

ACADEMIA NACIONAL DE INGENIERÍA

INSTITUTO DEL TRANSPORTE

DOCUMENTO NÚMERO 11

LA IMPORTANCIA DE LAS “AUDITORIAS DE SEGURIDAD VIAL” Directrices para su realización

Ing. Ma. Graciela Berardo - Ing. Daniel E. Bustos



NOVIEMBRE DE 2018

BUENOS AIRES

ACADEMIA NACIONAL DE INGENIERÍA

INSTITUTO DEL TRANSPORTE

DOCUMENTO NÚMERO 11

LA IMPORTANCIA DE LAS “AUDITORIAS DE SEGURIDAD VIAL” Directrices para su realización



NOVIEMBRE DE 2018

BUENOS AIRES
REPÚBLICA ARGENTINA

ACADEMIA NACIONAL DE INGENIERÍA

MESA DIRECTIVA (2018-2020)

Presidente

Ing. OSCAR A. VARDÉ

Vicepresidente 1°

Ing. LUIS U. JÁUREGUI

Vicepresidente 2°

Ing. MANUEL A. SOLANET

Secretario

Ing. GUSTAVO A. DEVOTO

Prosecretaria

Ing. PATRICIA L. ARNERA

Tesorero

Ing. MÁXIMO FIORAVANTI

Protesorero

Ing. OSCAR U. VIGNART

ACADEMIA NACIONAL DE INGENIERÍA

ACADÉMICOS TITULARES

Dr. José Pablo Abriata
Ing. Patricia L. Arnera
Ing. Eduardo R. Baglietto
Ing. Conrado E. Bauer
Dr. Ing. Raúl D. Bertero
Ing. Miguel A. Beruto
Ing. Rodolfo E. Biasca
Ing. Juan S. Carmona
Dr. Ing. Rodolfo F. Danesi
Ing. Luis A. de Vedia
Ing. Tomás A. del Carril
Ing. Gustavo A. Devoto
Ing. Arístides B. Domínguez
Ing. Javier R. Fazio
Ing. Máximo Fioravanti
Ing. Alberto Giovambattista
Ing. Luis U. Jáuregui
Dr. Ing. Raúl A. Lopardo
Ing. Augusto C. Noel
Dr. Ing. Ezequiel Pallejá
Ing. Eduardo A. Pedace
Ing. Osvaldo J. Postiglioni
Ing. Antonio A. Quijano
Ing. José Luis Roces
Ing. Ricardo A. Schwarz
Ing. Francisco J. Sierra
Ing. Manuel A. Solanet
Ing. Carlos D. Tramutola
Ing. Oscar A. Vardé
Ing. Oscar U. Vignart
Dra. Ing. Noemí E. Zaritzky

ACADEMIA NACIONAL DE INGENIERÍA

INSTITUTO DEL TRANSPORTE

Director: Académico Ing. Máximo Fioravanti

Miembros:

Ing. Arturo D. Abriani
Ing. Roberto D. Agosta
Arq. Heriberto Allende
Ing. José Ante
Ing. Pablo Hernán E. Arecco
Lic. José A. Barbero
Ing. Carlos María Brañas
Ing. María Graciela Berardo
Ing. Pablo J. Bereciartua
Ing. Pablo E. Bolzan
Ing. Daniel Enrique Bustos
Ing. Raúl S. Escalante
Ing. Miguel J. Fernández Madero
Ing. Alejandra D. Fissore
Ing. Jorge Kohon
Ing. Guillermo Krantzer
Ing. Luis Miguel Girardotti
Ing. Raúl Fernando González
Lic. Rodolfo Francisco Huici
Ing. Horacio Ibarra
Ing. Juan Pablo Martínez
Arq. Eduardo Moreno
Académico Ing. Augusto Noël
Ing. Luis Raúl Outes
Lic. Carmen Polo
Ing. Horacio E. Pesce
Académico Ing. Ricardo A. Schwarz
Académico Ing. Francisco J. Sierra
Académico Ing. Manuel Solanet
Ing. Olga C. Vicente

El presente trabajo se ha realizado con la colaboración de los siguientes miembros del Instituto del Transporte de esta Academia: Académico Ingeniero Francisco J. Sierra, Ing. Raúl F. González e Ing. Horacio Ibarra, a quienes se agradece su aporte.

LA IMPORTANCIA DE LAS “AUDITORIAS DE SEGURIDAD VIAL”

Directrices para su realización

CONTENIDO

PREFACIO

Adecuada Formación de los Ingenieros Civiles
Normas de Diseño Geométrico y de Seguridad actualizadas

I. INTRODUCCION

- I.1. Generalidades
- I.2. El enfoque de Sistema Seguro
- I.3. Directrices para la República Argentina

II. ORIGEN – ANTECEDENTES

III. NOCIONES FUNDAMENTALES DE AUDITORÍAS DE SEGURIDAD VIAL

- III.1. Definición
- III.2. Beneficios
- III.3. Etapas
 - III.3.1. Etapa de factibilidad
 - III.3.2. Etapa de anteproyecto/proyecto
 - III.3.3. Etapa de construcción
 - III.3.4. Etapa de operación
- III.4. Tipos de proyectos a auditar
- III.5. Participantes en una ASV
- III.6. Equipo Auditor
- III.7. Selección del equipo de auditoría

IV. EL PROCESO

- IV.1. Recopilar los antecedentes y entregar la información
- IV.2. Concretar una reunión inicial
- IV.3. Analizar y evaluar el proyecto
- IV.4. Inspeccionar el terreno
- IV.5. Redactar el informe de auditoría
- IV.6. Mantener una reunión de cierre
- IV.7. Responder al informe de auditoría
- IV.8. Implementar los cambios

V. DEFICIENCIAS Y ASPECTOS PELIGROSOS EN NUESTROS CAMINOS

VI. LISTAS DE VERIFICACIÓN

CONCLUSIÓN

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXO A - DEFICIENCIAS Y ASPECTOS PELIGROSOS EN NUESTROS CAMINOS

1. Velocidad Directriz
2. Diseño Coherente
3. Visibilidad
4. Alineamientos
 - 4.1. *Curvas Verticales*
 - 4.2. *Curvas Horizontales*
 - 4.3. *Coordinación Planialtimétrica*
5. Sección Transversal
 - 5.1. *Anchos de Carril*
 - 5.2. *Anchos de Banquina*
 - 5.3. *Mediana*
6. Márgenes del Camino
 - 6.1. *Árboles*
 - 6.2. *Barreras de Seguridad*
7. Administración de Accesos
8. Intersecciones
9. Señales Verticales
10. Demarcación
11. Secciones de pavimento resbaladizo
12. Visibilidad en condiciones desfavorables

ANEXO B - MODELO DE INFORME DE AUDITORIA (Modelo de formato básico)

ANEXO C

- 1) Las incumbencias o competencias del Ingeniero Civil en Argentina
- 2) Situación de los programas de diseño de caminos en carreras de Ingeniería Civil en Argentina
- 3) Propuesta de actualización de programas de estudio

LA IMPORTANCIA DE LAS “AUDITORIAS DE SEGURIDAD VIAL”

Directrices para su realización

PREFACIO

En Argentina, es de gran preocupación la tasa de siniestralidad por accidentes viales. Según expresábamos en nuestro Documento N°2, de octubre de 2011, mientras que en 2009 con una población de 40 millones de personas tuvimos 7.364 fallecidos en nuestras rutas, en el mismo tiempo Francia tuvo poco más de 4.000 fallecidos para una población de 66 millones (de habitantes) y muchas más carreteras en su red de transporte.

Mientras en muchos de los países más avanzados se reducen las tasas de accidentes viales o disminuye la mortalidad por ellos originados, en Argentina se mantienen constantes o crecen:

Año	1990	2000	2008	2012	2014	Disminución de muertos 1990-2014
Suecia	772	591	397	285	282	- 63%
Holanda	1.376	1.082	677	566	570	- 59%
EEUU	44.599	41.495	37.423	33.561	32.675	- 27%
España	9.032	5.777	3.100	1.903	1.680	- 81%
Argentina	7.075	7.545	8.205	7.485	7.613	+ 8%

Tabla 1: Muertos totales en accidentes de tránsito

(Fallecidos en el hecho o como su consecuencia, hasta dentro de los 30 días de ocurrido)

Fuente: Luchemos por la Vida

Son muchas las razones a las que pueden atribuirse estos hechos y muchos los remedios necesarios. Aquéllas suelen agruparse sintéticamente en las derivadas de las fallas del conductor, en las que dependen de las características del vehículo y las causadas por deficiencias en el diseño, en la construcción o el estado de mantenimiento de la infraestructura. Aquí nos referiremos a estas tres últimas.

La edición de este documento se origina en la convicción de esta Academia de la necesidad imperiosa de la implementación de las Auditorias de Seguridad Vial, como herramienta que puede colaborar significativamente en la mejora de la Seguridad Vial. Seguramente, el lector encontrará en estas páginas el sustento de este convencimiento.

Estas propuestas están dirigidas a funcionarios, constructores y proyectistas de la ingeniería vial, con la intención de crear el consenso para la formalización de las Auditorías.

Así como los conductores de vehículos que transitan por las rutas cometen errores, también los proyectistas y constructores son pasibles de cometerlos. La experiencia demuestra que todos los cometemos. Es inherente a nuestra condición humana. No aceptarlo así implica una dosis de soberbia.

Las inversiones que implican las Auditorías de Seguridad Vial surgen por su bajo costo relativo, en la búsqueda del equilibrio entre los costos y los beneficios generados por las mejoras propuestas por las ASV. En países avanzados esto se aplica además en otras disciplinas de la Ingeniería, como por ejemplo la revisión e inspección de las estructuras resistentes de edificios y otras obras propias de la ingeniería civil.

Además es el caso en otras profesiones que son constantemente auditadas por sus pares. En la medicina, antes de una práctica quirúrgica un médico mantiene ateneos y juntas médicas para discutir el caso y definir los procedimientos a aplicar según se requiera.

La práctica quirúrgica es presencial y cuenta con la participación simultánea de un equipo de especialistas (cirujanos, anestesista, asistentes), que trabajan coordinados según las necesidades del momento y en base a las directivas del médico a cargo. En estas condiciones todo el procedimiento es llevado a cabo bajo el escrutinio y la asistencia de otros profesionales destacados en el sitio.

En este caso, por razones obvias el control de procedimientos se realiza ex-ante, o sea de manera previa o simultánea a la ejecución del servicio.

De alguna manera toda práctica profesional es pasible de ser auditada o revisada, ya sea con procedimientos ex-ante o ex-post, según las características del servicio prestado.

Es importante tener en cuenta dos condiciones importantes para la mejora de la Seguridad Vial: la adecuada formación de los Ingenieros Civiles con especialización Vial, y la existencia de Normas de Diseño Geométrico y de Seguridad actualizadas.

Adecuada Formación de los Ingenieros Civiles

A partir de las “actividades reservadas” que otorga el Ministerio de Educación de la Nación para cada carrera, las facultades definen “los alcances” del título de Ingeniero Civil, conforme el contenido curricular del programa de las asignaturas de la carrera.

Se observa en el análisis de una muestra de los programas de carrera de ingeniería civil de diez facultades de universidades nacionales y privadas de Argentina, que se imparten conocimientos sobre diseño geométrico de caminos, por ejemplo las cátedras o

materias denominadas: Diseño y Operación de Caminos, Caminos, Transporte II, Vías de Comunicación I , Vías de Comunicación o Diseño Geométrico de Vías de Comunicación, que la mayoría (7 de 10) , sólo se refieren a temas de trazado, diseño geométrico de curvas horizontales y verticales, sección transversal del camino siguiendo la normativa vigente de la Dirección Nacional de Vialidad, elaborada por el Ing. Federico Rühle en el año 1967 y su actualización del año 1980 (que en los temas citados mantuvo exactamente lo mismo con las tablas y ábacos de diseño originales).

La versión del 80 contenía además temas de intersecciones y distribuidores en más detalle y la descripción, uso e instalación de elementos laterales del camino, soportes, barreras y amortiguadores de impacto de la época, sin citar norma o ensayo alguno.

Es así que hoy los ingenieros egresan de la mayoría de las universidades, sólo con una formación fuertemente orientada al diseño y cálculo analítico de curvas en el diseño de caminos, así como la ejecución de replanteos y la compensación de movimiento de suelos con la premisa de optimizar el trazado de la rasante y el diseño hidráulico de alcantarillas y puentes. Todo esto de la llamada “ingeniería dura del diseño geométrico vial y estructural de pavimentos”.

Falta una visión integradora del diseño geométrico en su relación con la Ingeniería de Seguridad Vial, clave básica para realizar una auditoría de seguridad vial.

De este modo, con el avance de las investigaciones desde los años 90, aparecen los hallazgos de por ejemplo Stonex, Leisch, Glennon y otros, en relación a los conceptos de:

- ✓ Zona lateral despejada indulgente con los errores de los conductores que se salen de la calzada y la peligrosidad de los dispositivos de contención y redirección.
- ✓ Los errores de conducción inducidos por los defectos geométricos del camino, la necesidad de estudiar la expectativa del conductor en relación a lo que lee del camino.
- ✓ La coherencia del diseño, citada por algunos autores como consistencia del diseño. (del inglés *design consistency*).
- ✓ Conceptos de seguridad nominal (diseñar elementos geométricos según normativa) y de seguridad sustantiva (diseñar en base a información y experiencia accidentológica).
- ✓ Flexibilidad del diseño, conceptos de caminos autoexplicativos.
- ✓ Diseño en características geométricas en relación a la función del camino (acceso, colector o local).
- ✓ Apaciguamiento de tránsito, (*Traffic Calming*), Travesías o Pasos urbanos (caso donde la ruta atraviesa una ciudad, poblado o zona urbana).

Normas de Diseño Geométrico y de Seguridad actualizadas

En casi todas las actividades del ser humano se cuenta con leyes, reglamentos y normas que las regulan. Resultan de fundamental importancia cuando se trata de ámbitos en los cuales la seguridad está en juego, porque además la mayor seguridad suele obtenerse con mayores inversiones directas, por lo que resulta necesario regular los niveles mínimos de seguridad a garantizar.

Esto es así en el ámbito de la vialidad, por lo que resulta de vital importancia para la profesión y por sobre todo para el resultado final de los diseños y construcción, contar con normas y reglamentos suficientemente actualizados como punto básico de partida.

Como ya se dijo, lo que reina en nuestro medio data de 1967/80, es decir están muy desactualizadas. Así lo consideran los especialistas y profesionales dedicados al tema, que comparan con respecto a los avances conceptuales y técnicos que imperan en sociedades más evolucionadas al respecto.

Tan es así, que la Dirección Nacional de Vialidad contrató la redacción de normativa moderna a un equipo de reconocidos profesionales especializados en diseño y seguridad vial, dando lugar a la aprobada Normativa A10 (Actualización 2010 de Normas y Recomendaciones de Diseño Geométrico y Seguridad Vial) pero que lamentablemente aún no ha sido puesta en vigencia.

Como expresó la Auditoría General de la Nación.^[2]: *El trabajo, además de actualizar a las viejas normas, las amplía mediante la incorporación de los importantes avances en el campo de la ingeniería vial que se han producido en las últimas décadas. La actualización tuvo como uno de sus objetivos centrales a la seguridad vial, acentuando el análisis de aquellos aspectos del diseño geométrico que más influyen sobre la seguridad en la circulación. Las nuevas normas y recomendaciones resultaron, según sus autores, de una profunda lectura y revisión de publicaciones de organismos viales de países líderes en diseño y seguridad vial, y de una selección de los más importantes hallazgos habidos en la especialidad durante los últimos 50 años.*

Por lo dicho resulta de fundamental importancia establecer su puesta en vigencia inmediata. No se debería condicionar la aplicación de la normativa, según quien sea el que financia la obra vial, permitiendo niveles de calidad y seguridad más laxos si un privado financia las obras.

Peor aún los casos en proyectos donde habiéndose aplicado los criterios más avanzados de seguridad vial, el contratista, a veces con la aprobación del supervisor, ha modificado en los planos de obra según su propio criterio disminuyendo la seguridad.

Lo establecido por las normas sería el **límite inferior aceptable**. Ellas surgen a partir de la incorporación de conceptos y técnicas más modernas a la actividad ingenieril (diseño y construcción) lo que requiere del paso del tiempo hasta su afianzamiento y

conversión en norma de obligatorio cumplimiento. Justamente ese tiempo es el que de alguna manera mide el atraso respecto a la innovación que ya se está incubando.

Por ello hay que destacar un fenómeno cada vez más frecuente, relacionado con la autoridad del diseñador y su limitada libertad para decidir sobre los criterios a aplicar, frente a las limitaciones normativas y a las impuestas por la autoridad vial. Siendo que las normas establecen los mínimos, es el diseñador quien debería decidir qué parámetros adoptar por encima de aquéllos, según las características del tránsito, de la categoría de la carretera, del entorno, de la factibilidad económica y de su experiencia. Sin embargo a menudo es la misma autoridad vial quién exige aplicar los mínimos de norma, lo cual conduce a diseños inadecuados y riesgosos para la circulación. Es decir el cumplimiento de la “seguridad nominal” no asegura la “seguridad sustantiva”.

Estos “vicios” y otros que no es la oportunidad de detallar, podrían ser superados por la implementación de las Auditoría de Seguridad Vial que se propone en este documento.

I. INTRODUCCION

I.1. Generalidades

A través de los años, la seguridad vial se volvió una preocupación de todos. El cambio en la composición del tránsito, el rápido crecimiento del parque automotor, la cantidad y edad de los conductores, las restricciones económicas que siempre atentaron contra un crecimiento de la red vial acorde al crecimiento vehicular, los avances tecnológicos, las vías construidas bajo normativas vetustas (hoy, más de 50 años de antigüedad), todo esto contribuyó a un ambiente de creciente potencial de accidentes.

En un esfuerzo por incrementar la seguridad vial, algunos organismos de transporte del mundo implementaron programas de seguridad específicamente diseñados para tratar algunos de los elementos prevaecientes que contribuyen a los accidentes viales. Al mismo tiempo, el diseño en gran cantidad de países mejoró considerablemente al incorporar la seguridad en la construcción de caminos. Hace tiempo, en esos países, se diseñaban los caminos con la idea de permanecer en la calzada; no se analizaba la posibilidad de brindar alguna protección para los vehículos que salían de la calzada.

En las décadas del '60 y '70, ingenieros de países avanzados comenzaron a construir “caminos indulgentes” los cuales incorporaron elementos de diseño que mitigaran las consecuencias de chocar contra elementos situados más allá de la calzada.

Para enfatizar la necesidad de evitar los accidentes, recientemente se han comenzado a trabajar los “caminos amigables y autoexplicativos”. Sin embargo, todavía persiste en nuestro país, la enraizada práctica de diseñar según las normas mínimas (seguridad nominal), lo que constituye un enfoque incompleto, puesto que como enunciara

Ezra Hauer: *“Los caminos diseñados conforme a normas, según una serie de estándares mínimos, no son necesariamente seguros”*.^[3] Y más aún, cuando esas normas están totalmente desactualizadas y ni siquiera contemplan el factor “seguridad” en el diseño.

Es habitual que los ingenieros deban considerar una cantidad de factores durante el proceso de diseño, incluyendo requerimientos de capacidad, disponibilidad de zona de camino, condiciones geotécnicas, restricciones ambientales, impactos socio-culturales, restricciones presupuestarias, etc.^[4] Por lo que los proyectistas deben permanentemente balancear estos aspectos con la seguridad.

Las Auditorías de Seguridad Vial ayudan a garantizar que los temas vinculados con la seguridad vial se traten específicamente y se les dé la misma importancia que a los otros factores del diseño vial.

El criterio que debe conducir el proceso de las Auditorías de Seguridad Vial es que la prevención de un problema es más efectiva que su cura. La temprana introducción de las ASV en el diseño vial es una forma de eliminar potenciales problemas de seguridad antes de construir el camino.

Se trata de un enfoque proactivo, poniendo énfasis en las medidas preventivas y en la promoción de la seguridad en los proyectos durante todas las fases.

1.2. El enfoque de Sistema Seguro

La problemática de la inseguridad vial se abordó tradicionalmente desde la perspectiva de “culpar al usuario” (conductor), atribuyendo el accidente a un error o descuido del mismo. También se ha considerado que los accidentes viales son el precio que debe pagar la sociedad para satisfacer sus demandas de movilidad.^[5]

Con el paso del tiempo y ante el creciente número de fallecidos y heridos graves resultantes de accidentes de tránsito, se hizo evidente la necesidad de un cambio de paradigma. Se desarrolló así el enfoque de Sistema Seguro, el cual propone reestructurar la forma en que la comunidad percibe, valora y gestiona la seguridad vial. Este nuevo enfoque tiene como objetivo evitar que de la mera participación en el sistema, resulten víctimas fatales o gravemente heridas. Este objetivo de extremar la seguridad es similar al perseguido por otros sistemas de transporte tales como el aéreo, pero conlleva una diferencia fundamental que complejiza el problema: los componentes del sistema. Cada uno de sus tres componentes esenciales -el ser humano, la vía y el vehículo- presenta características que los hacen muy dispares en calidad, cantidad y forma, lo cual es agravado por la extraordinaria cantidad de interacciones que ocurren continuamente entre los participantes del tránsito. Por ello, el único modo de lograr un Sistema Seguro de transporte carretero es que todos los involucrados (la comunidad) adopten la idea de que las

muerdes y lesiones graves ocasionadas por accidentes de tránsito son inadmisibles y se conviertan en partícipes activos que promulguen la Seguridad Vial.

En un Sistema Seguro los valores de la sociedad cambian y la seguridad vial se convierte en un derecho de los ciudadanos. Los principios científicos que gobiernan este enfoque son:^{[5][6]}

- Los seres humanos son falibles.
- Es sabido que durante un accidente existen límites físicos de intercambio de energía a partir de los cuales el cuerpo humano sufre heridas graves.
- Un sistema bien diseñado puede garantizar que los límites físicos de tolerancia del ser humano no se excedan.
- Existe una responsabilidad compartida entre los responsables del sistema y los usuarios.
- El objetivo de largo plazo es evitar completamente las muertes y heridos graves.

El enfoque de Sistema Seguro sentó las bases para el desarrollo de los lineamientos de la Década de Acción de la Seguridad Vial de Naciones Unidas. Este enfoque está siendo cada vez más aplicado por distintos países, siendo Suecia y Holanda los líderes pioneros en el desarrollo e implementación del mismo.

Basándose en el enfoque de Sistema Seguro, Suecia impulsó la *Visión Cero* y Holanda, la *Seguridad Sostenible*. Si bien sus enfoques presentan algunas diferencias, el núcleo es el mismo: es inadmisibile que haya muertos y heridos graves por causas de tránsito y obliga a los diseñadores del sistema a proveer un entorno seguro considerando el sistema de modo integral.

Las Auditorías de Seguridad Vial están estrechamente ligadas a la visión de Sistema Seguro, puesto que varias de las premisas de este último se alinean perfectamente con los objetivos de una Auditoría. En un sistema donde las ASV son práctica corriente, hay mayor certeza de que la seguridad vial sea tenida en cuenta en todas las etapas del ciclo de vida de la infraestructura (Planeamiento y diseño, construcción y pre-apertura, operación, mantenimiento y renovación, eliminación de riesgos y corrección de errores, actualización y modernización.^[7] Esto es particularmente importante en los países de ingresos medios y bajos, porque los enfoques proactivos facilitan el desarrollo de una “cultura de seguridad vial” entre los proveedores del sistema. ^[5]

Las prácticas de auditorías han estado vigentes por casi cuatro décadas (ver Capítulo II) y desde entonces se han publicado lineamientos, manuales y guías con variados grados de desarrollo y actualización. Sin embargo, existe consenso respecto de la necesidad de modernizar estas prácticas para arraigar los conceptos del enfoque de Sistema Seguro, haciendo una evaluación integral tanto de los problemas como de las soluciones.

^[5]

I.3. Directrices para la República Argentina

Países líderes en Seguridad Vial, tales como Australia, Nueva Zelanda, Reino Unido, tienen sus propias Guías de Auditorías de Seguridad Vial. Pero estos manuales reflejan sistemas y características viales, normas de diseño y prácticas locales de esos países en los que se implementó el proceso de auditoría, lo que torna imprescindible contar con directrices propias para la República Argentina, es decir tomar como base las Guías de los países pioneros y líderes en esta práctica, y adaptarlas a los caminos, prácticas de diseño y condiciones de operación de la Argentina, con sus características particulares.

II. ORIGEN - ANTECEDENTES

Los inicios de las auditorías se remontan a principios de los años '80 en el Reino Unido y tienen sus orígenes en la ingeniería de ferrocarriles. En aquel entonces la ingeniería de ferrocarriles contaba con una herramienta para evaluar los aspectos de seguridad de un proyecto antes de su puesta en operación: las Auditorías de Seguridad.

Basándose en este concepto de seguridad de la ingeniería en ferrocarriles, Malcolm Bulpitt, un ingeniero en seguridad vial del Condado de Kent, fue el primero en aplicar el concepto de Auditoría de Seguridad Vial independiente, para mejorar el nivel de seguridad en los proyectos viales realizados por el Departamento de Carreteras y del Transporte de ese Condado.

A principios de los años '90 se publica la primer Guía de Auditorías de Seguridad Vial y se establece la obligatoriedad de realizar auditorías a proyectos de caminos troncales y autopistas en todo el Reino Unido.

Al poco tiempo, se produjo un interés generalizado por la adopción del proceso de Auditoría de Seguridad Vial. El desarrollo de procedimientos y políticas similares a las de Reino Unido se inició en Nueva Zelanda y Australia (Victoria y Nueva Gales del Sur) quienes adoptaron las prácticas de ASV y desarrollaron el Manual de Auditoría de Seguridad Vial Austroads (Asociación de Transporte Vial y Autoridades de Tránsito de Australia y Nueva Zelanda), cuya primera edición fue publicada en 1994.

Este manual fue el referente para los Estados Unidos, que concluye que las ASV son una herramienta prometedora para maximizar la seguridad de los caminos existentes y los proyectados.

En la década de los '90 las ASV también se introdujeron en Dinamarca, Canadá, Países Bajos, Alemania, Suiza, Suecia y Sudáfrica mientras que en los países en desarrollo, tales como Colombia, Malasia, Singapur, Bangladesh, India, Mozambique y Emiratos Árabes, recién en los últimos años ha comenzado su implementación. Organismos internacionales tales como el Banco Mundial y el Consejo Europeo de Seguridad de Transpor-

te desde hace algunos años promueven la utilización de auditorías como una parte integradora de los Programas Nacionales de Seguridad Vial.

En la actualidad la implementación de auditorías se ha extendido a una gran cantidad de países, pero existe mucha variabilidad respecto de la obligatoriedad según el tipo de camino, las etapas en las que se realiza, los requisitos de experiencia y capacitación del equipo auditor, el monitoreo, así como la estandarización del proceso mismo dentro de un mismo país.

El Libro Blanco del 2001 "Políticas Europeas de Transporte para el 2010: Tiempo de Decidir"^[8] manifestaba la necesidad de realizar auditorías de seguridad vial con el objetivo de identificar y administrar las secciones de caminos con una alta concentración de accidentes.

Sin embargo, recién en el 2008, la Directiva Europea 2008/96/EC^[9] sobre Gestión de la Seguridad de la Infraestructura, establece que se deben realizar auditorías en todos los proyectos de infraestructura y que deben ser una parte integral del proceso de diseño de un proyecto en todas sus etapas (diseño preliminar, diseño de detalles, pre-apertura, post-apertura).

Por su parte, en Holanda, atendiendo a la Directiva 2008/96/CE, la Dirección General de Obras Públicas y Gestión del Agua introdujo la obligatoriedad de realizar auditorías en todos los caminos nacionales, incluidos aquellos que no son autopistas. Las auditorías se utilizan regularmente en otros tipos de caminos (provinciales, municipales) pero no son obligatorias^[10].

Desde 2003 Chile cuenta con una "Guía para realizar una auditoría de seguridad vial", que fue publicada por la Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito (CONASET).^[11] Actualmente no existe obligatoriedad de realizar Auditorías de Seguridad Vial, pero se han dictado cursos de formación de auditores y se han llevado a cabo algunas pruebas piloto.

Actualmente, en Estados Unidos las ASV no son obligatorias, pero son recomendadas como buena práctica de seguridad vial. Existen varios Estados tales como Pensilvania, Nueva York, Iowa y Carolina del Sur que adoptaron las ASV hace algunos años y las están realizando como práctica frecuente.

El Instituto Nacional de Caminos (NHI, National Highway Institute) de la Federal Highway Administration (FHWA) de los EEUU de América, ofrece cursos de capacitación, un manual y además, la FHWA ofrece un curso de ASV para gobiernos locales. ^[12]

Dado que los beneficios de realizar auditorías de seguridad vial son indiscutibles, hay consenso a nivel mundial de la importancia de incluirlas como buena práctica de seguridad vial en la gestión de la infraestructura. Sin embargo, uno de los tantos obstáculos para su adecuada implementación, es la necesidad de un marco institucional apropiado y aún muchos países carecen de él.

III. NOCIONES FUNDAMENTALES DE AUDITORÍAS DE SEGURIDAD VIAL

III.1. Definición

Numerosas definiciones de Auditoría de Seguridad Vial abundan en la Bibliografía, pero la mayoritariamente aceptada a nivel internacional es la de la Asociación de Autoridades de Transporte y Tránsito de Australia y Nueva Zelanda, (Austroads), que en su publicación *Guide to Road Safety, Part 6: Road Safety Audit (2009)* [13], las define como:

“Una Auditoría de Seguridad Vial es una evaluación formal de un proyecto vial o de tránsito futuro o de un camino existente, en el que un equipo de profesionales calificado e independiente informa sobre el riesgo de ocurrencia de accidentes y sobre el desempeño en términos de seguridad”.

Analizando esta definición, surgen algunas características distintivas de este proceso, entre las que se destacan:

- Es una evaluación **formal**, dado que es solicitado por autoridad competente. Si así no fuera, se estaría hablando de un chequeo de cumplimiento de normas, o verificaciones o inspecciones informales en el proceso de diseño.
- **Proyecto futuro o de un camino existente**; se pueden realizar en cualquier etapa del proyecto vial (factibilidad, anteproyecto, proyecto, construcción, pre-apertura, operación) como se indica en el punto III.3.
- **Equipo de profesionales calificado e independiente**. En cuanto a la **calificación** de los profesionales, se pretende que tengan formación y experiencia en diseño vial, seguridad vial, técnicas de construcción, investigación de accidentes, ingeniería de tránsito, administración de tránsito y que estén familiarizados con el concepto de diseño para todo tipo de usuarios.

Malcolm Bulpitt en 1998 se refirió a la calificación de los profesionales de este modo: *“Esta competencia es en gran medida el resultado de la experiencia transmitida, ya que la ingeniería de seguridad tiene que aprenderse, ella no puede enseñarse”.*

- Con respecto a la **independencia**, los integrantes del equipo deben tener independencia del proyectista, de las empresas constructoras y del Organismo Vial estatal correspondiente, lo que les permitirá ser objetivos en sus evaluaciones, no tener ninguna relación anterior con el proyecto, no estar familiarizados con la historia del lugar y sus características locales, y poseer aptitud para pensar y percibir como cada uno de los posibles usuarios.
- **Riesgo de ocurrencia de accidentes y desempeño en términos de seguridad**; se trata de una revisión del nivel de seguridad provisto por una vía.

El objetivo principal de una ASV es asegurar un alto nivel de seguridad desde el principio del desarrollo del proyecto, identificando potenciales deficiencias de seguridad para todos los usuarios de los caminos y otros afectados por un proyecto vial, y brindando las recomendaciones de mejoras en la “seguridad” (no soluciones de diseño) para la remoción o mitigación de sus impactos.

En “todos los usuarios” se incluyen peatones de todas las edades (jóvenes, adultos, ancianos), ciclistas, motociclistas, conductores y acompañantes de automóviles, camiones, ómnibus, y pasajeros de transporte público.

III.2. Beneficios

Las Auditorías de Seguridad Vial, usadas sistemáticamente, mejoran el nivel de seguridad de las vías, minimizando la aparición de situaciones de riesgo.

Los beneficios de las Auditorías se pueden ordenar en: beneficios cuantitativos y beneficios cualitativos.

Dentro de los beneficios cuantitativos lo más valorable es la disminución de los costos por el descenso en la cantidad y severidad de accidentes. Investigaciones en Reino Unido indican que hasta un tercio de los accidentes se podrían evitar en una vía auditada, mientras que otras investigaciones hablan de hasta un 50 % de reducción.

Adicionalmente se pueden computar menores costos en la vida útil del proyecto, como consecuencia de la menor necesidad de modificaciones del diseño después de la construcción (acciones correctivas).

Entre los beneficios cualitativos pueden mencionarse la prominencia de una cultura de seguridad vial que ponga énfasis en una mayor consideración de las necesidades de seguridad de todos los usuarios (principalmente los usuarios vulnerables de la vía), la obtención de una mayor conciencia por parte de los implicados en la planificación, el diseño, la construcción y el mantenimiento de proyectos viales en cuanto a la trascendente intervención de la seguridad vial, y la mejor comprensión y documentación de la Ingeniería en Seguridad Vial.

III.3. Etapas

Una ASV puede realizarse en cualquier etapa de un proyecto vial (factibilidad, anteproyecto, proyecto, construcción, pre apertura, operación).

No obstante, no se debe perder de vista que el objetivo primario de las auditorías es detectar antes de la construcción y puesta en servicio de una obra los posibles problemas de todos los usuarios potenciales, para que se adopten las medidas necesarias para eliminar o mitigar esos problemas antes de su apertura al tránsito.

Sobre estas premisas, se han agrupado y ordenado las instancias del proyecto vial, adoptándose las siguientes etapas:

- Etapa de factibilidad
- Etapa de anteproyecto/proyecto
- Etapa de construcción
- Etapa de operación

III.3.1. Etapa de factibilidad

En la etapa de factibilidad, una auditoría evalúa el desempeño potencial de seguridad del diseño conceptual propuesto con respecto a la localización del camino, movimientos de los usuarios, impactos y alcances del proyecto. Los auditores deben centrarse en cómo la obra afectará la continuidad de la red vial adyacente y en identificar las necesidades de seguridad de todos los usuarios. En esta etapa las auditorías pueden ser muy efectivas, ya que los cambios o mejoramientos del proyecto son altamente rentables debido a los bajos costos de implementación.

III.3.2. Etapa de anteproyecto/proyecto

En esta etapa una auditoría evalúa la seguridad en los alineamientos horizontal y vertical, sección transversal, distancias de visibilidad, intersecciones o intercambiadores, accesos, etc.

Los auditores revisan y evalúan los planos de diseño geométrico, iluminación, señalización, sistemas de contención, forestación, etc. y su interacción, con miras a la futura operación del proyecto.

En esta etapa, es donde las ASV muestran la mayor relación beneficio-costo.

III.3.3. Etapa de construcción

En la etapa de construcción, una auditoría debe verificar en el terreno que lo que se está construyendo es adecuado en términos de seguridad vial.

Los auditores deben evaluar la seguridad en la construcción y especialmente en los desvíos de tránsito y la señalización de obra.

Una vez que el proyecto se encuentra totalmente construido, y antes de que esté abierto al público, los auditores deben realizar una visita al terreno de día, de noche, y en lo posible, con condiciones climáticas adversas, a fin de asegurar que se hayan satisfecho adecuadamente las necesidades de seguridad de todos los usuarios. Este tipo de evaluación intenta determinar si existen condiciones peligrosas no evidenciadas en las auditorías previas.

III.3.4. Etapa de operación

Las auditorías pueden realizarse poco después de la apertura al tránsito. En este caso pueden intuirse comportamientos operacionales y obtenerse zonas problemáticas observando lo que no se evidenció antes de la apertura. Aunque más costosas, las medidas correctivas todavía pueden ser moderadamente rentables.

Cuando la vía está en operación, la observación del comportamiento de todos los usuarios en la vía permite corroborar medidas mitigatorias (si las hubiere) e identificar deficiencias relacionadas con la seguridad.

Para hacer más eficientes las Auditorías en esta etapa, es necesario contar con un buen sistema de recolección y procesamiento de datos de accidentes viales y la detección georreferenciada de “*puntos negros*”

El esquema de la figura muestra el ciclo de un proyecto vial y su relación con las distintas etapas de una auditoría.

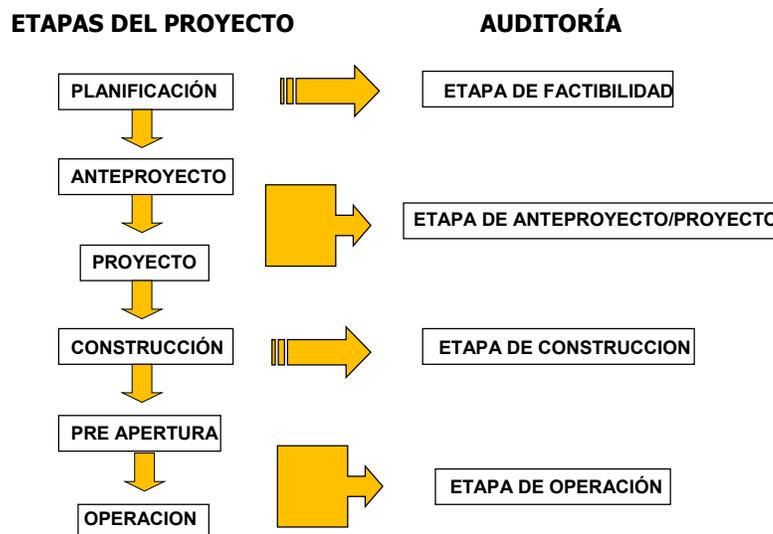


Figura 1. Etapas de Proyecto y Auditorías de Seguridad Vial.

A medida que se avanza en las etapas del proyecto, se tienen menos oportunidades para introducirle cambios.

Por ello, es ampliamente beneficioso auditar un proyecto lo más temprano posible, pues los costos de modificar un diseño son significativamente menores que los costos de los posibles tratamientos correctivos, después de realizados los trabajos. “Siempre es más fácil y más económico rediseñar que reconstruir, borrar una línea de lápiz que quitar hormigón”.

La notable ventaja de auditar en las primeras etapas del proyecto, comienza a reducirse gradualmente desde la etapa de factibilidad en adelante, conforme aumentan los costos de las medidas de mitigación.

III.4. Tipos de proyectos a auditar

Las ASV se pueden realizar en un amplio rango de proyectos que varían en tamaño, localización y tipo.

No existe consenso a nivel mundial para determinar qué proyectos auditar y en qué etapas; ciertas autoridades requieren auditar todos los proyectos viales, otras sólo auditan aquellos de gran envergadura, o una muestra de proyectos aleatoria. Si bien lo ideal sería realizar ASV en todos los proyectos, la asignación de recursos es un factor importante que generalmente se contrapone con lo óptimo.

Corresponderá a la autoridad de aplicación establecer los criterios para definir los proyectos a auditar, entre los cuales convendría considerar la accidentología y el costo de la auditoría referida a la inversión realizada o a concretar.

III.5. Participantes en una ASV

Usualmente, en una ASV participan tres personas u organizaciones, cada una de ellas con roles y responsabilidades claras y predeterminadas, dado que como ya se ha señalado, una ASV es un procedimiento formal. Los roles y funciones de cada una de las partes, algunos propios y otros en las que coparticipan o interactúan, suelen variar de un país a otro y de una organización a otra, en función de los recursos disponibles y de la normativa establecida por las autoridades locales y/o de las agencias viales con incumbencia en esta materia. Más adelante se presenta en forma resumida un esquema del procedimiento general que se recomienda. Las partes intervinientes en una ASV, son las siguientes:

- **El Proyectista:** es la consultora o dependencia del ente vial gubernamental responsable de la planificación y el diseño del camino.
- **El Auditor:** es la organización independiente, persona o equipo que revisa el proyecto o la obra. Para hacer una auditoría de calidad es imprescindible que el auditor tenga conocimientos y experiencia en seguridad vial y en diseño de caminos (ver punto III.6.)
- **El Patrocinador u Organismo Impulsor:** es la organización (ente o autoridad) que promueve y encarga la auditoría, y quien normalmente contrata al auditor. Por este motivo es quien debe redactar los términos de referencia a los que se ajustará el contrato del auditor, definiendo los procedimientos y el alcance de la auditoría.

III.6. Equipo Auditor

El auditor o los auditores integrantes del equipo deberán reunir los siguientes requisitos:

Independencia

El auditor de seguridad vial debe ser independiente, no debe tener ningún vínculo o relación con el proyecto y proyectista y el organismo vial estatal interviniente, lo que contribuye a su objetividad.

Capacidad

Es esencial que los auditores sean especialistas en Ingeniería de Seguridad Vial. En particular se requieren sólidos conocimientos en las siguientes áreas:

- a) Ingeniería de Tránsito
- b) Planificación y Diseño Vial
- c) Técnicas de Construcción e
- d) Investigación, Prevención y Reconstrucción de Accidentes.

Además, es conveniente la concurrencia de otras disciplinas como profesionales con conocimientos en comportamiento humano, policías de tránsito, etc. No obstante, las capacidades y experiencias requeridas serán diferentes según las diferentes etapas del proyecto que se audite.

Experiencia

Es requisito fundamental que el equipo de auditoría sea conducido por un Auditor Senior en Seguridad Vial con sólida experiencia, en especial en similares auditorías para la cual se lo contrata.

Si bien corresponde a la Autoridad local definir los perfiles y requisitos exigibles, para una auditoría de calidad se recomienda que el líder del equipo reúna las siguientes condiciones:

- a) Experiencia de formación: haber trabajado al menos diez años en el diseño de obras viales importantes, en ingeniería de tránsito o en construcción de caminos, bajo la supervisión de un ingeniero vial experimentado.
- b) Experiencia como auditor: estar registrado como tal en una organización de indiscutido reconocimiento en la materia, o acreditar haber completado y aprobado un curso internacionalmente reconocido de formación de auditores.
- c) Experiencia en entrenamiento: haber participado en al menos cinco auditorías completas, incluyendo por lo menos tres auditorías de la etapa para la cual se lo contrata. Asimismo, podrá ser exigible mantener su práctica actualizada con su participación en una auditoría por año.

Estos umbrales mínimos de exigencias podrán ser regulados o modificados por la Autoridad competente de acuerdo con los propósitos que se establezcan en el marco de un Programa Piloto de Implementación de Auditorías de Seguridad Vial.

En el mismo sentido, corresponderá a la Autoridad delinear e instrumentar un Programa de Capacitación de Auditores de nuestro medio. Esta capacitación deberá ser teórico-práctica, e incluir la formación de auditores mediante su participación en auditorías lideradas por un Auditor Senior, con el objetivo de ir sumando conocimientos y experiencias en la práctica insustituible dentro de un equipo de auditoría.

Cuando una organización o ente estatal no cuenta con las capacidades y experiencia necesarias para realizar auditorías de seguridad vial, es recomendable importar esas capacidades y empezar por un proyecto piloto (proyectos específicos adecuadamente seleccionados) asistido por uno o dos experimentados auditores en seguridad vial y aprovechar las oportunidades impulsando, al mismo tiempo, talleres de capacitación y entrenamiento para los potenciales o futuros auditores, con el objetivo final de formar equipos propios de la organización.

III.7. Selección del equipo de auditoría

Para poder seleccionar a los integrantes de un equipo de Auditoría con los condicionantes tratados específicamente en el punto anterior, es necesario contar con una oferta importante de profesionales capacitados.

Por tratarse de una práctica aún no desarrollada en nuestro medio, será necesario diseñar e implementar una adecuada capacitación teórico-práctica de los futuros auditores, que en una primera etapa podrán requerir de la asistencia de auditores expertos formados en otros países u organizaciones con experiencia en la materia, para conducir los equipos. Es deseable que en las primeras auditorías o pruebas piloto, estos expertos transfieran sus conocimientos y habilidades a los restantes integrantes del grupo, a modo de capacitación práctica en procura de adquirir mayor experiencia que en un futuro los habilite a conducir equipos.

Según el proyecto que se audite, los requisitos y cualidades exigibles serán diferentes, siendo indispensable, en general y para todos los casos, una sólida formación y experiencia en ingeniería de seguridad vial, al menos en el auditor líder o jefe del equipo.

En referencia al tamaño más adecuado del equipo, hay coincidencia que el número de integrantes varíe entre 2 y 4 personas, no hay un número óptimo, dependerá de la magnitud e importancia del proyecto. Si bien para proyectos en pequeña escala puede ser efectivo contratar un solo auditor (dependiendo de su capacidad y experiencia), se prefieren dos integrantes a uno solo, por el valioso aporte del intercambio de opiniones y de transferencia de conocimientos, aspecto indispensable para la formación de nuevos auditores. Asimismo, no son deseables equipos de más de cuatro integrantes.

IV. EL PROCESO

Una auditoría de seguridad vial sigue un procedimiento, cuyos pasos principales se ilustran en el gráfico de la Figura 2. Los pasos que se describirán pueden aplicarse a todos los tipos de auditorías, son comunes para todas las etapas. Sin embargo, según la etapa que se audite y las características del proyecto, algunos pasos adquirirán mayor relevancia. Este es el proceso completo:



Figura 2. Los pasos en una auditoría de seguridad vial.

Según las características, magnitud e importancia del proyecto a auditar, el proceso deberá ajustarse a él, y algunos pasos pueden resultar más o menos importantes. Se describen a continuación las fases del proceso:

IV.1. Recopilar los antecedentes y entregar la información

En esta etapa el patrocinador del proyecto debe suministrar al equipo de auditoría toda la información necesaria para posibilitar una correcta comprensión y evaluación del proyecto. Esta información deberá ser previamente recopilada y suministrada por el proyectista.

La integralidad del contenido de la documentación dependerá del tipo de auditoría de que se trate, pudiendo ser necesario además, recoger información adicional, tal como intensidades de tránsito, clima, aspectos ambientales, etc.

De tratarse de un proyecto que haya sido auditado en una fase previa, la documentación incluirá necesariamente los Informes de ASV anteriores.

Adicionalmente, es conveniente entregar al equipo auditor un escrito, donde el Patrocinador exponga claramente el propósito del proyecto buscado por el proyectista, los compromisos de diseño, sus resoluciones y una declaración del resultado esperado de la auditoría, de su objeto y alcance.

IV.2. Concretar una reunión inicial

En la reunión inicial, que reviste el carácter de formal, usualmente participan: el patrocinador del proyecto, el equipo auditor (o su líder) y el proyectista (o constructor, según la etapa del proyecto que se audite).

En esta reunión inicial se debe explicar al proyectista el proceso de auditoría; asimismo, suministrar al equipo de auditoría toda la información y documentación necesaria.

En la reunión deberán definirse las responsabilidades y el alcance de las futuras tareas para todas las partes asistentes. En esta oportunidad, también se pactan las formas de comunicación hasta que finalice la auditoría, para el caso de que los auditores requieran aclarar aspectos del proyecto que no comprendan.

En caso que la obra ya esté construida, los pasos señalados y todos los posteriores deberán ser adaptados consecuentemente y con el mismo espíritu.

IV.3. Analizar y evaluar el proyecto

En esta etapa, el equipo auditor debe revisar y analizar la información antecedente puesta a disposición, para poder evaluar el comportamiento a la seguridad del proyecto sometido a análisis y lograr obtener una suerte de diagnóstico previo, el que servirá para la selección de los procedimientos a aplicar. El objetivo es identificar deficiencias y establecer la probabilidad de ocurrencia de accidentes.

Este paso debe completarse con inspecciones al terreno de emplazamiento de las obras. Una revisión de la documentación (planos y otros antecedentes) antes de las inspecciones servirá, en primer lugar, para determinar los posibles sectores que deberán ser cubiertos por las tareas de campo.

Las inspecciones del terreno se simplifican con la utilización de las distintas listas de verificación (según la fase de la obra que se esté auditando) y otras notas de campo

que resulten relevantes. El trabajo se completa en gabinete, ya con los datos relevados del lugar, donde se volverá a analizar la documentación (antecedentes, listas de verificación y reporte de campo) tendiente a identificar probables deficiencias del proyecto en materia de seguridad, objetivo principal de una ASV.

La auditoría debería limitarse estrictamente a los aspectos de seguridad vial, con una visión amplia, considerando todos los usuarios involucrados, los que requieren atenciones muy diferentes unos de otros.

En base a las evidencias obtenidas, cada miembro del equipo deberá elaborar de acuerdo con su función y especialidad (en el caso de equipos interdisciplinarios) un borrador o listado de los problemas de seguridad identificados en el trabajo de campo. Seguidamente, cada problema o deficiencia identificada será discutida por todo el equipo auditor, y el líder del equipo determinará si el problema detectado constituye un factor, real o potencial, desencadenante de accidentes, evaluando al mismo tiempo la severidad o gravedad de la colisión más probable. Esta etapa de discusión se considera clave en este proceso.

Este debate debe conducir a la elección de la medida más adecuada para la deficiencia o peligro detectado. Una ponderación del costo-beneficio de las distintas alternativas evaluadas servirá para la toma de decisiones. En base al punto anterior se elaboran las respectivas recomendaciones para cada deficiencia detectada sin necesidad de especificar los detalles técnicos de la solución propuesta (ver recomendaciones en el punto IV.5. - Redactar el informe de auditoría)

IV.4. Inspeccionar el terreno

Es esencial que todo el equipo auditor visite el lugar de emplazamiento del proyecto para poder apreciar su inserción en el entorno e interacción con los caminos de la red existente. Se tratará de visualizar los potenciales efectos y conflictos que generará la obra, considerando todos los usuarios del camino, no sólo los conductores, puesto que los requerimientos de seguridad son marcadamente diferentes para cada grupo de usuarios. El trabajo de campo se requiere en todas las etapas porque provee al equipo un cabal conocimiento de las condiciones existentes en la zona de emplazamiento.

Además, la inspección debería abarcar más allá de los límites de los planos del proyecto, incluyendo las zonas adyacentes al camino. Las zonas llamadas de interfaz camino nuevo-camino existente, requieren especial atención, puesto que la zona de transición del camino nuevo (generalmente de un estándar superior en un contexto de actualización de las normas de diseño) con la red vial existente, suelen presentar deficiencias de seguridad.

Es importante decidir cuándo es el momento más efectivo para inspeccionar el lugar, puesto que las condiciones de tránsito suelen variar, según se trate del día de la

semana o incluso la hora. Asimismo, es conveniente efectuar recorridos en ambos sentidos, durante el día, en horas de la noche en busca de deficiencias que sólo pueden percibirse en ausencia de luz natural, en situaciones de visibilidad acotada (por ejemplo niebla, llovizna, lluvia), diferentes condiciones climáticas, etc.

El empleo de listas de verificación (también denominadas *check-list*) es un aspecto considerable en esta instancia, para asegurarse de no omitir ningún aspecto relevante relacionado con la seguridad.

El trabajo se complementará con la toma de fotografías y videos, para facilitar la posterior referencia.

IV.5. Redactar el informe de auditoría

El informe de auditoría deberá señalar claramente los aspectos deficientes del proyecto que potencialmente pueden afectar negativamente el nivel de la seguridad para todos los usuarios de la vía y proponer recomendaciones sobre las acciones correctivas de dichas deficiencias. El informe debe limitarse a estos dos objetivos, sin calificar el diseño.

Los hallazgos de auditorías son las deficiencias de seguridad identificadas en el proceso: los sectores que no aseguran determinados umbrales de seguridad, lo que es potencialmente peligroso, lo que podría desencadenar ocurrencia de accidentes. Deben estar correctamente enunciados, limitándose a describir el peligro potencial pero no cómo solucionarlo.

Las recomendaciones usualmente se formulan a modo de propuestas generales o directrices, de naturaleza adecuada y razonable. No deberán precisar los detalles de la solución técnica a emplear para corregir o mitigar los defectos encontrados, puesto que no es misión del auditor rediseñar el proyecto, cuya responsabilidad recaerá en el proyectista quien conoce todas las restricciones y posibilidades del proyecto para ser modificado.

Es adecuado jerarquizar las recomendaciones, indicando prioridades en función de la importancia de los hallazgos (nivel de riesgo potencial); así las recomendaciones asociadas a los hallazgos más peligrosos pueden ser expresadas como de carácter “urgente” o “importante”, para que el destinatario del informe les otorgue un tratamiento prioritario o preferencial.

El informe deberá ser conciso y claro, limitándose exclusivamente a los temas asociados a la seguridad. En cuanto a su contenido, un informe de auditoría típico puede seguir el siguiente ordenamiento, el que debe incluir al menos los siguientes puntos:

- a) Información general del proyecto

- b) Información y documentación utilizada como antecedentes
- c) Procedimientos empleados
- d) Hallazgos y recomendaciones
- e) Formalidades y firmas.

Un Modelo de Informe de Auditoría se adjunta como Anexo B.

IV.6. Mantener una reunión de cierre

Esta reunión de cierre persigue dar el debido tratamiento y discusión a los hallazgos y recomendaciones con miras a implementar las acciones correctivas.

Al igual que en la reunión inicial, participan el patrocinador del proyecto, el equipo auditor y el proyectista. Esta reunión deberá servir para que el proyectista clarifique dudas acerca de las propuestas o sugerencias para los problemas de seguridad identificados en la auditoría.

Finalmente, también debe establecerse un plazo para elaborar y dar respuesta formal al informe de auditoría.

IV.7. Responder al informe de auditoría

Una vez entregado el Informe y revisado los resultados de la auditoría es momento de tratar las recomendaciones de la auditoría de manera efectiva; determinando si las medidas propuestas deberían implementarse, o de lo contrario, justificar por escrito las razones de tal negativa.

La respuesta al informe debe ser elaborada por el patrocinador (previa consulta con el proyectista, o en forma conjunta), respondiendo clara y concisamente a cada una de las recomendaciones. No obstante, es recomendable que exista un protocolo, donde se establezcan los responsables para cada instancia, especialmente, quien responderá el informe de auditoría y quien decidirá si las acciones correctivas se realizarán.

Las recomendaciones de la auditoría no son de carácter obligatorio o vinculante. No obstante, las razones para la no aceptación de una recomendación deberán fundamentarse y documentarse adecuadamente. Cada recomendación puede encuadrarse básicamente de la siguiente forma:

- a) aceptación total; implica generar una solución técnica en línea con las directrices de la recomendación
- b) aceptación parcial; debido a ciertos condicionantes (por ejemplo el alto costo de la obra de remediación) se implementan acciones que no resuelven totalmente el

problema de seguridad mediante un tratamiento alternativo de menor efectividad y

c) rechazo; no se acepta la recomendación.

En todos los casos, deberá fundamentarse por escrito el tratamiento otorgado a cada recomendación, pero para el caso b) y c) debería tenerse especial cuidado sobre la correspondiente fundamentación, considerando los eventuales efectos legales derivados de esta decisión. Es necesario explicar el por qué no puede adoptarse la recomendación (por ejemplo, limitaciones financieras) y en ese caso considerar la adopción de otras opciones posibles para reducir el riesgo asociado con el problema identificado.

Ciertamente, la toma de decisiones es un punto crítico del proceso. En el caso de una recomendación difícil de implementar, será necesario considerar variables tales como: la probabilidad de que la deficiencia conduzca a un accidente (evaluación del riesgo), la gravedad del daño en el caso que el accidente se produzca (severidad), el costo del tratamiento de remediación y el grado de efectividad de la medida a implementar; y eventualmente considerar soluciones alternativas.

El informe de respuesta junto al informe de auditoría, conforman la parte final del expediente de la ASV.

IV.8. Implementar los cambios

Finalmente, una vez decidido el tratamiento de cada recomendación, restará implementar las acciones correctivas. El proyectista será el encargado de rediseñar los aspectos deficientes para remediar los problemas de seguridad identificados y la autoridad responsable deberá garantizar su concreción.

Con este paso se da por finalizado el proceso de la ASV. No obstante, se considera óptimo que el proceso se cierre con el aprovechamiento de los nuevos conocimientos obtenidos en una auditoría, para ayudar a que en nuevos proyectos no se repitan similares errores de diseño.

Otro aspecto importante es la revisión de los estándares de seguridad exigidos. Si las auditorías arrojan deficiencias notables no originadas en incumplimientos de la normativa vigente, esto debería conducir a la adopción de normas de diseño más seguras (en Argentina las normas de diseño geométrico en vigencia formal están significativamente desactualizadas) [2].

También merece destacarse la importancia de aprovechar el conocimiento adquirido por la capacitación y entrenamiento ganado por los auditores que participaron en la auditoría. Finalmente, a medida que se gane experiencia en la ejecución de auditorías, puede resultar conveniente una realimentación en los procedimientos de auditorías utilizados, efectuando cambios o ajustes tendientes a hacerlos más eficaces.

V. DEFICIENCIAS Y ASPECTOS PELIGROSOS EN NUESTROS CAMINOS

El factor seguridad debe ser primario en la concepción de cualquier obra vial. Y con ello, la determinación de la velocidad de diseño, y consecuentemente todos los elementos del camino, como son radios de curvatura horizontales, longitudes de alineamientos entre curvas, distancias de visibilidad, anchos de calzadas y banquetas, anchos de obras de arte, pendientes de taludes, peraltes, intersecciones, etc., deben reunir por sí, y en su conjunto, una serie de condiciones que los hagan compatibles, de modo tal que la seguridad se mantenga en todos y cada uno de los puntos de la vía.

Las condiciones viales potencialmente peligrosas más frecuentes en nuestros caminos, están vinculadas con los siguientes aspectos: velocidad de diseño, diseño coherente, visibilidad, alineamientos, sección transversal, costados del camino, control de accesos, intersecciones, señalización, demarcación, etc.

Se acompañan ejemplos de estas deficiencias en nuestras rutas en el Anexo A.

VI. LISTAS DE VERIFICACIÓN

El empleo de listas de verificación (o *check-list*) es una instancia muy importante dentro de los procedimientos desarrollados por los auditores.

Su propósito principal es asegurar que el auditor no omita ningún aspecto relevante relacionado con la seguridad. Asimismo, es un elemento que contribuye a identificar los problemas o deficiencias de seguridad en forma ordenada y sistemática.

Por otra parte, también pueden ser utilizadas oportunamente por los proyectistas, a modo de auto-revisión para verificar que todos los aspectos de seguridad asociados al diseño han sido contemplados y bien tratados.

Las listas de verificación pueden ser utilizadas cualquiera sea la etapa del proyecto que se audite, incluyendo la etapa de construcción y para caminos en operación.

Algunas guías o agencias viales utilizan dos tipos de listas: a) listas generales, y b) listas detalladas. Las listas generales dan al auditor un listado general de los tópicos a considerar, según la etapa del proyecto en que se está auditando. Los auditores experimentados suelen preferir el uso de listas generales (o "maestras") y resultarles suficiente. Su experiencia les permite discernir cuáles ítem resultan relevantes de acuerdo con el proyecto a auditar y cuáles no. Las listas detalladas se elaboran sobre los temas contenidos en la lista general. Estas listas contienen temas/ítem agrupados por áreas de interés (por ej. Alineamiento, intersecciones, señalización).

En todos los casos, es recomendable que los integrantes del equipo auditor se encuentren familiarizados con las listas que vayan a emplear, en especial en dos instancias: a) al examinar la documentación técnica del proyecto (croquis, planos, etc.); y b) en for-

ma previa al trabajo de campo (inspección del terreno). Para el segundo caso, lo ideal es su adecuación (eliminación de ítem no relevantes o preguntas no aplicables con respecto al tipo de proyecto o camino que se audite) e impresión, para un empleo más práctico y eficiente en el terreno.

Estas listas pueden ser utilizadas para evaluar el desempeño en seguridad vial de cualquier tipo de camino y en cualquier etapa del proyecto.

Debe tenerse presente, que en todo el material consultado, hay coincidencia en que las listas de verificación no sustituyen la experiencia y el conocimiento del auditor o especialista, son meras herramientas que ayudan a no omitir ningún aspecto importante y a identificar cualquier deficiencia en materia de seguridad.

CONCLUSIÓN

Señalamos en el prefacio que es importante tener en cuenta dos condiciones importantes para la mejora de la Seguridad Vial: la adecuada formación de los Ingenieros Civiles con especialización Vial, y la existencia de Normas de Diseño Geométrico y de Seguridad actualizadas.

Queda claro que se necesitan actualizar los planes de estudio de las facultades de Ingeniería Civil en Argentina incorporando los nuevos conceptos citados en este documento, de forma tal de formar profesionales con la visión de proyectar caminos en relación a la Ingeniería de Seguridad Vial.

A su vez, a medida que vayan aquilatando su experiencia, podrán auto auditar sus proyectos como proyectistas viales o actuando en forma independiente realizar Auditorías de Seguridad Vial (ASV) sobre un proyecto o revisión de seguridad vial sobre un camino en servicio (RSV).

Como ya se reiteró, en Argentina las normas de diseño geométrico están significativamente desactualizadas. Renovarlas y ponerlas en vigencia es una tarea imperiosa. Pero es sólo una base para la aplicación de las Auditorías de Seguridad.

Hay un aspecto que destacar y tiene que ver con las condiciones en que se encuentran los miles de kilómetros de carreteras que forman parte de la red nacional actual, la mayoría de cuyos trazados datan de los años 30 y en muy pocos casos estos alineamientos han sido modernizados en su geometría (en rutas del interior prácticamente en ningún caso). Se trata de diseños geométricos concebidos cuando los criterios no tenían en cuenta aspectos de seguridad vial, cuando se contaba con un reducido porcentaje de camiones porque las cargas viajaban por ferrocarril y cuando las velocidades de operación eran relativamente bajas.

Tampoco depende del diseño la “contaminación progresiva de la zona de camino”, que también está relacionada con decisiones de gestión (o carencia de ellas), de parte de la autoridad administradora.

Pero una vez construida la obra, la falta de gestión del derecho de vía da lugar a un proceso de contaminación paulatina y sostenida de costados, causada por la intervención anárquica de instituciones y particulares a quienes la administración deja vía libre para hacer y deshacer a gusto y placer.

La apertura de accesos clandestinos y la instalación de servicios públicos, de cartería comercial, de monumentos religiosos o altares paganos, de barreras modificadas, de puestos de control (aduana, policía, sanidad agrícola-ganadera, tránsito, etc.), así como especies vegetales de crecimiento espontáneo, comienzan a poblar los costados con estructuras, obstáculos y modificaciones de la sección transversal, violando las normas procedimentales que el administrador pudiera haber desarrollado para la gestión del derecho de vía o zona de camino.

También las inspecciones o revisiones de seguridad vial sirven en estos casos para detectar las deficiencias de diseño obsoleto y las invasiones a la zona de camino, retroalimentando al mismo tiempo los criterios de gestión y de diseño moderno futuro.

En definitiva, consideramos que las Auditorías de Seguridad Vial son necesarias y representan el principal procedimiento de detección de las falencias de diseño vial que pudieran tener un impacto negativo en la seguridad.

Del mismo modo, consideramos que las Inspecciones de Seguridad Vial de las carreteras en operación constituyen la herramienta principal de detección de errores de diseño y de manejo inadecuado del derecho de vía. Esto permite generar la información necesaria para las decisiones de actualización y modernización de las carreteras y una valiosa retroalimentación para mejorar las prácticas de diseño futuro. Finalmente, las inspecciones permiten establecer un diagnóstico que constituya la línea base de referencia para la implementación de planes de seguridad vial sostenibles.

Sería de gran utilidad y eficiencia que las distintas jurisdicciones viales del país elaboraran en su ámbito de acción, un Plan de Auditorías, priorizando su ejecución en el tiempo, tanto de las obras existentes como de las en proyecto o licitación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Anexo C. Las incumbencias o competencias del Ingeniero Civil en Argentina.
- [2] AGN, Estudio Especial de Seguridad Vial, Auditoría General de la Nación, 2013.
- [3] HAUER, E., *The Road Ahead*, Journal of Transportation Engineering, vol. 131, nº 5, 2005.
- [4] G.D. Hamilton Associates Consulting Ltd, *Introducing Road Safety Audits and Design Safety Reviews*, Vancouver, Canada, 1998.
- [5] PIARC, *Road Safety Manual. 2nd Edition*, 2015. <http://roadsafety.piarc.org/en>.
- [6] IEG, *Making Roads Safer. Learning from the world bank's experience*, Independent Evaluation Group/The World Bank Group, Washington DC, 2014.
- [7] OECD/ITF, *Road Infrastructure Safety Management Report*, Organisation for Economic Co-operation and Development Publishing, Paris, 2015.
- [8] European Commission, *White Paper. European transport policy for 2010: time to decide*, Brussels: Commission of the European Communities, 2001.
- [9] European Commission, *Directiva Europea 2008/96/EC*, 2008.
- [10] SWOV, *The Road Safety Audit and Road Safety Inspection*, Factsheet, 2012.
- [11] CONASET, *Guía Para Realizar una Auditoría de Seguridad Vial*, CONASET, Santiago de Chile, 2003.
- [12] NCHRP, *Road Safety Audits. A Synthesis of Highway Practice*, NCHRP SYNTHESIS 336. Washington DC., 2004.
- [13] AUSTRROADS, *Part 6: Road Safety Audit, Guide to Road Safety*, Australia, 2009.
- [14] DNV, *Actualización de Normas de Diseño Geométrico y Seguridad Vial*, Dirección Nacional de Vialidad, Buenos Aires, 2010.
- [15] AASHTO, *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, 5th ed.*, American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington DC, 2004.
- [16] R. Brindle, *Relationship between accidents and access conditions*, ARRB Transport Research, Vermont South, 1998.
- [17] BERARDO, M. Graciela et al. *Principios de Diseño Geométrico Vial. Tomo II*, Córdoba, Argentina, 2009.

ANEXO A

DEFICIENCIAS Y ASPECTOS PELIGROSOS EN NUESTROS CAMINOS

1. Velocidad Directriz

La velocidad directriz o velocidad de diseño es la velocidad que define los parámetros mínimos de diseño referidos a distancias visuales, y alineamientos horizontal y vertical. Otros elementos referidos a la sección transversal como ancho de calzada, banquetas, medianas y zona despejada de peligros también están estrechamente ligados a la velocidad directriz y pueden restringirla. [14]

La velocidad de diseño adoptada debe ser compatible con los objetivos del proyecto y ser adecuada para las actividades a los costados del camino y la topografía. Debe ajustarse al deseo de casi todos los conductores, o sea la velocidad a la cual deseen viajar los conductores cuando puedan circular por un camino con total libertad sin interferencias, y sin que estén afectados por las características de la calzada.

Pueden darse recomendaciones, pero su determinación no es una solución matemática.

Son habituales errores en la determinación de la velocidad directriz, provocando numerosas situaciones peligrosas.

Y además, es habitual encontrar velocidades máximas señalizadas hasta 30 Km/h a 40 Km/h por encima de la velocidad directriz.

2. Diseño Coherente

La coherencia del diseño es la condición bajo la cual la geometría de un camino se encuentra en armonía con las expectativas de los conductores, de modo tal que se eviten maniobras críticas e inesperadas.

Las diferencias entre la velocidad de operación y la velocidad de diseño generan discrepancias con lo que esperan los conductores, quienes sienten violadas sus expectativas. Estas discrepancias provocan situaciones peligrosas.

Según AASHTO [15], la velocidad directriz “debería ser coherente con la velocidad que probablemente espera mantener un conductor” y “debería adecuarse a los deseos de viaje y hábitos de casi la totalidad de los conductores”.

3. Visibilidad

Una de las características que más contribuye a la circulación segura, libre de sorpresas y tensiones es contar continuamente, en todos los puntos del camino, con la debida visibilidad para poder anticipar cómodamente las distintas maniobras a realizar.

Por seguridad, el proyectista debe proveer distancia visual de suficiente longitud para que los conductores controlen la operación de sus vehículos y así evitar la ocurrencia de accidentes.

Por más que los efectos de las curvas horizontales y verticales y la sección transversal en el proyecto sean generalmente cuidadosamente examinados, la distancia de visibilidad puede verse también afectada por árboles, medianas elevadas, barreras de hormigón y similares.

4. Alineamientos

Las tasas de accidentes son influenciadas por la existencia de curvas verticales u horizontales, o por la combinación de ambas.

4.1. Curvas Verticales

Para una operación segura en las curvas verticales, se deben proporcionar amplias distancias de visibilidad, adecuadas a la velocidad de diseño. La frecuencia de accidentes es mayor en las crestas que en los valles.

En los ascensos, ante una participación importante de vehículos pesados, debe proveerse un carril adicional de subida, para no afectar el normal flujo vehicular.

En los descensos, dependiendo del gradiente y de la composición vehicular, será conveniente incluir rampas de escape para vehículos pesados que pudieran perder el control.

4.2. Curvas Horizontales

La tasa de accidentes es inversamente proporcional al radio de curvatura, en las curvas horizontales.

4.3. Coordinación Planialtimétrica

Se afecta la seguridad del camino al resolver su planimetría, rasante y sección transversal sin un detenido análisis de los efectos que sobre la circulación vehicular producirá la particular coordinación de las representaciones individuales.

Los alineamientos horizontal y vertical no deben diseñarse en forma independiente. Los elementos individuales que componen la planta y el perfil de un camino deben estar cuidadosamente dimensionados e interrelacionados, para evitar que el diseño espacial resultante motive en el conductor incertidumbres sobre las trayectorias a seguir, errores de apreciación sobre la amplitud de las curvaturas por recorrer o desorientación espacial.

La falta de coordinación planialtimétrica muestra un trazado desmembrado, desapareciendo y apareciendo de la visión del conductor, lo que puede generarle incertidumbres o engaños visuales que ponen en riesgo su seguridad.



Foto 1. Pérdida de rasante (RP E-53, Córdoba)

5. Sección Transversal

La relación entre los elementos de la sección transversal y la seguridad está afectada por el volumen y la composición del tránsito.

5.1. Anchos de Carril

Los carriles anchos favorecen la seguridad de los usuarios, aunque la evidencia sugiere que hay un límite superior, más allá del cual la seguridad se reduce al crecer el ancho del carril. A su vez, los carriles anchos tienen un impacto negativo en la seguridad de los peatones que intentan cruzar el camino.

Es por eso que al planear secciones transversales seguras, es necesario considerar las necesidades de todos los usuarios viales.

5.2. Anchos de Banquina

Proporcionar banquetas anchas y con superficie estable en toda la longitud del camino favorece la seguridad.

Deben evitarse discontinuidades en el ancho de la banquina, (como el estrechamiento / interrupción que se observa en la Foto 2) e intermitencias en el tratamiento de la superficie.



Foto 2. Estrechamiento de banquina por presencia de pilares (RP E-53, Córdoba)

Es conveniente no proporcionar anchos pavimentados superiores a 2 m porque pueden favorecer el adelantamiento ilegal.

Entre otros defectos habituales en las rutas de Argentina, se advierte la caída del borde del pavimento, que genera la pérdida de control del vehículo que involuntariamente la transita (“morder la banquina”). (Foto 3)



Foto 3. Caída del borde de pavimento

5.3. Mediana

La correcta provisión de una mediana para generar caminos con calzadas divididas, contribuye a una reducción en la tasa de accidentes.

La cantidad de accidentes en un camino multicarril sin separación física es mayor que en uno de dos carriles, para un mismo volumen de tránsito.

Es conveniente, que dentro de lo razonable, tengan el mayor ancho posible. Pero las medianas muy anchas suelen ser desventajosas cuando se usan en intersecciones a nivel porque aumentan mucho el tiempo requerido para cruzarlas.

6. Márgenes del Camino

Los accidentes por salida de la calzada implican choques contra objetos fijos peligrosos ubicados en los costados y/o el vuelco del vehículo. La probabilidad de estos accidentes se minimiza si se reducen los peligros en los costados del camino, es decir si la superficie del costado es sensiblemente plana, firme, y sin obstáculos. [14]

Los costados del camino indulgentes, respecto de los objetos fijos, se logran proyectando en orden de preferencia los siguientes tratamientos: Eliminación, Reubicación, Acción de hacerlos atravesables o Provisión de Sistemas de Contención Vehicular.

Sobre las condiciones peligrosas de talud y drenaje, es conveniente tender los taludes más de 1:4 y diseñar cunetas de perfil traspasable y redondear aristas.

El proyectista debe esforzarse para proveer costados del camino lo más amplios e indulgentes posibles considerando la topografía, las características ambientales, requerimientos de drenaje, de propiedad y compromisos económicos, variables que a menudo determinarán la forma y el área del espacio, libre de peligros, disponible inmediatamente adyacente a la calzada.

6.1. Árboles

La información sobre la exacta ubicación y tamaño de los árboles al costado del camino, suele ser deficiente. Es por eso que el proyectista debe recorrer el trazado para estar seguro de la disponibilidad de zona despejada y de la protección necesaria para los vehículos errantes que impactan árboles.

Un pequeño árbol en la etapa de diseño puede convertirse en un obstáculo cuando el camino se construye o está operando.



Foto 4. Árbol de gran tamaño próximo a la calzada (RP E-53, Córdoba)

6.2. Barreras de Seguridad

Son dispositivos usados para proteger a los vehículos fuera de control de peligros naturales o creados por el hombre, ubicados a los costados del camino, de manera que se minimicen los daños y lesiones tanto para sus ocupantes como para el resto de los usuarios del camino.

Estas barreras deben cumplir ciertos requisitos para que no se vuelvan más peligrosas que si no hubieran sido colocadas. Entre ellos, se pueden mencionar: nivel de contención acorde a la composición del tránsito esperado, extremos tratados, falta de transición entre barreras de diferente rigidez, etc.



Foto 5. Falta de continuidad geométrica y estructural entre barreras de diferente rigidez.



Foto 6. Terminal cola de pez (prohibido su uso en gran cantidad de países)

7. Administración de Accesos

En cada punto del camino, donde los vehículos tienen acceso a tierras adyacentes, existe un riesgo potencial de conflictos y accidentes, por lo que es conveniente reducir lo más posible la cantidad de accesos.

También deben evitarse los accesos en lugares cercanos o sobre las curvas y donde la distancia de visibilidad se vea restringida.

Cuando se hayan proporcionado caminos frentistas o de servicios, el espaciamiento de las interrupciones no debe reducirse al mínimo, al igual que en las interrupciones en medianas, pues los conductores necesitan tiempo para pensar entre situaciones conflictivas.

El desarrollo en las adyacencias del camino deteriora el control de accesos y puede tener un impacto importante en la seguridad a largo plazo.

Los caminos con accesos restringidos pueden tener hasta un 60 % menos de accidentes. ^[16]

8. Intersecciones

Como medida de seguridad en las intersecciones, debe disponerse de una zona o triángulo de visibilidad de suficientes dimensiones para que permita a los conductores de los vehículos que acceden simultáneamente al cruce, verse unos a otros con el tiempo debido, con el fin de prevenir posibles accidentes. Cualquier objeto que se encuentre dentro de esta zona o triángulo que pueda constituir obstrucciones de la visibilidad, deberá eliminarse. ^[17]



Foto 7. Visibilidad obstruida por vegetación (RP E-53, Córdoba)

Para favorecer la seguridad hay que procurar minimizar la cantidad de puntos de conflicto en las intersecciones. Además, se deben establecer claramente las prioridades de paso, con señalización vertical y horizontal para no inducir a confusión.

Es conveniente evitar intersecciones en Y o con ángulos agudos (menores a 60°), ya que restringen la visibilidad hacia adelante y hacia los costados.

Las intersecciones deben ser suficientemente visibles y obvias para los conductores, para evitar maniobras equivocadas.

El diseño de la isleta divisoria en la aproximación a las rotondas debe ser tal que la intersección rotatoria no sorprenda a los conductores, de modo tal de evitar movimientos erróneos.



Foto 8. Ingreso a rotonda que sorprende al conductor (RP E-53, Córdoba)

En las intersecciones, se deben proporcionar puntos de cruce seguros para peatones y ciclistas.

También es favorable considerar refugios centrales, que permitan a los usuarios cruzar el tránsito en una dirección por vez.

Se deben utilizar radios de giro apropiados. Los radios grandes permiten velocidades excesivas que son peligrosas para los peatones, mientras que los radios más pequeños que la trayectoria de giro del vehículo de diseño, hará que estos vehículos oscilen hacia afuera o golpeen los cordones.

Siempre hay que evitar intersecciones confusas, donde el mensaje al conductor no sea claro y pueda llevarlo a maniobras inesperadas y erróneas.

9. Señales Verticales

A menudo se usan señales de tránsito en vez de un diseño apropiado, cuando se intenta resolver un problema real o percibido.

"Es una ironía siniestra sembrar de obstáculos un camino para después tener el placer de señalizarlos" Pascual Palazzo, Ing. argentino (1890-1980).

Antes de usar una señal de tránsito, hay que estar seguro de que esa señal es necesaria para esa situación, que la señal transmita un mensaje claro, inequívoco y coherente a todos los usuarios del camino en todas las condiciones, que su localización no atente contra la seguridad, que las placas y los postes de las señales no sean peligrosos, que no obstruyan la visibilidad de otros dispositivos ni entre usuarios del camino, que no sean un peligro para ciclistas y peatones.



Foto 9. Señales contradictorias: Demarcación 40 Km/h y señal vertical de 60 Km/h (RP E-53, Córdoba)



Foto 10. Señales incoherentes en un mismo punto (RP E-53, Córdoba)

10. Demarcación

El uso de la demarcación horizontal permite una reducción en el número y la severidad de los accidentes. Una adecuada señalización horizontal debe indicar claramente prioridades, prohibiciones o las maniobras que pueden realizarse, canalizar los movimientos, proporcionar una orientación espacial e influir en las velocidades y flujos vehiculares.

11. Secciones de pavimento resbaladizo

Secciones de pavimento resbaladizo, por sus materiales y procesos constructivos, pueden generar problemas en el control del vehículo; en situaciones extremas, dependiendo de la velocidad y de la profundidad de la capa de agua, puede ocurrir hidroplaneo, situación en la que se pierde totalmente el control del vehículo.

12. Visibilidad en condiciones desfavorables

Las personas mayores generalmente tienen una visión más pobre, lo que dificulta la lectura de letras en las señales y también hace que su percepción de anchos, así como de distancias sea más difícil durante la noche y en épocas de poca luz.

En caso de anchos de carril mínimos y de presencia de isletas que enangostan el camino, debe proveerse un alto nivel de alumbrado y demarcación.

La lluvia también afecta la visibilidad de la superficie y la demarcación de los caminos. En algunos casos, resultarán necesarias tachas reflectivas sobreelevadas.

ANEXO B
MODELO DE INFORME DE AUDITORIA

(Modelo de formato básico)

1. Datos del Proyecto (Portada del informe)

- Denominación:
- Proyectista: (organización o consultora)
- Etapa que se audita:
- Ubicación:
- Fecha: (inicio y fin de la auditoría)

2. Descripción del proyecto y documentación entregada

- Breve descripción del proyecto
- Croquis de ubicación y referencias geográficas
- Detalle de la documentación suministrada al equipo auditor (importante)

3. Equipo de Auditoría

- Jefe del equipo: Nombre, especialidad, organización a la que pertenece
- Auditor: Nombre, título, especialidad, función dentro del equipo (opcional)
- Ídem resto del equipo
- Además debe incluirse, en caso de corresponder, a los demás profesionales que participan de la auditoría como parte de un programa de formación de auditores o entrenamiento, aún no tengan función y responsabilidad en el proceso de auditoría.

4. Procedimientos de Auditoría

La presente auditoría dio inicio el día...en oportunidad de la celebración de la reunión inicial en la que participaron: (integrantes y función de cada uno).

Previamente/Durante el transcurso de la reunión fue suministrada al equipo auditor la documentación detallada en el punto 2.

La auditoría comprendió un detallado análisis de los documentos enunciados, una inspección del lugar de emplazamiento del proyecto los días.... en los siguientes horarios y condiciones meteorológicas: El detalle de las tareas de campo se adjunta en el Reporte de Campo (opcional). Por último, se concretó una reunión final, en fecha..., a la que asistieron: (integrantes y función de cada uno).

Durante la Auditoría se han consultado los documentos, manuales y normativa listados en el Anexo a este informe.

La presente auditoría se realizó siguiendo los procedimientos establecidos en las Directrices para la realización de ASV Ministerio de Transporte - ANSV.

5. Hallazgos y recomendaciones

Para cada Tema o ítem analizado:

a) Hallazgo (o deficiencia de seguridad):

Breve descripción del hallazgo (uno o dos párrafos)

b) Recomendación:

Enunciado y jerarquía de la recomendación (IMPORTANTE, etc.)

6. Declaración formal del Auditor y firmas

Los auditores abajo firmantes declaramos haber examinado los planos y documentos descritos y haber inspeccionado el lugar de emplazamiento del proyecto según lo descrito en el punto 4.

El objeto de la auditoría es identificar toda característica o elemento del diseño/construcción que pudiera derivar en problemas de seguridad y proponer lineamientos para solucionarlos. Asimismo, estas recomendaciones se han formulado jerarquizando su importancia según su impacto en la seguridad.

Firma Auditor Jefe o líder del equipo/
Aclaración (Nombre y función)

Firma Auditor Senior (opcional)/
Aclaración (Nombre y función)

ANEXO C

1) Las incumbencias o competencias del Ingeniero Civil en Argentina

En Argentina, la Ley Nacional de Educación Superior N° 24.521 (LES) sancionada en el año 1995, establece en su Artículo 43:

“Cuando se trate de títulos correspondientes a profesionales reguladas por el Estado, cuyo ejercicio pudiera comprometer el interés público poniendo en riesgo de modo directo la salud, la seguridad, los derechos, los bienes o la formación de los habitantes, se requerirá que se respeten, además de la carga horaria a la que hace referencia el artículo anterior, los siguientes requisitos: a) Los planes de estudio deberán tener en cuenta los contenidos curriculares básicos y los criterios sobre intensidad de la formación práctica que establezca el Ministerio de Educación, en acuerdo con el Consejo de Universidades; b) Las carreras respectivas deberán ser acreditadas periódicamente por la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria o por entidades privadas constituidas con ese fin debidamente reconocidas. El Ministerio de Educación determinará con criterio restrictivo, en acuerdo con el Consejo de universidades, la nómina de tales títulos, así como las actividades profesionales reservadas exclusivamente para ellos”.

Las actividades reservadas forman un subconjunto limitado dentro del total de actividades que habilita la posesión de un título; se refieren a aquellas intervenciones profesionales que puedan comprometer o implican riesgo en relación con un bien público o puedan afectar de manera directa a las personas. Por lo tanto, requieren supervisión y control por parte del Estado.

En la Resolución N° 1232/2001 del Ministerio de Educación, cita en su ANEXO V-4: ACTIVIDADES PROFESIONALES RESERVADAS AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL, entre otras a:

A. Estudio, factibilidad, proyecto, dirección, inspección, construcción, operación y mantenimiento de: ... 9. Obras viales y ferroviarias

B. Estudios, tareas y asesoramiento relacionado con:

....3. Planeamiento de sistema de transporte en general. 4. Estudio de tránsito en rutas y ciudades.... 8. Arbitrajes, pericia y tasaciones relacionados con los mismos incisos anteriores.

Por lo expuesto corresponde al Ingeniero Civil, la actividad reservada de las auditorías y revisiones de seguridad vial, ya que es el profesional que realiza el estudio, factibilidad, proyecto, dirección, inspección, construcción, operación y mantenimiento de una obra vial.

Es así que siendo una auditoría de seguridad vial, aquella que permitirá detectar errores y proponer mejoras sobre el diseño y una vez construido el camino, se entiende claramente que es el Ingeniero Civil quien tiene la competencia en este tema en el diseño y construcción de la infraestructura vial, tema de interés público, ya que hay riesgos en la circulación en las rutas debido al diseño del camino y el Estado debe regular.

Por supuesto se entiende que el profesional debe acreditar la capacidad y experiencia para poder realizar las auditorías.

Es allí donde el Estado regula, mediante por ejemplo, la exigencia de estas auditorías en proyectos y obras.

Como así también la creación de un Registro de Auditores en Seguridad Vial, que correspondería a la órbita de los organismos viales, sea la Dirección Nacional de Vialidad o las Vialidades Provinciales, según la jurisdicción del proyecto u obra, donde se certifican y evalúan las competencias y antecedentes de los profesionales inscriptos.

En nuestro medio no hay registro de auditores para realizar auditorías y o revisiones de seguridad vial.

2) Situación de los programas de diseño de caminos en carreras de Ingeniería Civil en Argentina

A partir de las “actividades reservadas” que otorga el Ministerio de Educación de la Nación para cada carrera, las facultades definen “los alcances” del título de Ingeniero Civil, conforme el contenido curricular del programa de las asignaturas de la carrera.

Se observa en el análisis de una muestra de los programas de carreras de Ingeniería Civil de diez facultades de universidades nacionales y privadas de Argentina, que se imparten conocimientos sobre diseño geométrico de caminos, por ejemplo las cátedras o materias denominadas: Diseño y Operación de Caminos, Caminos, Transporte II, Vías de Comunicación I, Vías de Comunicación o Diseño Geométrico de Vías de Comunicación, que la mayoría (7 de 10), sólo se refieren a temas de trazado, diseño geométrico de curvas horizontales y verticales, sección transversal del camino siguiendo la normativa vigente de la Dirección Nacional de Vialidad, elaborada por el Ing Federico Rühle en el año 1967 y su actualización del año 1980 (que en los temas citados mantuvo exactamente lo mismo con las tablas y ábacos de diseño originales).

La versión del 80 contenía además temas de intersecciones y distribuidores en más detalle y la descripción, uso e instalación de elementos laterales del camino, soportes, barreras y amortiguadores de impacto de la época, sin citar norma o ensayo alguno.

Es así que hoy los ingenieros egresan de la mayoría de las universidades, con una formación fuertemente orientada al diseño y cálculo analítico de curvas en el diseño de caminos, así como la ejecución de replanteos y la compensación de movimiento de suelos con la premisa de optimizar el trazado de la rasante y el diseño hidráulico de alcantarillas y puentes. Todo esto de la llamada “ingeniería dura del diseño geométrico vial y estructural de pavimentos”.

3) Propuesta de actualización de programas de estudio

Falta una visión integradora del diseño geométrico en su relación con la Ingeniería de Seguridad Vial, clave básica para realizar una auditoría de seguridad vial.

Es así que, con el avance de las investigaciones desde los años 90, aparecen los hallazgos de por ejemplo Stonex, Leisch, Glennon, en relación a los conceptos de:

- ✓ Zona lateral despejada indulgente con los errores de los conductores que se salen de la calzada y la peligrosidad de los dispositivos de contención y redirección.
- ✓ Los errores de conducción inducidos por los defectos geométricos del camino, la necesidad de estudiar la expectativa del conductor en relación a lo que lee del camino
- ✓ La coherencia del diseño, citada por algunos autores como consistencia del diseño. (del inglés *design consistency*).
- ✓ Conceptos de seguridad nominal (diseñar elementos geométricos según normativa) y de seguridad sustantiva (diseñar en base a información y experiencia acci-dentológica).
- ✓ Flexibilidad del diseño, conceptos de caminos autoexplicativos.
- ✓ Diseño en características geométricas en relación a la función del camino (acceso, colector o local).
- ✓ Apaciguamiento de tránsito, (*Traffic Calming*), Travesías o Pasos urbanos (caso donde la ruta atraviesa una ciudad o poblado o caso de zona urbana).

Queda claro que se necesitan actualizar los planes de estudio de las facultades de Ingeniería Civil en Argentina incorporando los nuevos conceptos citados, de forma tal de formar profesionales con la visión de proyectar caminos en relación a la Ingeniería de Seguridad Vial.

A su vez, con el tiempo podrán auto auditar sus proyectos como proyectistas viales o actuando en forma independiente realizar Auditorías de Seguridad Vial (ASV) sobre un proyecto o revisión de seguridad vial sobre un camino en servicio (RSV).