseño recomendables a los cuales conviene adherirse, salvo que una variación se ajuste mejor a las condiciones locales (...) A menudo, no estudiar detalladamente las condiciones locales resulta en injustificados mayores costos y en un tipo de construcción pobremente ajustado al lugar.

En el prefacio del Libro Rojo de AASHTO 1973 se resumía el enfoque adoptado:

Un buen diseño no necesariamente resulta del uso directo de los valores de la norma. Para obtener un diseño vial verdaderamente eficaz y más seguro, bien ajustado a la topografía y otros controles, con impactos sobre el ambiente aceptables para la comunidad, debe hacerse cuidadosamente a medida de las condiciones locales.

Es difícil saber qué pensaban los integrantes de los equipos redactores de normas de diseño al debatir un tema. Seguramente, el marco contextual de sus deliberaciones estaba influido por el propósito de los ingenieros de establecer normas, justificaciones y guías para diseñar buenos caminos, y el propósito de otros (por ejem-

plo, abogados) para adecuar tales diseños a los convenientes recaudos legales de los organismos viales. De esta dualidad y contradicción de propósitos (guiar el diseño de ingeniería y proteger al organismo vial contra demandas y mala publicidad) surgió una dualidad de situaciones y actitudes:

- Es obligación del ingeniero proteger la seguridad del público en los límites practicables.
- El mismo público es también una fuente de adversidad para el ingeniero en la forma de quejas y demandas.

Este proceso histórico condujo a lo que ahora tenemos: normas, justificaciones y procedimientos de diseño casi vacíos de información cuantitativa acerca de las repercusiones de seguridad de las decisiones de ingeniería. No resultaron de una conspiración de los organismos viales, ni indican falta de integridad personal o preocupación por la seguridad. Reflejan un juicio generalizado e irracional de que es preferible y suficiente hablar acerca de la seguridad vial en términos cualitativos. Mediante riguroso análisis, Hauer^{3,3} estudió en profundidad la relación entre normas y seguridad, y con claro y ameno lenguaje la expuso, junto con sus conclusiones y la desacralización de arraigados mitos; todo lo cual ocupa un lugar preferente en la antología de asertos debidamente fundados sobre la relación entre normas y seguridad vial:

- Los proyectistas viales, abogados y jueces creen que los caminos construidos según las normas son seguros; **la verdad es que los caminos diseñados según las normas no son seguros, ni inseguros, ni apropiadamente seguros; los caminos diseñados según las normas tienen un impremeditado nivel de seguridad.**
- Las normas de diseño vial no son la frontera entre seguro e inseguro; reflejan lo que un comité de profesionales de ese tiempo consideraba ser una buena práctica general.
- Según cómo se diseñe y construya, un camino determinará cuántos y cuán graves serán los accidentes en él; el interés de la seguridad (salud) pública requiere que el diseño vial sea más consciente de la seguridad y más basado en el conocimiento factual.
- Las fallas de la seguridad vial no son

siempre obvias. Si un puente colapsa o un sótano se inunda, la falla es manifiesta. No así en seguridad vial; una carencia de seguridad vial es un asunto de grado y puede volverse manifiesta sólo por medio de una larga historia de accidentes. Por ello, usualmente permanece sin reconocerse.

Moraleja 1. *Si diseñar según las normas es insuficiente, si el uso de las normas no funciona bien en la ingeniería de seguridad vial, si diseñar según las normas resulta en un impremeditado nivel de seguridad de nuestros caminos, entonces el gobierno y la profesión de ingeniería tienen un trabajo pendiente.*

Moraleja 2. *Ningún camino está libre de accidentes –ni aun la autopista más moderna y desierta– ergo, **el camino seguro es un mito**; sólo hay caminos más o menos seguros.*

Hauer formuló estos conceptos sobre las normas y políticas –vigentes en América del Norte hasta aproximadamente el cambio de siglo– y su relación con la seguridad. En el 2005 comentó^{3,2}: *hasta hace poco, los documentos sobre diseño geométrico vial no tenían ninguna información explícita de las consecuencias de las decisiones de diseño de rutina sobre los accidentes. Esto cambió radicalmente en la reciente **Guía Canadiense (TAC 1999)**, y modestamente en la nueva Política de los EUA (Libro Verde de AASHTO 2001).*

En gran parte, las normas de diseño geométrico de la DNV, vigentes desde 1967, se basan en el último Libro Azul (AASHTO 1965). Ergo, sin información explícita de las consecuencias de las decisiones de diseño de rutina sobre los accidentes. Los proyectistas y revisores procuran respetar los valores de la norma, preferiblemente los mínimos absolutos del dominio de diseño, por suponerlos de menores costos para la repartición, pero no de mayor seguridad para el usuario.

2.7 Concepto de dominio de diseño^{8,1}

En la Adenda 1971 del Libro Azul 1965, AASHTO introdujo importantes modificaciones a la distancia visual de detención, de las que resultaron valores mayores. AASHTO no cambió los valores del 65, los dejó

como *mínimos absolutos*, y a los nuevos los llamó *mínimos deseables*. Y lo mismo con las dimensiones derivadas o sobre las cuales influye la distancia visual de detención; p.ej., parámetros de las curvas verticales convexas. Errónea y lamentablemente, los proyectistas asumimos que los valores del rango entre ambos mínimos tenían el mismo nivel de seguridad.

Esta decisión de AASHTO dio origen al concepto de *dominio de diseño*, que no es más que un rango de valores, cualquiera de los cuales podría adoptarse como un parámetro de diseño particular entre los límites superior e inferior, y con cuya adopción resultaría un aceptable, aunque variable, nivel de comportamiento en condiciones medias, en términos de seguridad, operación y consecuencias económicas y ambientales.

Según cual fuere el elemento geométrico considerado serán las relaciones, algunos elementos son prácticamente inamovibles; p.ej., gálibo vertical de estructuras de paso superior. Para los elementos menos rígidos, la tendencia general es que al crecer su dimensión –p.ej., ancho de banquina en la figura 1– también crezcan la movilidad y los costos de capital, mantenimiento e impacto ambiental; y disminuyan los costos de operación de vehículos y los índices de accidentes.

Con una buena y completa base de datos y software, es práctico estimar cambios en el nivel de servicio, costo y seguridad al cambiar dimensiones de diseño dentro del dominio de diseño del elemento geométrico considerado, y al establecer relaciones entre costos y beneficios de la seguridad, para lo cual se comienza por analizar los costos que para la sociedad importan los muertos, heridos y daños materiales, y cuáles son los beneficios por los probables ahorros en muertos, heridos y daños materiales, al ajustar el diseño.

3. Seguridad nominal y seguridad sustantiva

3.1. General

En relación con el riesgo, una seguridad mayor podría clasificarse según los conceptos de *nominal* o *sustantiva*.

- La seguridad nominal se refiere al grado de adhesión de un proyecto a los

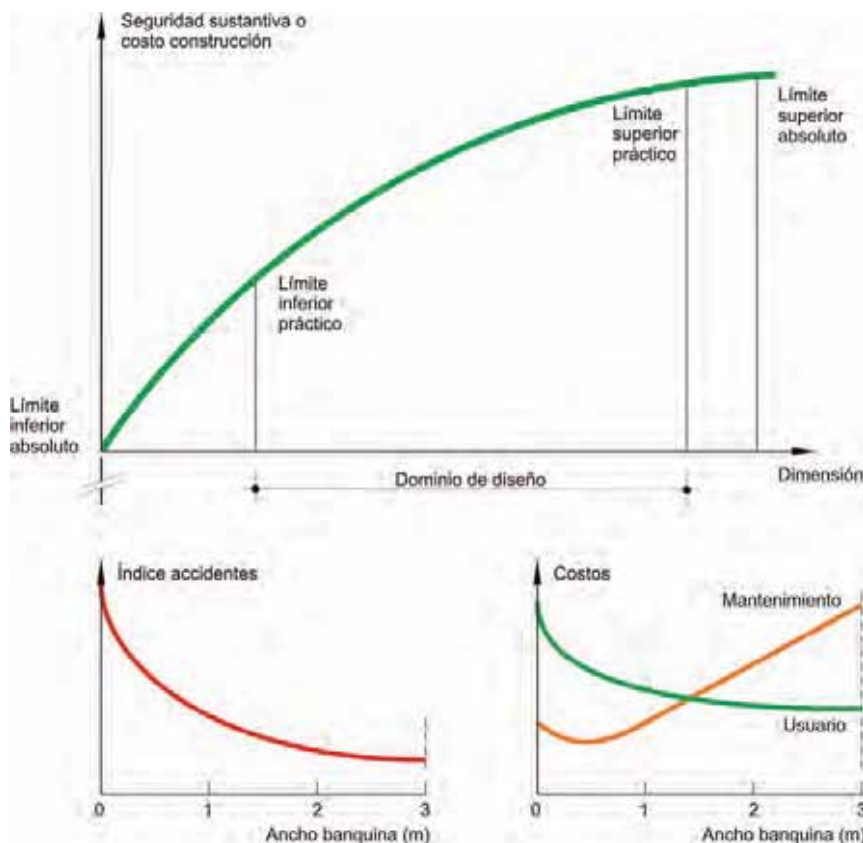


Figura 1. Dominio de diseño.

criterios, guías, recomendaciones y normas establecidas por el organismo vial.

- La seguridad sustantiva es independiente del observador y determina los niveles de seguridad real o prevista a largo plazo de un camino con específicas condiciones de emplazamiento, geométricas y operacionales, según lo mide la frecuencia anual de accidentes por km, y las consecuencias de los accidentes según cual fuere el número de muertos, el número y gravedad de los heridos, y el valor de los daños materiales.

El diseño de la ingeniería de seguridad vial es un ejercicio de la administración de riesgos, dado que el desempeño de seguridad de cualquier diseño es relativo. No es raro que un camino nominalmente seguro –todas las características geométricas cumplen sus criterios de diseño– sea sustantivamente inseguro, con conocidos problemas de accidentes. Tampoco es raro que un camino nominalmente peligroso –varias características geométricas no cumplen los criterios actuales de diseño–

sea sustantivamente seguro, con pocos o ningún accidente registrado.

Al revisar las condiciones de seguridad de un camino o al investigar un accidente, la medida de la seguridad nominal es sólo un componente; el resto de la revisión debe incluir los factores humanos, el guiado positivo y una evaluación de la seguridad sustantiva.

Hay muchas razones para que los organismos viales, ingenieros y expertos sólo dirijan su atención a las medidas de seguridad nominal: no tienen conocimiento, formación, experiencia o datos para aplicar medidas de seguridad sustantiva fuera de los dominios de diseño de la norma; requiere menor esfuerzo y tiempo; garantiza inmunidad ante eventuales demandas (suele ser una prioridad). Es un concepto absoluto: Sí o No se cumpla la norma, el camino es Seguro o Inseguro. No hay matices ni grises. Es un concepto limitado que no expresa el nivel de seguridad real o previsible de un camino, aunque hay dos aspectos que deben preservarse: los diseños según las normas permiten a los usuarios comportarse legalmente y no deberían originar situacio-

nes que los usuarios no puedan enfrentar.

Al diseñar o revisar la seguridad vial, el respeto de un conjunto de normas es obligatorio, loable y conveniente, pero insuficiente para garantizar un mayor nivel de seguridad: sólo el punto de partida. Si una norma tiene más de cuarenta años, más que exceptuarla sistemáticamente, corresponde actualizarla.

Al conductor foráneo y ocupantes de un vehículo accidentado por un despiste en una curva no le importa que la curva responda a lo indicado en la norma; su atención se centra en que está herido, el auto dañado y que los servicios de emergencia se demoran en llegar.

Pero pondrá el grito en el cielo al enterarse por el comentario de un vecino “con mucha frecuencia ocurren accidentes en esta curva”. Luego, producida la demanda por responsabilidad civil y negligencia, el resultado queda abierto a la formación técnica del juez.

Necesariamente, las normas dan condiciones mínimas típicas y generales; no pueden incorporar las condiciones específicas de todos los lugares del camino: urbana rural, topografía llana/ondulada/montañosa, etc. Por ello, según las condiciones específicas del lugar, el no cumplimiento de las dimensiones y condiciones de operación indicada por la norma no significa que automáticamente haya problemas de seguridad sustantiva.

Al determinar los factores causales asociados con un accidente específico, el diseño del camino podría sustentarse en criterios diferentes (por definición: *excepciones de diseño*) de las establecidas en las normas. El proyectista debe evaluar:

- Capacidad de elusión del peligro. Situaciones en las que un usuario prudente tenga distancia visual y tiempo para advertir el conflicto adelante y eludir la colisión, a pesar de las deficiencias asociadas con el diseño del lugar.
- Conocimiento de las autoridades viales, y respuesta planificada o concreta a un riesgo o deficiencia específica;
- Eventual demanda por aplicar incorrectamente una norma, o sin una consideración explícita de sus implicaciones para la seguridad. De nuevo, según la interpretación del juez, el seguimiento ciego de una acusación o defensa ba-

sada en el *cumplimiento* de una norma puede no ser una buena defensa legal. Depende caso-por-caso.

Hasta la destrucción del mito por parte de Hauer^{3,3}, no todos estaban convencidos de lo obvio: *el camino perfectamente seguro no existe*. Evitar todos los accidentes es imposible; los conflictos son un subproducto negativo de la movilidad, algunos de los cuales resultan en accidentes.^{7,1,7,2}

Las expresiones clave aplicables son *camino razonablemente seguro, camino más o menos seguro*. Se necesita un claro entendimiento del comportamiento esperado a la seguridad y la relatividad de la seguridad para evaluar correctamente un accidente específico en un camino existente o un accidente hipotético en un proyecto vial. El análisis de la Ingeniería de Seguridad Vial sustantiva debe tener en cuenta varias cuestiones:

- Conocimiento factual del organismo vial sobre el tema Ingeniería de Seguridad Vial.
- Estrategias oficiales para identificar, programar y financiar mejoramientos de la SV.
- Conocimiento de lugares específicos para priorizar dónde instalar o tratar sistemáticamente con efectividad de costo las contramedidas eficientes de acción remediadora.

Sin tales prevenciones, las ‘*contramedidas remediadoras*’ aplicadas pueden tener un efecto negativo sobre la seguridad; p.ej., dispositivos longitudinales de contención mal instalados, uso de señales chebrón como advertencia de obstáculos laterales fijos.

De contar con registros de accidentes confiables, lo mejor para revisar la seguridad sustantiva de los caminos existentes es comparar el comportamiento real a la seguridad de un camino, con el comportamiento esperado para ese tipo de establecimiento, concepto en el que se basan los *Factores de Modificación de Accidentes CMF (= AMF)* y sus aplicaciones en el recién publicado *Manual de Seguridad Vial (HSM)* de AASHTO 2010^{5,1}. Se deben considerar la frecuencia y tipos de accidentes ocurridos en un lugar específico, y por qué algunos tipos están sobre-representados. Con más y nuevos avances en las investigaciones y herramientas disponibles, será cada vez

más difícil para los ingenieros viales alegar ignorancia de la *Seguridad Vial Sustantiva* al diseñar sus caminos.

Desde las comprobaciones de Palazzo, Stonex, Xumini, Díaz Pineda, Hauer, no debiera perderse más tiempo en discusiones bizantinas, y aceptar que la *contribución de los factores humanos* en la seguridad sustantiva diaria se aplica tanto a conductores con experiencia, capaces y alertas, y a quienes carecen de tales atributos; y que el camino frecuentemente contribuye al aco- metimiento de tales ‘errores humanos’.

A modo de muestra, el error humano puede ser inducido por:

- Falta de coordinación planialtimétrica, con ocultamiento o ilusiones ópticas engañosas del alineamiento adelante;
- Curvas de transición o compuestas, excesivamente largas;
- Inesperados dispositivos de control de tránsito;
- Mala identificación de interfaces rural/ urbano, camino/intersección, caídas de carril;
- Malas condiciones de iluminación ambiental que distraen al conductor, impiden la visibilidad u ocultan peligros potenciales.

Al diseñar un camino nuevo o remodelar uno existente, los efectos de los *factores humanos y orientación positiva* tienen que comprenderse plenamente e integrarlos en el proceso de análisis y decisión.

3.2. Comparación de seguridad nominal y sustantiva

Es claro que el comportamiento de la seguridad sustantiva no siempre (o casi nunca según el caso) se corresponda directamente con su nivel de seguridad nominal. Hay muchas razones para esta divergencia, comenzando en que los criterios se basan en muchos factores (la seguridad es uno) y que se derivan de la simplificación de modelos estadísticos y suposiciones ampliamente aplicadas.

Al aplicar totalmente a un proyecto las normas y criterios de diseño de las características visibles, generalmente se presume que se obtendrá un diseño aceptablemente seguro, a corto y largo plazo. En la experiencia real, el nivel de rendimiento variará

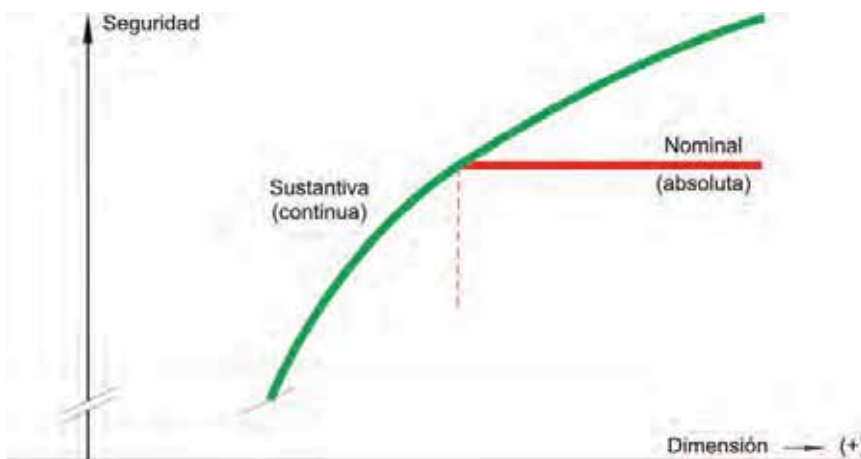


Figura 2. Seguridad sustantiva (continua) y seguridad nominal (absoluta).

en función del tipo de camino, contexto y actualidad de la norma. Al enfrentar la decisión de incorporar excepciones de diseño, el proyectista debe reflexionar sobre la medida de la influencia de la excepción sobre la seguridad sustantiva (frecuencia, tipo y gravedad de los accidentes). Debe averiguar: niveles de seguridad sustantiva actuales y previstos a largo plazo, previstas diferencias de seguridad sustantiva debidas a la excepción. Por *definición*, los lugares con excepciones de diseño son nominalmente inseguros, dado que uno o más elementos de diseño no cumplen los criterios mínimos. Con normas actualizadas, esto no significa que el camino no operará en un nivel aceptable de seguridad sustantiva.

Por el contrario, si la norma tiene más de 43 años como la de la DNV, los efectos de una excepción *muy probablemente* mejoren la seguridad sustantiva; explicable paradoja en razón de la antigüedad de la norma y tipo de excepción; p.ej., si la excepción consiste en no aplicar la Tabla N° 9 de Curvas Verticales Convexas, cuyas hipótesis de cálculo el conocimiento factual posterior comprobó ser incorrectas⁹. Si la excepción consiste en no aplicar la ilegal¹⁰, inconsulta (Seguridad vial) y aún vigente Resolución N° 0254/97 de la DNV: B) ESTACIONES DE SERVICIO A UBICAR ENTRE LAS DOS CALZADAS DE LA AUTOPISTA, C) ESTACIONES DE SERVICIO A UBICAR EN LA ZONA DE CAMINO ENTRE LA CALZADA Y LA COLECTORA⁹, la probabilidad de alto mejoramiento de la seguridad sustantiva se convierte en certeza. El objetivo debería ser entender los efectos cuantificables esperados sobre la seguridad

sustantiva de una decisión de diseño nominalmente insegura.

En la figura 2 (adaptada del NCHRP 480, TRB 2002) se comparan los conceptos de la seguridad nominal y sustantiva con respecto a sus modelos de riesgo de accidentes. Similar a la figura 1 que ilustra el *dominio de diseño*, el eje de abscisas representa hacia la derecha mayor dimensión de una característica o elemento de diseño geométrico (distancia visual, ancho de carril y banquina, ancho de puente, radios de curva...).

La flecha vertical hacia arriba indica mayor seguridad sustantiva (menor frecuencia y gravedad de accidentes); es una escala conceptual, sin cero definido, pero cuyo nivel inferior sería el que la comunidad de usuarios y sociedad en general consideran como *soportable*. Por debajo está la zona de *inseguridad* insoportable.

Dentro del gráfico, la *variación continua* de la línea verde representa las relaciones entre las dimensiones de elementos del camino (en un ambiente influido por el tránsito, conductores y otros factores) y la seguridad sustantiva. La curvatura de la línea representa un caso común de rendimientos decrecientes; que en algunos casos puede tener forma $\cap$, como es el caso del ancho de carril, con máximo entre 3,3 y 3,6 m.

Esquemáticamente, la línea roja muestra una recta horizontal que hacia la derecha mide la seguridad nominal *absoluta* (Si); hacia la izquierda, ninguna seguridad (No).

Los proyectistas debieran tener conocimiento, datos y herramientas que les permitan establecer la variación de la seguridad

sustantiva resultante de una decisión de diseño prevista. Esto deslinda lo aceptable de lo inaceptable, y conduce a investigar *medidas de mitigación* para hacer frente a los impactos adversos potenciales de seguridad de una excepción de diseño. El cumplimiento de la norma de diseño es muy importante, como también lo es la actualización periódica de la norma, en sintonía con la propia experiencia y con los avances alcanzados en el conocimiento factual de la seguridad vial.

Los problemas de seguridad sustantiva u operación de tránsito son menos frecuentes si se cumplen actualizados criterios y normas de diseño (seguridad nominal).

4. Medición de las seguridades nominal y sustantiva

4.1. La seguridad nominal

Conceptualmente, determinar los niveles de *seguridad nominal* de un camino existente o proyecto vial es tarea sencilla; basta revisar si las características y elementos geométricos existentes o proyectados cumplen los valores indicados en las normas.

4.2. La seguridad nominal y el IHSDM



El IHSDM^{6,2,12} tiene el módulo *Revisión de Norma* para revisar y analizar la *seguridad nominal*; controla si los elementos de diseño geométrico cumplen los criterios y normas de diseño. Puede proporcionar una evaluación inicial de cómo el diseño geométrico de un camino existente se compara con los actuales criterios de diseño. El módulo puede utilizarse en todo el proceso de diseño.

La seguridad sustantiva. Se mide por la frecuencia y gravedad de los accidentes ocurridos, o accidentes previstos según métodos de predicción y herramientas de software. En ambos casos es esencial una completa base de datos locales de registros de accidentes, tránsito, y manejo de técnicas estadísticas.

4.3. La seguridad sustantiva y el IHSDM

El módulo *Coherencia de Diseño* diagnostica problemas de seguridad en el alineamiento horizontal al indicar en un *perfil de velocidad* los saltos de la velocidad de operación del 85º percentil, VO85, estimada en los distintos elementos del alineamiento (recta, transición, curva circular) y en las interfaces de distintos elementos (recta-curva) y dentro de ellos (centro de curva y de recta), los cuales se correlacionan con las expectativas de los conductores y con la concentración de accidentes. Evaluar la coherencia de diseño da claves valiosas para diagnosticar posibles problemas de seguridad sustantiva en caminos existentes, y proyectos durante las etapas de diseño preliminar y final.

El módulo *Predicción de Accidentes* predice la frecuencia y gravedad de los accidentes viales, sobre la base del diseño geométrico y características del tránsito. Puede identificar posibles proyectos de mejoramiento de los caminos existentes, comparar el rendimiento de la seguridad relativa de opciones de diseño y evaluar la efectividad de costo de las decisiones de diseño relacionadas con la seguridad.

El módulo *Revisión de Intersección* evalúa la geometría de una intersección existente o diseño propuesto para identificar posibles problemas de seguridad y sugerir posibles tratamientos de mitigación.

4.4. Factores de Modificación de Accidentes, 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:

$CMF = \text{Frecuencia de Accidentes Condición } b / \text{Frecuencia de Accidentes Condición } a \text{ (1)}$

Un Factor de Modificación de Accidentes *CMF* sirve como estimador del efecto de una característica de diseño geométrico particular o de control de tránsito o de la

efectividad de un tratamiento o condición particular.

4.5. Manual de Seguridad Vial (HSM)^{5,1}

El HSM reúne las mejores herramientas actuales de análisis, lo cual produce estimaciones más fiables del rendimiento de seguridad para los tomadores de decisiones; esto debería dar lugar a inversiones de seguridad con mayor efectividad de costo, cuyo resultado es más vidas salvadas y daños evitados por cada peso invertido, objetivo fundamental de la ingeniería de SV.

Fuera de los EUA y Canadá, el HSM se debe aplicar con precaución. Los modelos y resultados de la investigación que presenta el documento pueden no ser aplicables en otros países; por ejemplo los sistemas de caminos, instrucción y comportamiento de conductores, frecuencias de accidentes y los patrones de la gravedad pueden ser muy diferentes. Las técnicas presentadas en el HSM deben calibrarse bien.

5. Inseguridad sustantiva sostenible

5.1. General

El listado del HSM, resultante de la selección por parte de un comité de expertos incluye valores de *CMF* para situaciones habituales de riesgosos elementos viales sobre los cuales el proyectista necesita fiables herramientas, al tener que elegir las opciones de mejor efectividad de costo, acordes con los fondos disponibles.

No hay CMF para comparar acciones ilegales o medidas muy por debajo de las normas (ultra-excepciones de diseño), que aumentan el riesgo en grado superlativo.

La zona gris indefinida que limita la Seguridad de la Inseguridad es aledaña al nivel de seguridad sustantiva que la comunidad de usuarios viales y la sociedad toda considera como *tolerable*, nivel que correspondería a los objetivos de los planes estratégicos oficiales; por ejemplo, reducir en 5 años al 40% (60% de reducción) la frecuencia y gravedad actual de los accidentes viales debidos a problemas de Ingeniería,

Educación y Control. Suponiendo una razonable repartición tripartita correspondería una reducción del 20% para los accidentes debidos al camino; en la Argentina, de 8 000 a 6 400 muertos anuales. Es razonable pretender un plan de acción inmediato para corregir las situaciones más anómalas y peligrosas, las cuales se denunciaron en varios trabajos anteriores.^{11,1,12,2,13,2,14,1,14,3} En la tabla *Top-10* se listan con objetividad –basada en la observación, lectura de diarios y en la poca información sobre los registros de accidentes en la Argentina– las situaciones más atentatorias en contra de la seguridad sustantiva. Los probables motivos causantes pueden clasificarse en orden de gravedad:

Ignorancia – Desactualización – Negligencia – Necedad – Contumacia – Delincuencia

DESINTERÉS POR LA VIDA AJENA

Las responsabilidades van desde civiles a penales, correspondientes al área de la Salud Pública. El producto resultante es la *Inseguridad de Ingeniería Vial Sustantiva Sostenible* (más muertos, más heridos, más daños materiales, durante más tiempo).

6. Conclusiones y recomendaciones ^{Ídem + 15, 16, 17, 18, 19}

“No hay sino un medio de evitar accidentes en los caminos, es hacer que sean improbables... para los hombres tal cual son...” Pascual Palazzo

En el campo vial internacional se advierte una promisorio tendencia para proveer a los ingenieros viales planificadores, proyectistas y constructores de *herramientas* basadas en el conocimiento factual, para facilitar la toma de decisiones al tener que optar por las medidas de seguridad de mayor efectividad de costo. Los resultados más promisorios de las investigaciones para *medir* las relaciones diseño-seguridad-economía son el programa IHSDM, el desarrollado concepto de Factores de Modificación de Accidentes, y la aplicación del Manual de Diseño Vial (HSM) de AASHTO. La sociedad reclama soluciones al flagelo de los accidentes y la Ingeniería vial tiene un papel importante para satisfacer el reclamo. Primero, formar desde los cursos de grado a los futuros ingenieros con incum-

bencia en el campo vial sobre los criterios, procedimientos, reglas, conceptos que hayan demostrado ser exitosos en su aplicación al bajar sustancialmente en los países desarrollados la frecuencia y gravedad de

los accidentes, y el valor de los daños a la propiedad. Las facultades de ingeniería y los organismos viales tendrían que ponerse a la cabeza para iniciar en la Argentina una tendencia similar. Una forma sería contra-

tar profesores extranjeros profundamente al tanto de la teoría y práctica de los conocimientos racionales de la seguridad vial para dar cursos de capacitación, y formar a los futuros profesores locales, ingenieros,

Top-10 peligros en sentido creciente de frecuencia y gravedad^{10,12,13,14}

Descripción Inseguridad	Ejemplos ilustrativos	Notas
10. Señalización equívoca  + CHOQUES	    Fuente fotos 2, 3, 4: Ing. Mario J. Venezia XV CAVyT. <i>Prácticas inadecuadas en la Señalización de Calles y Caminos</i>	Uso inapropiado de las señales de curva peligrosa a la izquierda (chebrón) como señalización de obstáculo fijo peligroso, para colmo en curva a la derecha. Inversamente, señal de objeto peligroso usado como señal de curva peligrosa. Señalización de doble carril con sentido 'a la inglesa' (por la izquierda), como en nuestras Islas Malvinas. Peligrosa señalización de curva a la izquierda con señal de curva a la derecha. Mezcla de ignorancia y negligencia.
9. Barreras peligrosas  + CHOQUES	 	La combinación barrera + cordón es peligrosa cuando la cara del cordón sobresale la vertical por la cara de la barrera. Todas las barreras son peligrosas. Sólo deben instalarse cuando, agotados todos los otros cursos posibles de acción respecto del peligro (quitar, modificar, alejar), resulta que el peligro de la barrera es menor que el del objeto fijo o condición peligrosa
8. Desconexión barreras  + CHOQUES	   	La falta de transición geométrica y estructural entre barreras de diferente tipo, forma y rigidez es causa frecuente del <i>embolsamiento</i> del vehículo lateralmente desviado, que es guiado a chocar frontalmente contra la barrera de mayor rigidez; peligro frecuente en las aproximaciones a los puentes. En comparación con el costo de las barreras y el ahorro en vidas, la adecuada transición geométrica y estructural y la vinculación física entre los elementos terminales de barreras cuesta moneditas. Ignorancia y desactualización de conocimientos del proyectista y constructor.

7. Caída borde de Pavimento  + CHOQUES	 	La temible caída del borde de pavimento¹³, frecuentemente debida a falta de mantenimiento adecuado; o por contratar un recapado del pavimento de calzada sin incluir la adecuación de la banquina al nuevo nivel altimétrico. Negligencia.
6. Ancho reducido de puente/alcantarilla  + CHOQUES	 	Los puentes angostos en caminos arteriales responden a una falsa economía; el puente es más barato de construir para el organismo vial, pero los costos en muertos, heridos y daños materiales para la sociedad son mucho mayores.
5. Barrera/Barricada  + CHOQUES	 	En los caminos argentinos, la medida de seguridad vial <u>sin costo</u> y con <u>mayor beneficio</u> para el usuario es no llenar de ferretería inútil los costados de la calzada, como son las barreras usadas como barricadas. Y será de <u>bajo costo</u> y similar <u>alto beneficio</u> retirar la ferretería inútil y altamente peligrosa.
4. Zona despejada angosta  + CHOQUES	   	Es inadmisibles extender lateralmente una estación de peaje de rama a expensas de la esencial banquina derecha, cualquiera que sea el tipo de camino. El ancho de mediana de las autopistas y autovías se diseña según datos estadísticos en función del TMDA, para disminuir los accidentes frontales contra el tránsito de sentido opuesto. Es un desatino proveer una medida de seguridad como es la iluminación nocturna al ubicar los postes en la mediana y agregarles una barrera adelante, reduciendo más la zona de recuperación. Con los teléfonos SOS se invade alevosamente lo que de otra forma sería una ancha zona despejada.
3. Autopista/Autovía con Intersecciones a nivel  + CHOQUES	  	La primera condición de una autopista es la separación física de ambas calzadas, de distinto sentido de tránsito. Las siguientes condiciones son las intersecciones a diferente nivel con caminos y ferrocarriles, y el control total de acceso (acceso solamente por los distribuidores). La Ley 24449¹⁰ y las normas definen lo que es física y operacionalmente una autopista; el incumplimiento es delito.

2. Actividad comercial privada en zona de camino. Intrusos  + CHOQUES	   	La Ley 24449¹⁰ prohíbe usar la zona de camino con fines comerciales e instalar avisos publicitarios en zona privada destinados a ser vistos por los usuarios viales. Con el pretexto de solventar la copa de leche para los colegios vecinos, se alquilan las banquetas de caminos rurales para sembrar soja. Estación de servicio en la mediana, comercios bajo viaductos, paseo de compras en banquina. Preferencia de los intereses particulares sobre los generales de la sociedad. Delito, necesidad y contumacia.
1. VD/VM = 90-110/130  + CHOQUES	  1995¹²   2010¹⁴	La inconsulta decisión burocrática, ilegal y antisocial, atentatoria de la salud pública, de elevar el límite máximo de velocidad (por definición la informada como máxima más segura al usuario), entre 40 y 20 km/h por arriba de la velocidad directriz es la más inconcebible, deletérea, letal y criminal en la historia de la vialidad argentina, dispuesta con el manifiesto propósito de favorecer intereses privados (principalmente emprendimientos inmobiliarios) en contra de los intereses generales. Después de 15 años todavía se sigue dando gato por liebre como resultado de un proceder delictivo con reminiscencia (por sus resultados contra la salud pública) con la mafia de los medicamentos oncológicos truchos.^{12, 14} La comunidad de usuarios reclama seguridad, y los organismos públicos viales tienen la obligación ineludible de velar por la seguridad de sus usuarios, y comenzar a corregir los errores, y no agravarlos día a día.

y estudiantes de los cursos de grado y posgrado. Pero esto no resuelve los problemas inmediatos. Solucionar los más graves y de existencia indiscutible es un reclamo de la comunidad de usuarios y de ingenieros viales comprometidos en mejorar las condiciones de seguridad de nuestros caminos. Para empezar: mediciones de VO85 en flujo libre, registro nacional de accidentes viales, actualización de las normas de diseño, sistema oficial para medir los costos de los

accidentes (muertos, heridos, daños materiales). Pero aún antes –perentoriamente como si se tratara de una emergencia médica– hacer terapia intensiva y poner en acción la materialización de las soluciones que no todos conocen: **ampliar el ancho de zona despejada**, administrar la velocidad y la densidad de los accesos a propiedad, justificar y diseñar adecuadamente las barreras de contención, fresar franjas sonoras de borde de banquina, corregir caídas

de borde de pavimento, delinear y marcar, señalizar, experimentar el camino tricarril; priorizar los distribuidores en los proyectos por etapas de duplicación de calzadas, construir variantes de pasos urbanos, cumplir la Ley.

“El cuidado de la vida y de la felicidad humana... es el primero y único objetivo de un buen gobierno”

Thomas Jefferson^{6,1}



Ramal a Pilar de la Panamericana - Epítome de la Inseguridad Sustantiva Sostenible...
...pero no Sustentable.

7. Bibliografía

1. Glennon. *Roadway Safety (Defects) and Tort Liability*. L & J, 1996.
2. Taragin. 1. *A case for evidence-based road-safety delivery* - AAA Foundation for Traffic Safety, 2007. 2. *The Road Ahead*. Journal of Transportation Engineering, ASCE, 2005. 3. *La Seguridad de las Normas de Trazado* - Revista Carreteras, julio 2001.
3. Hauer. 1. *A case for evidence-based road-safety delivery* - AAA Foundation for Traffic Safety, 2007. 2. *The Road Ahead*. Journal of Transportation Engineering, ASCE, 2005. 3. *La Seguridad de las Normas de Trazado* - Revista Carreteras, julio 2001.
4. Stonex. *Roadside Design for Safety*. HRB Proceedings, Vol. 33, 1960.
5. AASHTO. 1. *Highway Safety Manual*, 2010. 2. *Driving Down Lane-Departure Crashes: a National Priority*, 2008. 3. *Roadside Design Guide*, 2006. 4. *A Guide for Achieving Flexibility in Highway Design*, 2004. 5. *Highway Safety Design and Operations Guide*, 1997 (Yellow Book).
6. FHWA. 1. *Incorporating Safety into Design*. Presentación ppt Roche, Iowa Division, 2009. www.ctre.iastate.edu 2. *Interactive Highway Safety Design Model*. (IHSDM). 1995-2010. 3. *Flexibility in Highway Design*. 2005.
7. Xumini. 1. *La seguridad de los caminos*. Revista Carreteras AAC, Nº 189, 2008. 2. *Lo que es riesgo y seguridad en el sistema viario*. Premios AIPCR 2007.
8. ITE. 1. *The Traffic Safety Toolbox*. (Overview, Hauer), 1999. 2. *Traffic Calming - State of the Practice*. Reid Ewing. ITE - FHWA, 1999.
9. DNV. *Normas y Recomendaciones de Diseño Geométrico y Seguridad Vial*. Informe Final - Actualización 2010.
10. LEY 24449 RA, 1995. Título IV *La Vía Pública*; Art. 21 *Estructura Vial*; Art. 23 *Obstáculos*; Art. 25 *Restricciones al Dominio*; Art. 26 *Publicidad en la Vía Pública*; Art. 27 *Construcciones Permanentes o Transitorias en Zona de Camino*.
11. ANI. 1. *Peligros en la Calzada y Costados del Camino*. Conferencia Sierra 7.10.99. Resumen: Revista Carreteras AAC Nº 161, agosto 2000. 2. *Los Defectos Viales y sus Probables Consecuencias*. Exposición Sierra Sección Ingeniería, 6.10.08 - Anales Tomo IV, 2008.
12. XIII CAVyT 2001. 1. *Seguridad y Capacidad de las Rotondas Modernas*. Monografía Sierra - Outes; Premio Ingeniero Enrique Humet. 2. *La Seguridad Vial y las Velocidades Máximas Señalizadas en las Autopistas* - Monografía Sierra; Mención Especial. 3. *La Coherencia de Diseño y un Modelo Interactivo para Diseñar Caminos más Seguros*. Monografía Sierra.
13. XIII CAVyT 2005. 1. *Apaciguamiento de Tránsito: desde los lomos de burro hasta las rotondas modernas*. Monografía Sierra - Outes. 2. *La Temible Caída del Borde de Pavimento*. Monografía Sierra.
14. XIII CAVyT 2009. 1. *Ironías Sinietras en Nuestros Caminos y Temas Conexos* - Monografía Sierra, Outes, Fissore. 2. *El Concepto y Causa y Sistema en Accidentología e Ingeniería del Transporte*. Monografía Xumini. 3. *Prácticas Inadecuadas en la Señalización de Calles y Caminos*. Monografía Venezia.
15. TRB. 1. *Special Report 214: Designing Safer Roads*. 2009. 2. *NCHRP 374 Effect of Highway Standards on Safety*. 1995.
16. AIPCR-PIARC. *Road Safety Manual*. 2005.
17. PEO Canadá. *Report of the Highway 407 Safety Review Committee*. 1997.
18. Ogden. *Safer Roads: A Guide to Road Safety Engineering*. Monash University - Australia, 1995. Avebury Technical 1996.
19. Leisch. 1. *New Concepts in Design-Speed Application*. TRB TRR 631, 1977. Traducción Ing. Cecilia Siquot Instituto de Transporte UNRosario. 2. *Dynamic Design for Safety*. FHWA-ITE, 1974.

Abreviaturas, acrónimos, siglas.

AAC: Asociación Argentina de Carreteras; AASHTO: American Association of State Highway and Transportation Officials; ANI: Academia Nacional de Ingeniería; RA; ASCE: American Society of Civil Engineers; CAVyT Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito; DNV: Dirección Nacional de Vialidad; RA; FHWA: Federal Highway Administration; HRB: Highway Research Board; HSM: Highway Safety Manual; IHSDM: Interactive Highway Safety Design Model; ITE: Institute of Transportation Engineers; PEO: Professional Engineers Ontario; RTAC: Roads and Transportation Association of Canada; TRB: Transportation Research Board. ❖