ICPA

INSTITUTO DEL CEMENTO PORTLAND ARGENTINO

San Martín 1137 Piso 1 C1004AAW
Ciudad Autónoma de Buenos Aires
República Argentina

T: (54 11) 4576.7695 / 7690
F: (54 11) 4576.7699
www.icpa.org.ar

Los Sistemas de Gestión de la Calidad y Ambiental del ICPA han sido certificados según las normas IRAM-ISO 9001:2008 y 14001:2004.

JUNTA EJECUTIVA
Presidente: **Ing. GUILLERMO CABANA**
Vicepresidente 1º: **Ing. NICOLÁS M. BERRETTA**
Vicepresidente 2º: **Sr. HUGO BADARIOTTI**
Vicepresidente 3º: **Ing. JORGE W. ORDOÑEZ**
Secretario: **Sr. M. ENRIQUE ROMERO**
Prosecretario: **Ing. MIGUEL MARCONI**
Tesorero: **Sr. NÉSTOR FITTIPALDI**
Protesorero: **Ing. ROBERTO LOREDO**
Director de Actividades Técnicas: **Ing. MARIO LEIDERMAN**
Director de Difusión: **Lic. RICARDO REPETTI**
Director de Capacitación: **Ing. NORBERTO CERUTTI**

Director Ejecutivo: **Ing. JORGE LAFAGE**
Director de RRII y Comunicaciones: **Lic. FEDERICO ANDREON**

STAFF

CARRETERAS
Año LVIII - Número 214
Julio de 2014

Director Editor Responsable:
ING. GUILLERMO CABANA

Diseño y Diagramación:
ILITIA GRUPO CREATIVO
ilitia.com.ar

Impresión:
FERROGRAF
Cooperativa de Trabajo Limitada
www.ferrograf-ctl.com.ar
Boulevard 82 Nro. 535 La Plata.
Pcia. de Buenos Aires, Argentina.

revista@aacarreteras.org.ar
www.aacarreteras.org.ar

CARRETERAS, revista técnica, impresa en la República Argentina, editada por la Asociación Argentina de Carreteras (sin valor comercial).

Propietario:
ASOCIACIÓN ARGENTINA DE CARRETERAS
CUIT: 30-53368805-1
Registro de la Propiedad Intelectual (Dirección Nacional del Derecho de Autor): 519.969
Ejemplar Ley 11.723

Realizada por:
ASOCIACIÓN ARGENTINA DE CARRETERAS
Dirección, redacción y administración:
Paseo Colón 823, 6º y 7º Piso (1063)
Buenos Aires, Argentina.
Tel./fax: 4362-0898 / 1957

PÁG. 10

NOTA
ASAMBLEA GENERAL ORDINARIA

PÁG. 15

10 DE JUNIO
DÍA DE LA SEGURIDAD NACIONAL EN EL TRÁNSITO

ÍNDICE

Nota Editorial 04
Próximos Eventos 09
Asamblea General Ordinaria 10
Día de la Seguridad en el Tránsito 15
Jornada de Seguridad Vial en Paraná, Entre Ríos 20
Foro “Movilidad Sustentable” 22
Reportajes realizados durante el foro 24
Invitación a proponer Obras Viales 31
Consejor Vial Federal 32
Visita Internacional Uganda National Roads Authority 34
Ampliación de la Avenida General Paz 36
Autopista Presidente Perón 38
Se inauguró prolongación de la Autopista Illia 42
Bitrenes en Argentina 44
Pre-XVII Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito 48
Conferencia especial del Ing. André Brotó 50
Breves 52

TRABAJOS TÉCNICOS

01. Legibilidad, consistencia y siniestralidad en Rutas Nacionales de la Provincia del Chaco 57
02. Comportamiento de vehiculos pesados en pendientes ascendentes 78
03. Modelo dinámico para determinar la eficiencia de distintos geosintéticos usados como anti-reflejo de fisuras 89
04. Parámetros comunes para la evaluación de proyectos viales 100

DIVULGACIÓN

01. Cuartas potencias, leyes de fatigas y algunas consideraciones sobre ello 112
02. Los nuevos diseños de barreras de seguridad caen ante el primer obstáculo 120

PÁG. 34

VISITA INTERNACIONAL
UGANDA NATIONAL ROADS AUTHORITY

PÁG. 36

OBRA DE INFRAESTRUCTURA
AMPLIACIÓN DE LA AVENIDA GENERAL PAZ

Ing. Guillermo Cabana

HACIA UN NUEVO HORIZONTE

EN SEGURIDAD VIAL

Hace poco más de un mes nuestra asociación tuvo su asamblea anual, como se informará detalladamente en esta edición. No fue una asamblea más, ya que nuestro estatuto exigía la elección de un nuevo presidente.

Después de 10 años de gestión ininterrumpida, el Lic. Miguel Salvia decidió dejar la conducción de nuestra querida asociación. Seguramente no ha sido una decisión fácil para quien dedicó 10 años de su vida con pasión a esta tarea.

Tarea que no pasó ni pasará desapercibida, pues su iniciativa y su trabajo sin descanso **han posicionado a nuestra asociación en un lugar destacado en el ámbito vial y del transporte, tanto a nivel local como regional y mundial.**

Hoy nuestra asociación es un miembro activo, tanto en la *International Road Federation* (IRF), como en la Asociación Mundial de la Ruta (AIPCR-PIARC), siendo nuestro presidente saliente miembro del Comité Ejecutivo de esta última.

Profesionales convocados por la asociación participan activamente en todos los comités para elaborar los documentos que se tratarán en el congreso mundial en Seúl en 2015.

Las actividades de la asociación se han multiplicado y abarcan diferentes aspectos del quehacer vial y del transporte, habiendo asumido -a solicitud de la Dirección Nacional de Vialidad- el rol de Comité Argentino de la Asociación Mundial de la Ruta (AIPCR-PIARC).

Además, los **Congresos Argentinos de Vialidad y Tránsito,** que organizamos cada cuatro años en conjunto con el Consejo Vial Federal y la Dirección Nacional de Vialidad, han tomado un carácter regional, que convoca a numerosos profesionales de nuestro continente.

Es decir, hemos asistido a una etapa que podemos definir como refundacional.

El compromiso que hoy asumimos en este primer contacto es continuar en la misma línea, llevando adelante nuestro lema, ***Por más y mejores caminos***, colaborando con los agentes viales y del transporte en procura de este objetivo.

La mejora de los diseños de las rutas, su construcción y mantenimiento, serán una preocupación constante para nuestra asociación. Así como hemos desarrollado el Manual de Señalización Horizontal, continuaremos trabajando en el Manual de Señalamiento Vertical y toda otra acción tendiente a generar mejoras en la seguridad en el tránsito.

Nuevas previsiones para el diseño de carreteras serán temas a tratar este año, así como el desarrollo de acciones concretas de seguridad a través de la recientemente creada Comisión de Seguridad Vial en el marco de esta asociación.

Ya en este número describiremos lo realizado en el marco de los actos recordatorios del **Día de la Seguridad en el Tránsito, tanto el 10 de junio en Buenos Aires como el 17 de junio en Paraná**, invitados por el **Consejo Vial Federal**. Allí lanzamos el concepto de **Visión Cero**, la nueva filosofía para atacar el flagelo de los muertos y heridos en hechos de tránsito. **Visión Cero** nos compromete a todos y nos lleva a plantear un nuevo escenario para la actividad vial.

Excelentes expositores han analizado el tema de la seguridad vial desde los distintos aspectos. Contamos para ello con el

acompañamiento de la **Cámara Argentina de Consultores de Ingeniería**, que se ha adherido a nuestro acto en forma activa y aportó valiosos disertantes.

Por un lado, hemos visto que es necesario ejercer una rigurosa vigilancia sobre la señalización de nuestras rutas y calles para que se ajusten al sistema de señalamiento vial uniforme que consagró la **Ley 24.449.** Esta vigilancia debe llevarse a cabo por parte de las vialidades, que deberán ser las que determinen el tipo de señal a colocar.

Además, se debe realizar una divulgación más amplia de la norma vigente, para evitar apartarse de ella.

Pero también fue motivo de análisis la calidad y el estado de los pavimentos y su incidencia en la seguridad, así como la importancia del mantenimiento vial. Las mejoras en las carreteras, para consagrar el carácter de carreteras indulgentes, deben considerarse como una necesidad impostergable.

Hemos visto también, en estas jornadas, el costado de la accidentología desde el punto de vista médico y de la justicia de faltas. Pudimos observar cómo las mejoras en las carreteras, tales como la transformación de una ruta en autovía, si bien son cambios necesarios no indican forzosamente una disminución del número de accidentes.

En un análisis sobre la realidad accidentológica de la recientemente convertida en autovía **Ruta Nacional 14 "José Gervasio Artigas"**, pudimos ver cómo se pudo constatar una duplicación del tránsito y se registró un aumento en la cantidad de accidentes. Sin embargo, disminuyó notablemente la cantidad de muertos y heridos graves.

Visión Cero es una filosofía de vida, una nueva forma de encarar el flagelo de la inseguridad en las rutas. Tomando como base la resistencia del cuerpo humano a las acciones mecánicas, determina que el Estado debe garantizar la transitabilidad, priorizando la inexistencia de muertos y heridos graves mediante un cúmulo de acciones que así lo haga posible, ya que el usuario es incapaz de proveerse de todos los elementos que requiere para circular seguro.

Es el Estado, mediante todos sus actores, el que debe garantizar ese medio seguro a través de mejores caminos que, aun ante el error del conductor, no generen un daño grave y que a partir de una vigilancia sobre los vehículos, se garanticen los elementos y condiciones de seguridad necesarios.

También es crucial que desde los organismos de contralor se tomen las medidas necesarias para evitar las infracciones que atentan contra la seguridad propia y la de los demás conductores.

Hemos contado con la presencia de múltiples actores del quehacer vial en estos eventos: funcionarios, técnicos, profesionales, educadores, médicos, miembros de organizaciones civiles vinculadas con el tema. Sin embargo, no ha habido participación de un sector clave en este tema: los agentes de control de tránsito.

Quizás no los hemos sabido convocar. Pero es imprescindible que a estos foros de difusión y debate se sumen cuanto antes aquellos que desempeñan o deben desempeñar un rol fundamental en la seguridad. Agentes municipales, Policía, Gendarmería deberían en el futuro ser parte activa en este tipo de encuentros.

En este orden de cosas, debemos analizar el problema del tránsito en su conjunto. No podemos dejar de considerar los aspectos que hacen a la seguridad, pero también debemos atender con eficiencia la fluidez del tránsito. Es menester atacar el problema en forma integral, de forma tal de contar con planes que permitan garantizar ambos aspectos.

Cada acción sobre nuestras rutas y calles tiene una incidencia determinante sobre estas dos facetas y no pueden ser desarrolladas anárquica e individualmente. Debe existir un diseño adecuado de cada elemento colocado sobre la ruta, con un análisis técnico que permita determinar las mejores soluciones.

La demarcación, la señalización, la semaforización deben ser todos elementos que claramente indiquen al conductor una conducta a seguir y ser objeto de un adecuado proyecto y planificación. Los mensajes claros, oportunos y racionales deben ser la norma.

El comportamiento depende de esas normas y por ello éstas deben ser racionales y permitir en todo momento los desplazamientos ágiles. Las restricciones abusivas suelen ser desoídas y con ello las indicaciones de las señales empiezan a parecer de cumplimiento opcional. La racionalidad en los mensajes es indispensable para lograr seguridad y fluidez.

En una nota damos cuenta de la concreta posibilidad de circulación de los llamados **bitrenes en nuestro país, habilitados por el decreto 574/2014**. Al respecto, debemos decir que esperamos que la incorporación de este tipo de vehículos a la actividad del transporte carretero se dé en un marco normativo que garantice la seguridad de los vehículos, los dote de las mejoras tecnológicas necesarias, y que su circulación se atenga a las condiciones que el órgano vial nacional -rector de la actividad- establezca.

En otro orden de cosas, el pasado mes de abril recibimos en nuestra asociación a una delegación de la **Autoridad Vial de Uganda**. Este pequeño país africano está trabajando junto al **Banco Mundia**l, a quien pidió asesoramiento sobre las mejores formas de mantener sus redes. La República Argentina fue señalada como un ejemplo adecuado. Así fue que, a través de la *International Road Federation,* nuestra asociación se convirtió en anfitriona de esa delegación de funcionarios de alto nivel de la vialidad de ese país.

Junto con la **DNV**, se confeccionó un programa donde se les informó de los distintos sistemas de conservación adoptados. Fueron dos jornadas de intercambio interesantes, y los visitantes se llevaron un completo panorama de lo que ocurre en nuestras latitudes, pero también nos dejaron la satisfacción de que, con todas las limitaciones que a veces sufrimos y las falencias que aún detectamos, en el aspecto del mantenimiento podemos mostrar resultados poco usuales para países en vías de desarrollo.

Nuestro país ha tenido un desarrollo sostenido en los últimos años, que ha generado la duplicación del volumen de tránsito en nuestras rutas. Junto con ello, se ha incrementado notablemente el número de vehículos en circulación, superando los 10 millones, con un patentamiento en el último año cercano al millón de unidades. Esto quiere decir que, solo el último año, se han sumado a la circulación casi un millón de vehículos nuevos.

Si a ello le sumamos el hecho de que el treinta por ciento de la población de nuestro país se concentra en una superficie muy reducida de menos del uno por mil de la superficie total, nos encontramos con una demanda difícil de atender. En función de ello, destacamos en esta edición algunos aspectos salientes de la actividad vial.
Se han inaugurado en este mes dos obras de escasa longitud pero de una profunda significación para el esquema circulatorio en el Gran Buenos Aires.

Damos cuenta de la ampliación de la capacidad de la Av. Gral. Paz, en su primera etapa, partiendo desde el Acceso Norte hacia Av. Constituyentes, obra que no solo incrementó la cantidad de carriles sino que además sumó un intenso trabajo de ingeniería, al resolver los accesos y egresos con mucha mayor eficiencia. Realmente una obra moderna en su diseño, que esperamos resuelva los problemas del tránsito de manera más eficaz.

También celebramos la prolongación de la **Autopista Illia en su salida hacia el nort**e, lindando con el aeroparque metropolitano, obra que permite una salida franca hacia la **Avenida General Paz desde el centro porteño, a través de la Av. 9 de julio**. Es, sin duda, una obra de importancia para conectar racionalmente el mayor acceso a la capital.

Ambas obras dan respuesta a un exigencia de miles de usuarios que verán sensiblemente mejorados sus tiempos y condiciones de viaje.

En este sentido, creemos que si bien esas obras de mejora de capacidad son una respuesta al problema de la congestión, sería necesario encarar otro tipo de acciones, ya que la ampliación de capacidad siempre tendrá un límite físico que no podremos superar.

Y para pensar y dar respuesta a esos desafíos, desplegamos también en esta edición el resultado del foro de discusión sobre movilidad sustentable, organizado conjuntamente con la **Sociedad Argentina de Ingeniería de Tránsito en la Universidad Nacional de La Matanza**, con la participación de esa casa de estudios y también del municipio.

En ese espacio vimos como acciones tales como la creación de carriles exclusivos para el transporte de pasajeros son una solución práctica aplicable, y que hay diversas acciones que se pueden desplegar para priorizar el uso del transporte colectivo en detrimento del automóvil particular. El concepto de metrobus o BRT parece extenderse a otras regiones y ello contribuirá sin duda a beneficiar el tránsito.

Pero, además, parece necesario encarar acciones que sin ser de la magnitud de las obras descriptas anteriormente, también generen mejoras en la transitabilidad de las áreas urbanas.

Creemos que es impostergable un plan interjurisdiccional o intermunicipal de jerarquización de avenidas urbanas, dotándolas de mejoras que las conviertan en agiles vías de circulación.

Estos y muchos otros temas formarán parte de nuestra agenda en camino hacia nuestro futuro **Pre-XVII Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito**, a realizarse del **3 al 6 de noviembre de este año en el Hotel Panamericano de Buenos Aires**, al cual desde ya los estamos convocando.

Esperamos que ese encuentro nos dé la posibilidad de plantear mejoras para el futuro del tránsito y el transporte en nuestro país, como asimismo de generar nuevas y mejores obras y mayor seguridad para nuestros usuarios.

El contenido de esta edición renueva el compromiso de la Asociación Argentina de Carreteras con la seguridad vial, reiterando, una vez más, que es una responsabilidad compartida por la sociedad de la que todos formamos parte y también las autoridades en sus distintas jerarquías.

Hasta la próxima edición.

Construyendo Argentina

JCR S.A.

Sede central
Córdoba 300 cp 3400-Corrientes-Argentina
Te +54 3794-478100

Oficinas en Buenos Aires
Florida 547 p 16 Cp1005 Bs.As-Argentina
Te +54 11 4393-1814/1819

www.jcrelats.com.ar

PETROQUÍMICA
PANAMERICANA S.A.

PLANTA FABRICACIÓN ZÁRATE:

FABRICACIÓN DE EMULSIONES ASFÁLTICAS Y DILUIDOS
MEZCLAS ASFÁLTICAS EN FRÍO PARA
PAVIMENTOS URBANOS Y SUBURBANOS
VENTA Y ENTREGA EN OBRA DE ASFALTOS Y FUEL-OIL

TEL. FIJOS :(011) 4747-2358 / 4732-0393
CELULARES:(011) 15-3909-6097 / 6494-4700 / 4143-2034
PARQUE INDUSTRIAL ZARATE - Pcia. de Buenos Aires
porelbuencamino@sion.com

Shell Bitumen

100 AÑOS
1914 = 2014

SHELL CARIPHALTE AM3

La fórmula ganadora para exigencias extremas.

Technical Partner
Scuderia Ferrari

Próximos Eventos

2014

Expologisti-k . 11º Exposición de Equipamiento para la Logística.
12 al 15 de agosto
Buenos Aires, Argentina.
www.expologisti-k.com.ar

ITE 2014
Instituto de Ingenieros de Transporte Conferencia Anual y Exposición.
10 al 13 de agosto
Seattle, Washington, EE.UU.
www.ite.org

21º Congreso Internacional de ITS.
7 al 11 de septiembre
Detroit, EE.UU.
www.itsa.org

4º Congreso Regional Latinoamericano de la IRF.
8 al 10 de septiembre
Lima DC, Perú.
www.irf.net

12º Simposio Internacional sobre Pavimentos de Concreto.
23 al 26 de septiembre
Praga, Republica Checa
Info@eupave.eu
www.concreteroads2014.org

IV Congreso Ibero-Americano de Seguridad Vial (CISEV)
30 de septiembre al 2 de octubre
Cancún, México.
www.institutoivia.org/ivcisev

XVIII CLAPTU.
Congreso Latinoamericano de Transporte Público.
20 al 24 de octubre
Rosario, Santa Fe, Argentina.
www.clatpu.org

Seminario Ejecutivo, Contratos Basados en el Desempeño.
Grupos de Trabajo y Visitas Técnicas.
19 al 29 de octubre
Orlando, Florida, EE.UU.
www.irfnews.org

Pre-XVII Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito
3 al 6 de noviembre
Buenos Aires, Argentina
secretaria@aacarreteras.org.ar
www.congresodevialidad.org.ar

Busworld Latin America Bogotá 2014
4 al 6 de diciembre
Bogotá, Colombia.
www.latinamerica.busworld.org

2015

Seminario "Seguridad en el Trabajo al Borde del Camino"
17 al 19 de febrero
Lima, Perú.
esalinas@IRFnews.org
www.irfnews.org

XXV Congreso Mundial de la Carretera
2 al 6 de noviembre
Seúl, República de Corea.
www.piarc.org

ASAMBLEA GENERAL ORDINARIA Y ELECCIÓN DE NUEVAS AUTORIDADES

En cumplimiento de la legislación vigente, el pasado miércoles 30 de abril la Asociación Argentina de Carreteras llevó a cabo la Asamblea General Ordinaria correspondiente al Ejercicio Nº 60, finalizado el 31 de diciembre de 2013.

Durante la reunión, se procedió a la lectura y consideración de la Memoria y el Balance General, como así también del Informe de la Comisión Revisora de Cuentas. Además, se realizó la elección de nuevas autoridades para el período 2014-2015.

De esta asamblea participaron socios, representantes, cámaras empresarias de la construcción, el transporte de cargas, consultoras, etc., junto a representantes de empresas, instituciones asociadas y profesionales del sector vial y del transporte en general.

Puede destacarse la presencia de los **Ings. Nelson Periotti** y **Carlos Alonso**, Administrador y Sub Administrador General de la Dirección Nacional de Vialidad; el **Ing. Jorge Rodríguez**, Presidente del Consejo Vial Federal; el **Sr. Daniel Indart**, Presidente de Federación Argentina de Entidades Empresarias del Autotransporte de Cargas (FADEEAC); y el **Agrim. Jorge Pinto**, Presidente de la Cámara Argentina de Consultoras de Ingeniería (CADECI), entre otros.

El **Lic. Miguel Salvia**, presidente de la Asociación, presentó una reseña de las actividades realizadas por la entidad durante el último ejercicio, tras lo cual comentó brevemente los rasgos salientes de las cifras del balance previamente distribuido entre los socios.

Subrayó que en el año 2013 una gran parte de las actividades de la Asociación estuvieron relacionadas con el ámbito internacional a través de la **participación en los diversos Comités Técnicos de la Asociación Mundial de la Ruta (AIPCR-PIARC)**, que contaron con la presencia de los representantes argentinos en las reuniones llevadas a cabo en Montreal, Varsovia, Singapur, Gotemburgo, Roma, Santiago de Chile y Buenos Aires, entre otras sedes.

Asimismo, y también a nivel internacional, mencionó la participación de representantes de Carreteras en las reuniones de la International Road Federation (IRF), destacando la comitiva presente en el 17º Congreso Mundial y Exposición de la IRF, celebrado del 10 al 14 de noviembre de 2013 en Riad, Arabia Saudita.

Luego, el **Lic. Salvia** sintetizó otras actividades relevantes llevadas a cabo durante el pasado ejercicio, entre las que mencionó el avance en diversos proyectos realizados en el marco del Convenio de Colaboración con la Dirección Nacional de Vialidad (DNV), como el de georeferenciación, las Campañas de Seguridad Vial en Obras Viales y las Jornadas de Infraestructura 2013 en Tecnópolis.

Entre estos programas se resaltó la finalización y presentación del **"Manual de Señalamiento Horizontal"**, elaborado conjuntamente entre la **AAC** y la **DNV**, con el aporte de especialistas vinculados a la Asociación.

Paralelamente, el pasado 9 de octubre se firmó un convenio con la DNV para redactar, editar e imprimir el **"Manual de Señalamiento Vertical"**, que será elaborado por el mismo equipo de profesionales que intervino en el anterior.

En otro orden de cosas, se refirió a las tradicionales celebraciones del **Día de la Seguridad en el Tránsito**, el **61º Aniversario de la Institución** y la **Cena del Día del Camino** con la entrega de distinciones a las mejores obras viales del año.

Una vez aprobados estos documentos, se procedió a la elección de las nuevas autoridades de la Asociación Argentina de Carreteras.

El **Lic. Salvia**, quien finalizó su mandato el 31 de diciembre de 2013, comentó que no se presentaría a una nueva reelección por diversas cuestiones. No obstante ello, remarcó su intención de seguir ligado a la entidad.

El **Secretario Nicolás Berretta** anunció que se recibió una sola propuesta firmada por un grupo de asociados en la que se propone al **Ing. Guillermo Cabana** para el cargo de **Presidente de la Asociación Argentina de Carreteras.**

Puesta a consideración la moción, se eligió por unanimidad al **Ing. Cabana** y se lo proclamó **Presidente para el período 2014-2015.**

Tras diez años al frente de esta entidad, el **Lic. Miguel Salvia agradeció a los presentes por el apoyo recibido y el trabajo en equipo realizado durante toda una década**. Por su parte, comprometió su esfuerzo para el desarrollo del **Comité Argentino de la PIARC**, y garantizó que la presencia internacional de la institución, reflejada en acuerdos y cargos asumidos durante su gestión, contará con su dedicada participación.

Por su parte, el **Ing. Cabana agradeció la confianza en él depositada y felicitó al Lic. Salvia por su gestión**, dado que durante su presidencia la Asociación Argentina de Carreteras tomó un mayor impulso a nivel nacional y logró un posicionamiento que posibilitó la creación de convenios y actividades conjuntas con entidades reconocidas a nivel mundial. Señaló, además, que considera el período a cargo del Lic. Salvia como una refundación de la Asociación, dado que no solo logró contar con una sede propia acorde a sus fines y actividades, sino también convertirse en referente a nivel mundial de la actividad vial en nuestro país.

La Asamblea Anual Ordinaria finalizó con la elección de los miembros titulares y suplentes del Consejo Directivo y de la Comisión Revisora de Cuentas.

Perfil del Ing. Guillermo Cabana

Presidente de la Asociación Argentina de Carreteras 2014-2015

Guillermo M. Cabana es Agrimensor, Ingeniero en Construcciones e Ing. Civil diplomado en la Universidad Nacional de La Plata.

Ha desarrollado su carrera tanto en el ámbito público como en el privado, desempeñando funciones en la Dirección Nacional de Vialidad como Gerente de Obras y Servicios Viales (1992-1995), Asesor del Administrador General (1995-1997) y Administrador General durante el período 1997-1999.

De la misma manera, dentro de la Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires ocupó los cargos de Jefe Control y Marcha de Obras de la Dirección de Conservación, Jefe de Departamento Mantenimiento, Sub-director de Conservación y Director de Conservación, y finalmente Gerente Ejecutivo y Administrador General (2002-2003).

En otros ámbitos, se ha desempeñado como coordinador de distintos programas de obras con financiamiento del BID en la Provincia de Buenos Aires y también como miembro del Consejo Asesor del Registro de Constructores de la Nación.

Dentro de la Asociación Argentina de Carreteras ha sido miembro del Consejo Directivo, de la Junta Ejecutiva y Director Técnico y de Difusión en diversos períodos, asumiendo responsabilidades como Presidente del Comité Técnico del XV Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito (Mar del Plata, 2009) y como Director Ejecutivo del XVI Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito (Córdoba, 2012). •

CONSEJO DIRECTIVO - AAC

Período 2014 - 2015

JUNTA EJECUTIVA

Presidente: **Ing. GUILLERMO CABANA**
Vicepresidente 1º: **Ing. NICOLÁS M. BERRETTA**
Vicepresidente 2º: **Sr. HUGO BADARIOTTI**
Vicepresidente 3º: **Ing. JORGE W. ORDÓÑEZ**
Secretario: **Sr. M. ENRIQUE ROMERO**
Prosecretario: **Ing. MIGUEL MARCONI**
Tesorero: **Sr. NÉSTOR FITTIPALDI**
Protesorero: **Ing. ROBERTO LOREDO**

Director de Actividades Técnicas: **Ing. MARIO LEIDERMAN**
Director de Capacitación: **Ing. NORBERTO CERUTTI**
Director de Difusión: **Lic. RICARDO REPETTI**

MIEMBROS TITULARES

CATEGORÍA EX-PRESIDENTES

Lic. Miguel Salvia

CATEGORÍA "D" – SOCIOS PROTECTORES

MANDATOS POR UN AÑO	REPRESENTANTE
DIRECCIÓN de VIALIDAD de la Prov. de Bs. As.	Ing. Guillermo Cabana
INSTITUTO DEL CEMENTO PORTLAND ARGENTINO	Sr. Enrique Romero
YPF S.A.	Ing. Marcelo Ramírez

MANDATOS POR DOS AÑOS	REPRESENTANTE
AUTOMÓVIL CLUB ARGENTINO	Ing. Carlos García Remohí
CÁMARA ARGENTINA DE LA CONSTRUCCIÓN	Ing. Jorge W. Ordóñez
DIRECCIÓN NACIONAL DE VIALIDAD	Ing. Ricardo Garione

CATEGORÍA "C" - ENTIDADES COMERCIALES

MANDATOS POR UN AÑO	REPRESENTANTE
3M ARGENTINA S.A.	Sr. Sergio Guerreiro
ARMCO STACO S.A.	Ing. Guillermo Balzi
BENITO ROGGIO E HIJOS S.A.	Ing. Gustavo Espinoza
CLEANOSOL S.A.	Ing. Jorge Santos
GLASS BEADS S.A.	Sr. Eduardo Bradley
HOMAQ S.A.	Agr. Alejandro Capelli
JCR S.A.	Ing. Jorge Ordóñez
JOSÉ J. CHEDIACK S.A.	Ing. Roberto Loredo
SUPERCEMENTO S.A.C.I	Ing. Miguel Marconi
TECHINT S.A.	Ing. Manuel Cleiman
ELECTROINGENERÍA S.A	Lic. Ricardo Repetti

MANDATOS POR DOS AÑOS	REPRESENTANTE
AUTOPISTAS URBANAS S.A.	Sr. Daniel Capdevilla
HELPORT S.A.	Ing. José Da Cunha
GAGO TONIN S.A.	Ing. Julio Gago
COARCO S.A.	Ing. Felipe Nougués
CONSULBAIRES INGS. CONSULTORES S.A.	Ing. Jorge M. Lockhart
CRISTACOL S.A.	Lic. J. Benatuil
LOMA NEGRA S.A.	Ing. Edgardo Becker
PAOLINI Hnos. S.A.	Sr. Julio Paolini
PERALES AGUIAR S.A.	Ing. Rodolfo Perales
PETROBRAS ENERGÍA S.A.	Dr. Diego Chebi
SHELL C.A.P.S.A.	Ing. Mario R. Jair

CATEGORÍA "B" - ENTIDADES OFICIALES Y CIVILES

MANDATOS POR UN AÑO	REPRESENTANTE
CÁMARA ARGENTINA de CONSULTORAS de INGENIERÍA	Ing. Guillermo Grimaux
F.A.D.E.E.A.C.	Sr. Néstor Fittipaldi
CÁMARA ARGENTINA de EMPRESAS VIALES	Sr. Julio Paolini
ITS ARGENTINA	Ing. Daniel Russomano

MANDATOS POR DOS AÑOS	REPRESENTANTE
CENTRO ARGENTINO DE INGENIEROS	Ing. Miguel Marconi
COMISIÓN PERMANENTE DEL ASFALTO	Ing. Alejandro Tagle
CONSEJO VIAL FEDERAL	Ing. Nicolás M. Berretta
ESCUELA de GRADUADOS ING. de CAMINOS	Ing. Roberto Agosta

CATEGORÍA "A" – SOCIOS INDIVIDUALES

MANDATOS POR DOS AÑOS	MANDATOS POR UN AÑO
Ing. Héctor J. Biglino	Lic. Miguel A. Salvia
Ing. Mario J. Leiderman	Ing. Alejandro Tagle
Ing. Norberto Salvia	Dr. José María Avila
Ing. Guillermo Cabana	Sr. Hugo Badariotti
Ing. Jorge R. Tosticarelli	Ing. Guillermo Balzi

MIEMBROS SUPLENTES

CATEGORÍA "A" – SOCIOS INDIVIDUALES

MANDATOS POR DOS AÑOS	MANDATOS POR UN AÑO
Sr. Analía Wlazlo	Ing. Claudio L. Trifilio
Ing. Oscar Fariña	Lic. Haydée Lordi

COMISIÓN REVISORA DE CUENTAS

MANDATOS POR UN AÑO
Dra. Beatriz Zuazo
Sr. Marcelo Marcuzzi
Sr. Julio O. Cura

CONSEJO ASESOR

Ing. Carlos F. Aragón
Ing. Mario Leiderman
Ing. Jorge M. Lockhart
Ing. Marcelo J. Álvarez
Ing. José Bertrán

La Asamblea en imágenes

Desvio a Pescadores Km 8,9 · San Luis · Argentina · Tel.: 0266 - 4536100 | Moreno 970 · Piso 4 · C.A.B.A. · Argentina · Tel.: 011 · 4342 2845/46 | www.rovellacarranza.com.ar

PAOLINI HNOS

50 aniversario

ideas, no teorías

Como cada año, la Asociación Argentina de Carreteras conmemora el Día de la Seguridad en el Tránsito con la realización de una jornada para promover y fomentar el conocimiento de esta temática y sus diversos aspectos.

El **Día de la Seguridad en el Tránsito** se celebra el **10 de junio ya que en esa fecha de 1945** se produjo en todo el país el cambio de mano en la circulación, que hasta entonces era por la izquierda. Ese día, gracias a la amplia difusión y a una acción conjunta de las autoridades y de todos los habitantes, no hubo que lamentar accidentes viales, ejemplo claro de que con decisión y voluntad, las acciones más complejas pueden concretarse con éxito.

En esta ocasión, el evento se llevó a cabo el martes 10 de junio en el Hotel Panamericano y estuvo centrado en el desarrollo de un nuevo enfoque sobre la seguridad vial: **La Visión Cero.**

Durante la jornada, especialistas de organismos oficiales y privados expusieron sobre la importancia de esta nueva visión integradora, donde todas las partes del sistema se correlacionan y ejercen influencia unas sobre otras, teniendo como prioridad que el sistema se adapte a las capacidades humanas, en lugar de ser el hombre quien se deba adaptar al mismo.

La **Visión Cero** se sustenta en un principio ético: *"Es inaceptable el hecho de que el tránsito y el transporte se cobren vidas humanas. El único número ACEPTABLE de muertos o heridos graves en las carreteras es CERO"*. Con ese precepto como base se debe diagramar y ejecutar una estrategia para crear un **sistema seguro** de transporte y carreteras.

Frecuentemente, se responsabiliza al factor humano como determinante a la hora de analizar un hecho de tránsito con víctimas fatales o lesiones graves. Sin embargo, no puede descartarse del análisis la infraestructura vial presente en el evento. La Visión Cero cambia la manera de ver la responsabilidad: como nunca se puede eliminar la posibilidad de que los conductores cometan errores, el sistema de carreteras y transporte debe conformarse de manera de que estos no causen lesiones serias o mortales. Esta concepción conduce a que la mayor parte de la responsabilidad sea transferida del usuario a quienes conforman el sistema de carreteras y transporte. El Programa se inició con el Acto de Apertura, que tuvo las palabras de bienvenida del **Ing. Guillermo Cabana**, Presidente de la Asociación Argentina de Carreteras, seguido por los discursos del **Lic. Pablo Rojas**, Director de Estadística del Observatorio Vial de la Agencia Nacional de Seguridad Vial del Ministerio de Interior y Transporte de la Nación, y del **Ing. Jorge Rodríguez**, Presidente del Consejo Vial Federal y Director Administrador de la Dirección Provincial de Vialidad de Entre Ríos. También estuvo en el estrado el **Ing. Nelson Periotti**, Administrador General de la Dirección Nacional de Vialidad (DNV).

A continuación, se desarrolló el primer panel, que contó con las presentaciones del **Ing. Fabián Schvartzer** sobre *"Los Pavimentos y la Seguridad Vial"*, el **Ing. Mario Venezia**, acerca de *"Prácticas inadecuadas en la señalización que atentan contra la seguridad vial"*, y del **Ing. Fernando Abrate**, de la DNV, con relación a *"La conservación de las redes viales y la seguridad vial"*.

El segundo bloque estuvo compuesto por la **Ing. Adriana Garrido**, de la DNV, quien presentó "Introducción a la Visión Cero"; el **Dr José Irazu**, Juez de Faltas, que expuso "Visión Cero: El Control del Tránsito"; y el **Ing. Arturo Garcete Martínez**, quien cerró el panel con una disertación sobre: *"Visión Cero, la Infraestructura: Caminos Indulgentes*".

Como cierre de las disertaciones, el **Ing. Guillermo Cabana** realizó un breve resumen de lo presentado, dando las conclusiones del encuentro.

Para finalizar, la Asociación Argentina de Carreteras decidió homenajear al Automóvil Club Argentino, en reconocimiento por su trayectoria asociada a la seguridad vial, haciéndole entrega de una placa al **Dr. Juan Manuel Lissarrague**, Secretario de la Comisión Directiva y Presidente de la Comisión Asesora Permanente de Asuntos Viales y Cartográficos del ACA.

En esta edición se presenta una síntesis de las exposiciones, las que estarán disponibles en nuestro sitio web:
www.aacarreteras.org.ar

Ing. Fabián Schvartzer, Presidente de Proyectos y Estudios Especiales S.A. (PEE S.A.)

"Los Pavimentos y la Seguridad Vial"

En su presentación, destacó la importancia de la condición superficial del pavimento, haciendo especial énfasis en que su mantenimiento es clave para contribuir a la reducción de accidentes.

Resaltó los principales inconvenientes del pavimento que pueden derivar en situaciones peligrosas para los conductores:

Además, el **Ing. Schvartzer** explicó las potenciales causas de estos defectos y las formas de corregirlos mediante el diseño, mantenimiento y control adecuados.

Finalmente, resumió el estado de situación actual y realizó diversas recomendaciones sobre posibles soluciones a aplicar de acuerdo a las condiciones presentes.

Ing. Mario Venezia, de Cornero-Venezia Consultores de Ingeniería S.A.

"Prácticas inadecuadas en la señalización que atentan contra la seguridad vial"

La disertación identificó a la señalización como uno de los pilares fundamentales de la seguridad vial y presentó las prácticas inadecuadas en la señalización en calles y caminos de nuestro país, analizando exclusivamente la señalización fuera de la normativa establecida por la legislación vigente en rutas nacionales y provinciales o calles de provincias que adhieren a la **Ley Nacional de Tránsito**.

Realizó un resumen histórico de la uniformidad en la señalización comentando los dos sistemas de señalización vial que se consolidaron internacionalmente a partir de la década de 1970: el Sistema Europeo y el Sistema Americano. En Argentina se adoptó el segundo, lo que permitió señalizar toda la red vial hasta el año 1995.

Además, el **Ing. Venezia** resaltó la importancia de la uniformidad en la señalización que se implementa, y propuso la creación de un espacio de análisis con la participación de todos los actores intervinientes en las distintas etapas a fin de ordenar la situación actual que atenta contra la seguridad en la circulación vial, generando una señalización realmente eficaz y uniforme en todo el país.

Ing. Fernando Abrate, Gerente de Planeamiento, Investigación y Control de la Dirección Nacional de Vialidad

"La conservación de las redes viales y la seguridad vial"

El funcionario señaló que la visión estratégica de la DNV incluye el enfoque de la seguridad vial en todas las obras que se llevan adelante.

La conservación de la red vial, de manera de mantenerla con la mejor condición de seguridad para sus usuarios, implica una sumatoria de diversos factores a tener en cuenta, que pueden dividirse en dos áreas:

[AMORTIGUADORES DE IMPACTO / TERMINALES DELETABLES]

El **Ing. Abrate** realizó un resumen de la evolución presupuestaria para conservación por jurisdicción, de las variaciones de TMDA y del estado de evolución de la red pavimentada no concesionada durante los últimos diez años.

También repasó una serie de obras, realizadas y en proceso, vinculadas con la seguridad vial, tales como: ampliaciones de capacidad, readecuación de anchos de calzada, pavimentación de banquinas e instalación de amortiguadores de impacto, terminales deletables y barreras con cables a los costados del camino.

Por último, planteó los retos de la DNV de cara al futuro, haciendo especial énfasis en continuar con los planes actuales trabajo, que además de las obras nuevas y de conservación incluyen:

- Elaboración de un manual de señalamiento vertical
- Revisión de la norma de diseño geométrico
- Intensificación del control de cargas
- Reglamentación y puesta en funcionamiento de los bitrenes

Ing. Adriana Garrido, jefa de Estudios y Proyectos del 18º Distrito Chaco de la DNV

"Introducción a la Visión Cero"

La exposición estuvo orientada a presentar el concepto de **Visión Cero**, desarrollado en Suecia, como una actitud hacia la vida que se sustenta en un principio ético: "Es inaceptable el hecho de que el tránsito y el transporte se cobren vidas humanas", y esta declaración demanda una estrategia para crear un sistema seguro de transporte y carreteras.

Planteó también que la **Visión Cero** cambia la manera de entender la responsabilidad: dado que es imposible eliminar el error humano, el sistema de carreteras y transporte debe conformarse de manera que cuando ocurran, no causen lesiones serias o mortales. Esta concepción conduce a que la mayor parte de la responsabilidad sea transferida del usuario a quienes conforman el sistema de carreteras y transporte, que son los encargados de proveer vías que admitan los errores que los usuarios cometen. El compromiso de cada usuario es cumplir con las normas de circulación.

Además, la **Ing. Garrido** reforzó la necesidad de generar un plan de educación vial como asignatura obligatoria en todos los niveles de enseñanza, y de crear consejos de seguridad vial de modo que las autoridades locales, los docentes, los escolares y sus familias puedan elaborar propuestas concretas que mejoren el tránsito en su localidad.

Dr. José Irazu, Juez de Faltas de la Provincia de Buenos Aires

"Visión Cero: El Control del Tránsito"

El Dr. Irazu realizó una presentación desde el punto de vista de la justicia y su relación con el concepto de **Visión Cero**. Como premisa planteó que la función de la normativa de tránsito es la de generar previsibilidad. Si todos los conductores y usuarios de una vía respetan las normas, no deberían existir inconvenientes.

Además, realizó una comparación de la normativa vigente en la actualidad en Suecia con la imperante en Argentina, en términos de límites de velocidad, multas ante faltas, niveles de alcohol permitidos, entre otros.

Reflexionó sobre la prevención, concientización, educación, control y sanción con relación a la seguridad vial en Argentina, promoviendo la evolución en la convivencia actual para poder aplicar el paradigma de la **Visión Cero**. Con referencia al sistema de penas, advirtió que la multa monetaria no es la solución, sino que debe ser una pena reconciliadora y reeducadora, resaltando que no se hace seguridad vial con un monto de dinero, sino cara a cara, comprometiendo a todos los actores. Para finalizar, hizo hincapié en la generación de conciencia vial social a través de la educación en todos los ámbitos de la sociedad, redoblando el esfuerzo y el compromiso para que los usuarios de la vía pública no se conviertan en factores de riesgo para sí y para los demás.

Ing. Arturo Garcete Martínez, miembro de Consulbaires S.A

"Visión Cero, la Infraestructura: Caminos Indulgentes"

El Ing. Garcete inició su disertación exponiendo conceptos básicos a tener en cuenta desde la infraestructura para la implementación de la **Visión Cero**. Presentó el concepto de **Caminos Indulgentes,** que consideran a la seguridad vial desde el planeamiento, el diseño y el proyecto de las obras. Con ese planteo, analizó los factores que influyen decididamente en la seguridad vial:

- Ensanche de calzada y pavimentación de banquinas
- Mejoramiento de la demarcación horizontal
- Dispositivos al costado de la calzada (postes guía, señalización, barreras, etc.)
- Mejoras en el diseño geométrico (zona lateral libre de obstáculos o condiciones peligrosas)

Destacó que para eliminar la ocurrencia de heridos graves y víctimas fatales, el objetivo debe ser mantener a los vehículos en la calzada, y evitar que invadan los costados. Donde esto ocurra, el diseño debe esforzarse por reducir al mínimo el riesgo de choques contra objetos peligrosos en los costados o el vuelco del vehículo.

Nueva York busca inspiración para mejorar su tránsito en el modelo sueco de Visión Cero

En Suecia la regla es un simple número: Cero. Ésa es la cifra de muertos en accidentes de tránsito permitida por la ley nacional del país escandinavo.

Durante casi dos décadas, cada nuevo lomo de burro y cada reducción del límite de velocidad fueron diseñados a la medida de ese objetivo aparentemente inalcanzable de erradicar las víctimas, siguiendo una premisa básica: cada centímetro del espacio vial debe anticiparse y responder al error humano. Aunque las muertes en accidentes no fueron eliminadas por completo, la tasa de víctimas fatales de Suecia alcanzó mínimos mundiales.

Ahora, en su apuesta por revertir décadas de caos vehicular, el alcalde de Nueva York, Bill de Blasio, puso a la cabeza de su política de transporte la estrategia de Visión Cero, que se propone llegar al año 2024 sin víctimas mortales de tránsito.

Pero en una ciudad con 800 idiomas, casi 14.000 taxis y 8,4 millones de potenciales vehículos, la seguridad vial parece ser complicada de importar. Las similitudes aparentes entre Nueva York y su contraparte europea, como las bicisendas, las islas para peatones y un sistema de tránsito bien elaborado, tienden a esfumarse cuando se las observa más de cerca.

Los pilares del modelo sueco incluyen la reducción general de los límites de velocidad y la expansión de los sistemas automatizados de aplicación de la ley, como las cámaras de monitoreo de exceso de velocidad. Ambas medidas exigen la aprobación de los legisladores de Nueva York, que todavía no han abrazado la idea.

Una herramienta clave del control del tránsito en Suecia, como son las rotondas, parecen difíciles de implementar en las calles de Manhattan. De hecho, no figuran en el plan Visión Cero lanzado en febrero pasado por el gobierno de De Blasio. En Nueva York, el agregado de canteros y asientos en las plazoletas peatonales hizo reír a más de uno. En Suecia, los maceteros con vegetación son una herramienta de control de tránsito, y se los coloca en las calles internas para reducir la velocidad de los conductores en tramos largos y rectos.

Si bien la población de Suecia -9,5 millones de habitantes- es apenas superior a la de Nueva York, el país nórdico impuso profundas reformas que atañen a la construcción de calles y resguardos para peatones. El Parlamento de Suecia adoptó su plan Visión Cero en 1997 como base de todas las operaciones de seguridad vial a nivel nacional.

El resultado fue una especie de contrato social entre el Estado y la ciudadanía: si los vecinos cumplen con las leyes de tránsito más básicas, los ingenieros pueden diseñar las calles y rutas para prevenir cualquier fatalidad.

El año pasado se registraron 264 muertos en accidentes de tránsito, menos de la mitad que en 1997. El índice de víctimas fatales en Estocolmo -1,1 muertes por cada 100.000 habitantes- es menos de un tercio del índice de Nueva York. A nivel nacional, el índice sueco de 2,7 muertos cada 100.000 habitantes es el más bajo del mundo.

En muchas calles de la ciudad, el límite máximo de velocidad fue fijado en 30 kilómetros por hora.

Aunque las cifras de víctimas viales han caído en muchas partes del mundo, en gran medida debido a los avances de la atención médica de emergencia y de la seguridad de los vehículos, los lugares que adoptaron programas del estilo Visión Cero muestran un éxito muy por encima de la media. •

JORNADA DE SEGURIDAD VIAL EN PARANÁ, ENTRE RÍOS,
coorganizada por la Asociación Argentina de Carreteras

En el marco del Mes de la Seguridad Vial, el martes 17 de junio se desarrolló en el Hotel Howard Johnson Mayorazgo, de Paraná, Entre Ríos, la jornada denominada "Hacia una Responsabilidad Compartida".

El evento estuvo organizado por el **Consejo Vial Federal** (CVF), **el Gobierno de Entre Ríos** -a través de la **Dirección Provincial de Vialidad** (DPV)-, la **Asociación Argentina de Carreteras** (AAC), la **Agencia Nacional de Seguridad Vial** (ANSV) y el **Consejo Federal de Seguridad Vial** (CFSV).

Participaron especialistas de diferentes puntos del país, quienes remarcaron la necesidad de trabajar en la educación vial y otras acciones tendientes a evitar accidentes de tránsito. Asimismo, más de 800 chicos de establecimientos educativos de la capital entrerriana participaron de diversas actividades enfocadas en la educación vial.

La apertura del evento estuvo a cargo del titular de la **Dirección Provincial de Vialidad** (DPV) y **presidente del CVF, Ing. Jorge Rodríguez**. Luego, expusieron el **presidente de la AAC, Ing. Guillermo Cabana**; la **vicepresidenta del CFSV, Dra. Lucila Haidar**; y el **vicegobernador de la provincia, José Orlando Cáceres.**

En ese marco, **Cáceres** aseguró que una de las formas de disminuir los riesgos de accidentes de tránsito es trabajar **"en la concientización de las personas, sin olvidar a los niños, quienes serán los futuros rectores de la educación vial"**. Agregó, además, que **"vivimos una crisis del crecimiento, en la que la circulación de nuevos vehículos y del transporte de carga en las rutas se han duplicado en la última década, producto del desarrollo económico del país"**.

Por su parte, **Jorge Rodríguez**, al dar las palabras de bienvenida, se refirió al concepto de Visión Cero, que considera como inaceptable la existencia de víctimas fatales por accidentes de tránsito y como inevitable al error humano. **"Es una filosofía nueva de seguridad vial que trabaja sobre la infraestructura de las rutas para que sean más amigables, y sobre los vehículos, para que sean más seguros, de manera tal de que los accidentes de tránsito representen el menor riesgo posible. En Suecia, el concepto empezó a aplicarse hace unos 15 años y se basa en una premisa fundamental: el respeto a las normas de tránsito. Si no las cumplimos, es imposible aplicar Visión Cero en el país"**, indicó.

Más adelante, Rodríguez precisó que **"hay que fortalecer estos foros y encuentros cada vez más para que comencemos a tomar conciencia de este verdadero problema que es la inseguridad, que se ha intensificado en el país"**. Y agregó que **"si bien hay factores de prevención y cierto control, se sigue manejando a gran velocidad, se sigue tomando alcohol, no se usa el cinturón de seguridad, no se descansa bien, no se usa el casco. La única manera de que no haya que lamentar más muertes por accidentes de tránsito es respetando las normas. Hay que tomar conciencia de ello"**.

Por su parte, el presidente de la Asociación Argentina de Carreteras, **Guillermo Cabana**, aseguró que desde hace muchos años el órgano que integra se ocupa del tema de la seguridad vial. **"Éste es uno de los objetivos de promover el buen uso de los caminos. En ese sentido, hemos implementado numerosas acciones en más de 60 años de historia. Ahora estamos trabajando en el concepto de la seguridad ideal a través de la aplicación de Visión Cero. Eso significa cambiar nuestra forma de vida para adoptar una política que nos permita alcanzar el objetivo de cero muertes, cero heridos graves en nuestras rutas"**, sostuvo.

En tanto, la **Secretaria General del Ministerio de Gobierno y Justicia de la provincia, Vicepresidenta del Consejo Federal de Seguridad Vial y Coordinadora del Consejo Provincial de Seguridad, Dra. Lucila Haidar**, se mostró a favor de trabajar en forma conjunta con los organismos que se ocupan de la problemática para lograr resultados en el corto plazo. **"Si no generamos conciencia y nos hacemos cargo cada uno del lugar que ocupamos de la erradicación de este flagelo y trabajamos en conjunto, no lograremos buenos resultados"**, dijo.

Más adelante, aseguró que **"desde el 2008 se ha generado una política vial con la creación de la Agencia Nacional de Seguridad Vial. Esto hizo que fortaleciéramos un Consejo de Seguridad Vial y nos permitió avanzar en nuevas medidas y políticas aplicadas al ciudadano. Esta política nacional permite la coordinación de todas las provincias en la materia. Así, estamos en el federalismo de los recursos y no de los discursos. Hoy las 24 jurisdicciones tenemos exactamente el mismo vocabulario y las mismas normativas aplicables. Esta unicidad nos permite encarar políticas a largo plazo en todo el territorio argentino"**.

EXPOSICIONES

El evento contó con la presencia de siete expositores de alto nivel técnico, que abordaron diversos aspectos relevantes de la problemática, entre otros: la Visión Cero, políticas y gestión en seguridad vial, accidentología vial y la somnolencia como causa de accidentes de tránsito.

Los temas y disertantes fueron los siguientes:

- Ing. Mario Venezia: **"Prácticas inadecuadas en la señalización que atentan contra la seguridad vial"**.
- Ing. Miriam Alejandra Battisti: **"La accidentología vial en la Autovía Ruta Nacional 14"**.
- Dr. Guillermo Grieve: **"Accidentes en moto"**.
- El Piloto de Turismo Carretera Mariano Werner: **"La seguridad en autódromos, accesos y salidas".** Se entabló un diálogo muy interesante con el auditorio.
- Ing. Juan Rodríguez Perrotat: **"Visión Cero, la infraestructura: caminos indulgentes"**.
- Dr. Luis Larrateguy: **"La somnolencia como causa de accidentes de tránsito"**.
- Dra. Lucila Haidar: **"Políticas y gestión en seguridad vial"**.

Además, participaron de las actividades de educación y seguridad vial Bomberos Zapadores y autoridades de la Policía de Entre Ríos, representantes de la Dirección Nacional de Vialidad (DNV) y de Vialidad de Entre Ríos, quienes distribuyeron material didáctico sobre seguridad vial a más de 800 chicos de distintos establecimientos educativos del sector público y privado de la capital provincial.

En otra de las actividades educativas, los alumnos que asistieron al evento realizaron un circuito dentro de una maqueta de calles creada por Vialidad, donde aprendieron las normas básicas de tránsito y semaforización con un gran interés. •

CONCLUSIONES

Como cierre de la jornada, los **Ings. Rodríguez** y **Cabana** realizaron las conclusiones del evento, **destacando la dimensión y jerarquía de la jornada, resaltando el alto nivel de concurrencia y la participación activa de alumnos de diversas escuelas de la provincia**. Además, enfatizaron la necesidad de continuar buscando carriles para implementar todas las aristas que implica la Visión Cero, en pos de generar más educación, conciencia al volante y mejores caminos e infraestructura vial.

La Sociedad Argentina de Ingeniería de Tránsito junto con la **Asociación Argentina de Carreteras** organizaron el **Foro de Discusión** *"Movilidad Sustentable: Desafío del Crecimiento Metropolitano. ¿Estamos preparados?"*.

El principal objetivo de este encuentro, llevado a cabo el **14 y 15 de mayo** en las instalaciones de la Universidad Nacional de La Matanza, en San Justo, fue dar a conocer las novedades e iniciativas sobre movilidad y seguridad vial en el área metropolitana y el trabajo que se está realizando desde los municipios en este sentido.

El foro, que contó con más de **120 inscriptos**, abordó diversos temas que preocupan a las comunas para la integración desde la ingeniería de tránsito del transporte público, entre ellos:

- Transporte Público de Pasajeros en Municipios de la Región Metropolitana
- Operación de los Sistemas Semafóricos
- Emprendimientos de Movilidad Sustentable
- Movilidad Sustentable en la Mejora de la Seguridad Vial

La ceremonia de apertura contó con la presencia del **Dr. Guillermo Spósitto**, Decano del Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas de la Universidad Nacional de La Matanza; la **Lic. Leticia Piris**, Secretaria de Transporte y Tránsito de la Municipalidad de La Matanza y Directora del Seminario; el **Ing. Guillermo Cabana**, Presidente de la Asociación Argentina de Carreteras; y la **Sra. Analía Wlazlo**, Presidente de la Sociedad Argentina de Ingeniería de Tránsito, quienes dieron la bienvenida a los presentes, agradecieron el esfuerzo puesto en los trabajos presentados e iniciaron la jornada de trabajo.

Luego de una pausa se inició la primera Mesa de Trabajos, dedicada al tema **"Transporte Público de Pasajeros en Municipios de la Región Metropolitana"**. Este panel incluyó las presentaciones de:

Documento N° 1: Desarrollo del Transporte Público Masivo a través de la Implementación de Carriles Exclusivos en Rosario. Inga. Martina Pugno, Responsable del Departamento de Ingeniería en Movilidad, Municipalidad de Rosario - Provincia de Santa Fe.

Documento N° 11: Diseño de una Red de Metrobús para la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Ing. Pablo A. Álvarez Ruffa, Ingeniero Civil.

Documento N° 12: La Red Universitaria de Transporte y el Procesamiento de Datos de Tarjetas Smart. Ing. Cristóbal R. Santa María, Universidad Nacional de La Matanza.

Tras el almuerzo se desarrolló la Mesa de Trabajos N° 2, bajo la temática de **"Operación de los Sistemas Semafóricos"**, y contó con las exposiciones de:

Documento N° 6: Sistemas de Control Semafórico en La Matanza. Sr. Guillermo Tarallo, Dirección General de Tránsito de la Municipalidad de La Matanza - Provincia de Buenos Aires.

Documento N° 7: Metodologías de Control de los Sistemas de Señalización Luminosa. Lic. Pier G. Simonelli, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Buenos Aires.

Documento N° 8: Sistemas ITS en Control del Transporte BRT. Ing. Daniel Russomanno, Presidente de ITS Argentina.

A continuación, en la Mesa de Trabajos N° 3, que cerró el primer día del Foro, se trabajó el tema de **"Tratamiento de Iniciativas Encaradas en Movilidad Sustentable (1era. Parte)"** a través de las siguientes presentaciones:

Documento N° 13: El Factor Humano y la Señalización Vial. Ing. Leonardo F. Azcurra, División Seguridad en el Tránsito, 3M Argentina S.A.

Documento N° 3: Proyecto de Movilidad Sustentable. Sr. Hugo R. Serravite, Director de Tránsito y Transporte, Municipalidad de Esteban Echeverría - Provincia de Buenos Aires.

Documento N° 17: Proyecto del BRT La Matanza. Arq. Juan Pablo Municoy, Dirección Provincial de Transporte, Provincia de Buenos Aires.

Las actividades de la segunda jornada comenzaron con la Mesa N° 4, en la que se desarrolló la segunda parte del tema **"Tratamiento de Iniciativas Encaradas en Movilidad Sustentable"** con las exposiciones de:

Documento N° 9: Marcación de Áreas. Nuevo Rumbo en la Demarcación Horizontal. Sr. Alfredo Edelmuth, Presidente de Cristacol Argentina S.A.

Documento N° 10: Nuevas Técnicas de Demarcación Horizontal para Vías de Alto Nivel de Tránsito. Sr. Miguel Curutchet, Presidente de Señalamiento y Seguridad S.A.

Documento N° 14: Solución de la Congestión en Zonas Urbanas. Eduardo Omar Décima, Subsecretario de Transporte y Educación Vial - Carlos Gavilán, Responsable de C.O.L., Municipalidad de Quilmes, Provincia de Buenos Aires.

Posteriormente, se llevó a cabo la sesión principal del **Foro: la Mesa de Conferencias**. Éste fue un espacio diagramado fundamentalmente para presentar nuevos desarrollos y estudios realizados por reconocidos expertos nacionales y además contó con la disertación del Ing. André Brotó, un especialista internacional altamente calificado y con amplia experiencia en la aplicación de soluciones de movilidad sustentable. El panel contó con las siguientes conferencias:

Conferencia Nº 1: Metrobús en la Ciudad de Buenos Aires: Balance y Proyectos Futuros. Ing. Guillermo Krantzer, Director General de Transporte, Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Conferencia Nº 2: Movilidad Urbana Sostenible en el Área Metropolitana de Buenos Aires, Caso: Sistema de Bus Rápido (BRT- La Matanza). Lic. Haydée Lordi, Asociación Argentina de Carreteras.

Conferencia Nº 3: Movilidad Urbana en la Región Metropolitana de Bs.As. La Matanza como caso particular. Inga. Olga Vicente, docente y consultora independiente.

Conferencia Nº 4: Mejora de la Movilidad en Áreas Urbanas. Ing. André Brotó, Director General Adjunto de la empresa Vinci Autoroutes Francia (Grupo Cofiroute) y Presidente del Comité de Movilidad Sustentable de la AIPCR-PIARC.

El último panel del Foro tuvo como tema el **"Tratamiento de Acciones de Movilidad Sustentable en la Mejora de la Seguridad Vial"**, expuesto en la Mesa de Trabajos N° 5 con los siguientes trabajos:

Documento N° 4: Reducir la Tasa de Siniestralidad. Control del Uso del Casco. Sr. Jorge Horacio González, Director de Tránsito y Transporte, Municipalidad de San Miguel, Provincia de Buenos Aires.

Documento N° 5: Uso y Control del Casco para la Circulación de Bicicletas. Sr. Claudio Andrés Verón, Municipalidad de Aguilares, Provincia de Tucumán.

Documento N° 15: Acciones en la Seguridad Vial en la Movilidad Urbana. Ing. Juan Rodríguez Perrotat, Universidad Tecnológica Nacional.

Documento N° 16: Accidentología Vial vista desde Vialidad de la Provincia respecto de los Centros Urbanos. Ing. Roberto Moya, Dirección Provincial de Vialidad, Provincia de Buenos Aires.

Como cierre del evento, las autoridades de la Universidad de La Matanza, de la SAIT y de la AAC intercambiaron presentes y agradecieron a los participantes, expositores y audiencia por el esfuerzo realizado, proponiendo continuar con este tipo de encuentros que fomentan la transferencia de conocimientos y tecnología y que promueven el fortalecimiento de los municipios y de todos los actores relacionados con el tránsito y la vialidad a diario.

En un ambiente distendido y de camaradería se finalizó el encuentro con un Vino de Honor que compartieron todos los presentes.

Las exposiciones de los disertantes están disponibles en el sitio web de la Asociación Argentina de Carreteras: **www.aacarreteras.org.ar**

Reportajes realizados durante el Foro

Movilidad Sustentable

Lic. Leticia Piris

Secretaria de Tránsito y Transporte de la Municipalidad de La Matanza

Lic. Leticia Piris

Revista Carreteras: ¿Cuáles son los ejes que los tienen como protagonistas en movilidad sustentable?

Lic. Leticia Piris: El eje es la movilidad sustentable, aquí y en todos los municipios. Los parámetros nos indican que para el año 2030, el sesenta por ciento de la población va vivir en áreas urbanas. Esto significa que ciento ochenta mil personas se agregan por día a las zonas urbanas del mundo. Sin ir más lejos: la Universidad de La Matanza tiene cincuenta mil inscriptos, lo cual significa que hay cincuenta mil personas que, al menos dos veces a la semana, se trasladan de su casa o trabajo a esta casa de estudios. Eso nos da la dimensión del problema. Podemos usar la Universidad de La Matanza como laboratorio, para después extenderlo a los barrios, fábricas y al resto del distrito, que hoy por hoy tiene una actividad muy importante. Tenemos que ponernos a pensar cómo hacer para que la gente viaje bien en el menor tiempo posible, con un costo adecuado y que al mismo tiempo mejore el ambiente. Ver cómo responder estos interrogantes: qué tecnología usar; cómo gestionar. Son temas comunes a los municipios grandes y pequeños. Son los temas que nos convocan para poder satisfacer estas necesidades de la gente.

R.C.: Es una decisión política articular las normas, las tecnologías y sobre todo la educación vial, buscando las soluciones que permitan la fluidez del tránsito.

Lic. Leticia Piris: Lo primero es la decisión política y, en este caso, la del intendente de La Matanza es que su compromiso tenga en primer plano el tránsito y el transporte. A partir de ahí es donde empezamos respetando las maneras de incorporar la tecnología de controles y que estos sean más transparentes para que la gente se vaya adecuando al cumplimiento de la norma. Nuestro problema radica en que tenemos un cuerpo legislativo muy bueno y adecuado técnicamente, muy sustentable, pero la gente lo siente alejado de su propia realidad y nosotros tenemos que ser los vehículos que acerquen la ley con la posibilidad de cumplirla.

R.C.: Hablando de educación, no resulta casual sino causal que la sede del Foro sea una universidad. El tema de la educación vial debe generar un comportamiento automático entre la ley y quien debe cumplirla.

Lic. Leticia Piris: Es cierto. Al mismo tiempo que se actualiza el procedimiento para renovar la licencia de conducir, nosotros vamos en la misma línea para que la gente pueda acompañar ese cambio. El Municipio de La Matanza es el único - creo yo- que tiene cursos especiales para mayores de 65 años, porque la nueva licencia nacional de conducir nos impone que los mayores de 65 años rindan un examen teórico al renovar su carnet. Esto es mucha presión para la gente que no ha tenido esta costumbre o dinámica. Entonces el municipio está haciendo un enorme esfuerzo con sus cursos, porque los necesitamos en la calle, pero los necesitamos con seguridad.

R.C.: Le pido un comentario especial con respecto al BRT que ustedes planifican llevar adelante en el Municipio.

Lic. Leticia Piris: Nosotros estamos planificando la implementación de un BRT por decisión política de nuestro Intendente y de la Presidenta de la Nación. El sistema de BRT hace que el transporte utilice una vía segregada del resto del tránsito y, en este caso, que use y aproveche la troncalidad de la Ruta 3 para mejorar la movilidad de nuestros ciudadanos.

Ing. Guillermo Krantzer

Director General de Transporte GCBA.

Ing. Guillermo Krantzer

Revista Carreteras: ¿Cuál fue el tema de la presentación de hoy?

Ing. Guillermo Krantzer: Hoy presentamos el balance de la experiencia de la Ciudad de Buenos Aires con el Metrobús, contando además hacia dónde van los proyectos futuros de Metrobús que son de público conocimiento: Avenida Cabildo, Avenida San Martín y varias obras que siguen la línea de pensamiento que iniciamos con la Avenida Juan B. Justo, la 9 de Julio y el Metrobús Sur.

R.C.: Uno siempre piensa que si el transporte público fuera de calidad, reemplazaría al particular. Sin embargo, no es así. ¿Cómo hacer para congeniar ambos?

Ing. Krantzer: Mientras que se vaya mejorando el transporte público, la gente lo va visualizando como una opción y claro que las políticas tienen que proponer una mejora del transporte público y esto lleva naturalmente a que se tome como opción. Tenemos indicadores que son relevantes en los corredores de Metrobús.

La demanda se incrementó notablemente en Juan B. Justo y 9 de Julio, en un 40%. Por ejemplo, construir ciclovías indujo a que el uso de la bicicleta aumentara de un 1% a un 4%. Toda mejora que se vaya produciendo va a hacer que el usuario de automóvil opte por otras opciones de movilidad, en cuanto la congestión aumenta.

Ing. Olga Vicente

Consultora en Transporte

Ing. Olga Vicente

Revista Carreteras: ¿Qué rol tiene usted como consultora y qué trabajos ha realizado en cuanto a la movilidad en las áreas urbanas?

Ing. Olga Vicente: He investigado cuantos estudios de movilidad se han hecho y trabajé en compararlos. He encontrado que hay estudios que involucran la región metropolitana y dos estudios que involucran a La Matanza en particular. El principal instrumento de estudios de movilidad son las partidas domiciliarias de origen y destino, todos ellos parten desde ahí.

R.C.: ¿Cuál es el resultado de estos estudios que realizaron entre La Matanza y otros ámbitos?

La Matanza tiene dos estudios y es el único caso en el área metropolitana, lo cual evidencia, de alguna manera, que el Municipio ha tenido problemas particulares en materia de transporte, oferta y desplazamiento, como un desajuste entre lo que demanda la población y lo que ofrece. El primer estudio es del año 1968 y el segundo, del año 1989. Y cuando uno analiza y compara, lo que nota es un incremento notable de población, pero no un incremento en los viajes, y esto es común al área metropolitana. Es decir, la gente viaja menos.

Es difícil comparar estos estudios porque son de distinta metodología, pero sí podemos decir que La Matanza ha tenido una de las tasas de movilidad más baja por persona. Eso puede depender de varios factores, principalmente socioeconómicos y culturales: pobreza, subempleo, desempleo, etc. Lo que sí tiene en los últimos años es un incremento en viajes por motivo de estudio y yo creo que la universidad es una de estas causales. Se nota un incremento de viajes por estudio y disminuyen los viajes por trabajo.

Ing. Oscar Fariña

Vicepresidente de la Sociedad Argentina de Ingeniería de Tránsito

Ing. Oscar Fariña

Revista Carreteras: ¿Cómo ve el desarrollo de este tipo de eventos, sobre todo teniendo en cuenta su organización fuera de la Ciudad de Buenos Aires?
Ing. Oscar Fariña: Me tocó coordinar un panel conformado por cuatro invitados especiales. Uno de ellos fue el ingeniero André Brotó, que es el Presidente de Movilidad Sustentable de la PIARC, quien ya había estado en el país y lo invitamos para exponer fuera del contexto de Buenos Aires. La idea era salir de la ciudad e ir a lugares donde se están desarrollando acciones de movilidad importante, como es el caso de La Matanza, donde se plantea un proyecto de envergadura que es el BRT, en la Ruta 3 de este partido. La Sociedad Argentina de Ingeniería de Tránsito, la Asociación Argentina de Carreteras, conjuntamente con la Municipalidad y la Universidad de La Matanza, con su Departamento de Ingeniería, organizaron este evento que considero un éxito.

R.C.: Podemos inferir que de los trabajos presentados se arriba a conclusiones que tienen una aplicación práctica para el mejoramiento de la movilidad sustentable.
Ing. Fariña: En este caso particular, se hizo hincapié en invitar a la gente de los municipios del Gran Buenos Aires, quienes tienen una función principal en cuanto a promover acciones en movilidad sustentable, a partir de escuchar qué experiencia tienen en cada localidad. Han concurrido representantes de Quilmes, Esteban Echeverría, Ciudad de Buenos Aires, Rosario y de la provincia de San Juan, entre otros, sumando quince trabajos.

R.C.: Concluyen entonces en que hay un déficit para solucionar y, en principio, soluciones para ese déficit.
Ing. Fariña: Es interesante el intercambio de experiencias porque es una escuela donde se enseña y se aprenden. De este tema no se hablaba hace unos años y hoy, la seguridad vial y la movilidad urbana sustentable son los ejes en materia de tránsito. Y se vinculan directamente con lo que es medio ambiente y calidad de vida. Dentro de la movilidad sustentable está el transporte público, que interviene activamente en la vida de los habitantes de esta región.

Ing. Guillermo Cabana

Presidente de la Asociación Argentina de Carreteras

Ing. Guillermo Cabana

Revista Carreteras: ¿Qué los motivó a llevar a cabo este encuentro?
Ing. Guillermo Cabana: Invitados por la Universidad Nacional de la Matanza y la Sociedad Argentina de Ingeniería de Tránsito, decidimos realizar un encuentro y plantear las dificultades de movilidad en el tránsito suburbano, en especial en esta zona del conurbano bonaerense, donde es sumamente conflictivo. Hemos tenido una importante convocatoria con muchos trabajos presentados y de buen nivel, así que estamos orgullosos de cómo se viene desarrollando.

R.C.: ¿Cómo volcar a la práctica esto que se está desarrollando dentro de un ámbito de pensamiento como es la universidad?
Ing. Cabana: Afortunadamente, muchos de los que participan en esta jornada son quienes deben tomar las medidas en sus respectivos municipios. Este municipio en particular ha tenido una actividad muy interesante con respecto a la movilidad sustentable y hemos escuchado experiencias de otros municipios sobre carriles de uso exclusivo, BRT, etc. Se está intercambiando mucha información, que será útil para la sociedad y para mejorar sustancialmente la movilidad de estas áreas particularmente conflictivas. Tenemos la presencia de un especialista, el Ing. André Brotó, de Francia, que es justamente el Presidente del Comité de Movilidad Sustentable de la Asociación Mundial de la Ruta.

R.C.: En estas actividades que ustedes desarrollan, siempre se muestra el mosaico interdisciplinario y cómo esto después debe llevarse al campo de lo concreto.
Ing. Cabana: El objetivo es que todo lo que acá se revise llegue a dar soluciones al que tiene que moverse para trabajar, estudiar, vivir en el conurbano. Nosotros estamos en un país con cuarenta millones de habitantes y doce millones viven en este área, que es solamente el uno por mil de toda la superficie del país. Además, tenemos mucha movilidad, prácticamente duplicamos

los vehículos “per cápita” de nuestros vecinos. Estamos muy por encima del promedio en el nivel mundial. Es decir, todos los movimientos de esos vehículos y todos los movimientos de esa gente se realizan en un área muy pequeña, por eso debemos buscar soluciones para que esa movilidad sea posible.

R.C.: ¿El hecho de que haya tantos especialistas invitados hace que esta transformación sea posible?

Ing. Cabana: Sin dudas. Porque las medidas deben ser de distintos tipos. Por un lado tenemos que mejorar nuestra red de carreteras, definir redes prioritarias de tránsito para los vehículos, pero además intervenir en el uso de los vehículos, ya sea con carriles exclusivos, con los BRT y también mejorando el señalamiento y la semaforización haciendo que esto sea más fluido.

R.C.: La Asociación Argentina de Carreteras está por llevar adelante el Pre-XVII Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito. ¿Cuáles son los ejes del mismo?

Ing. Cabana: Cada cuatro años desarrollamos un congreso de carácter internacional en alguna ciudad de Argentina y de manera intermedia, a los dos años, realizamos una actividad. Se trata de un pre-congreso de cuatro días, donde vamos a desarrollar con conferencistas, tanto de nuestro país como del exterior, temas específicos que a todos nos interesan con respecto de la movilidad, seguridad vial, transporte y caminos. Ello se desarrollará en Buenos Aires del 3 al 6 de noviembre.

Dentro del pre-congreso hemos logrado que muchas instituciones que participan con nosotros desarrollen actividades en conjunto. Se va a llevar adelante el X Simposio del Asfalto, el II Seminario Internacional de Pavimentos de Hormigón y el X Congreso de Sistemas Inteligentes de Transporte. También sumamos a la Cámara Argentina de Consultores de Ingeniería, que ya había participado anteriormente, y ahora se suma a la organización.

Ing. André Brotó

Presidente del Comité de Movilidad Sustentable de la AIPCR-PIARC

Ing. André Brotó

Revista Carreteras: En su exposición habló de las más de mil comunas que convergen hacia París, Francia, ejemplo con el cual se puede hacer un paralelo con grandes ciudades como Buenos Aires, Gran Córdoba y las ciudades capitales de atracción. Por lo que comentaba da la impresión de que estamos atrapados sin salida.

Ing. Brotó: Es bastante difícil organizar los servicios públicos como sistemas de transporte cuando hay mil municipios diferentes y esto necesita muchos años de estudios y cambios.

R.C.: ¿Hay soluciones para este tema o solo administramos la crisis?

Ing. Brotó: Hay leyes y normas de gobierno que indican a los municipios y regiones cómo se debe hacer un proyecto y cómo desarrollarlo. Hoy, creo que lo más conveniente es transportar más y mejor con lo que existe a mano en materia de infraestructuras. Por ejemplo, tenemos muchas carreteras, muchos ferrocarriles, vías de autobuses; pero hay que invertir para los intercambiadores de paradas de autobuses y ferrocarriles. La mejora de la movilidad sustentable no cuesta mucho porque se utilizan las infraestructuras existentes.

R.C.:En el área metropolitana de la Ciudad de Buenos Aires tenemos líneas de ferrocarriles que convergen hacia el centro de la ciudad. Más allá de las dificultades que tienen, ustedes le han dado al tren algún tipo de participación.

Ing. Brotó: En Francia se utilizan mucho los ferrocarriles. Desde hace un siglo hay muchas líneas, así que es suficiente con lo existente. El ferrocarril puede o no ser más amigable con el medio ambiente. Esto depende de la densidad y de la demanda. Un tren al 70% de su capacidad de usuarios anda muy bien, pero si tiene el 10% el efecto en el medioambiente no es bueno.

R.C.: ¿Cómo maximizan el uso de buses o colectivos?

Ing. Brotó: Utilizamos el modelo madrileño, que consiste en utilizar buses en zonas de baja densidad. No hace falta un tren para diez o doce personas, cuesta mucho. Mientras que un bus con veinte o treinta personas, es mejor que veinte o treinta automóviles. Este modelo es bueno pero bastante difícil de aplicar en Francia porque las leyes no lo permiten.

R.C.: Sería importante una coordinación entre municipios respecto de aquel lugar que convoca mayor atracción de público para facilitar el transporte.

Ing. Brotó: En las áreas urbanas todos los municipios deben trabajar en conjunto, porque los municipios deben pensar cómo facilitar la movilidad de los trabajadores y lo que es verdad para dos municipios, no es verdad para cincuenta o cien.

Ing. Daniel Russomanno

Presidente ITS Argentina

Ing. Daniel Russomano

Revista Carreteras: ITS Argentina forma parte de un escenario complejo y multidisciplinario con mucha experiencia y mucho más para aportar en este seminario.

Ing. Daniel Russomanno: Promovemos los sistemas inteligentes de transporte en todo lo que es movilidad y el estar hoy en esta casa de estudios es muy importante para nuestra asociación, que promueve la capacitación, el desarrollo y el estudio de todos estos temas que tienen que ver con la movilidad y el transporte.

R.C.: Se dice que este tema no funciona si no hay educación. Ahora bien, este tema ya ha llegado a la universidad.

Ing. Russomanno: Como cierre de mi exposición incluí un chiste de Mafalda, *"¿Para qué tanto edificio inteligente, auto inteligente, electrodoméstico inteligente? ¿Por qué no invertimos más para tener personas inteligentes?"* Eso está bien, porque esas personas inteligentes van a tomar sistemas inteligentes para la mejora de la movilidad, lo que a su vez mejora la calidad de vida y el bienestar de las personas.

R.C.: Un tema discutido aquí es la competencia entre transporte público y transporte privado de personas. Es un hecho que ambos van a tener que convivir y hay que crear los escenarios para que así sea.

Ing. Russomanno: Hay una disputa, pero a lo que siempre se apunta es a mejorar el transporte público para que sea más atractivo y el viaje sea mejor. Ahora bien, para atraer a los conductores particulares el esfuerzo va a ser muy grande, dado que la industria automotriz también está mejorando. Lo que debemos hacer es crear la infraestructura de comunicación para que ambos tengan una infraestructura acorde para la seguridad y la convivencia que esto requiere.

R.C.: El crecimiento demográfico y los estándares que se propongan deben llevar a que esta colisión de intereses se resuelva.

Ing. Russomanno: Es así. Presenciamos un círculo vicioso donde el crecimiento demográfico y económico hace que haya más autos y estos generan más congestión; y esa congestión hace que los costos se eleven. Estos costos hacen que aumente el pasaje y eso hace que los autos sean más atractivos y así vuelve a generarse este círculo vicioso. Por lo cual hay que crear condiciones para el transporte público y esto de los BRT es un buen proyecto. Eso sí: son soluciones puntuales. Por ejemplo, en La Matanza, o en la ciudad de Buenos Aires; todos los proyectos deben ser pensados en forma local, pero también en lo regional y pensando además en los escenarios futuros para tener una visión sistémica, en una matriz espacio-tiempo. A veces se hacen proyectos sin tener en cuenta el todo y después, cuando uno quiere conectar esas partes, no puede alcanzar ese todo.

R.C.: Se deben buscar políticas que se desarrollen a lo largo del tiempo y que tengan la suficiente flexibilidad como para ir absorbiendo las políticas pasadas e incorporar las nuevas.

Ing. Russomanno: Las políticas públicas que después devienen en políticas de Estado se arraigan y esas mejoras tienen que tener en cuenta esas políticas. Las ITS tienen que tener indicadores y dar herramientas para que los transportes estén conectados con estas políticas de Estado. Estamos en buen camino y hay que pensar en grande y de forma sistémica. Sumar granitos de arena que no veremos nosotros convertirse en montaña, pero sí las generaciones futuras. •

AVERY DENNISON

AVERY DENNISON
DISTRIBUIDOR Autorizado
LAMINAS REFLECTIVAS

AVERY DENNISON
LAMINAS REFLECTIVAS
con sello IRAM

NUEVA Tecnología

GRADO INGENIERIA PRISMATICO PEG	ALTA INTENSIDAD PRISMATICO HIP	OMNICUBE Cubo Completo
• Excede las especificaciones de la tecnología Grado Ingeniería. • **Posee Sello IRAM 10033.** • Durabilidad **10 años.**	• Alta performance visual. • **Posee Sello IRAM** de conformidad con la norma **ASTM D4956 Tipo IV.** • Durabilidad **10 años.**	• Microprismas omnidireccionales. • **Posee Sello IRAM** de conformidad con la norma **ASTM D4956 Tipo XI.** • Durabilidad **12 años.**

Distribuidor Autorizado
Señalar SRL
Tel. 0341 457 457 7 - 456 4343
carteles@senalar.com.ar
Brasil 151 - Rosario
senalar.com.ar

Sello IRAM - Poseen marca de agua - Omnidireccionalidad - Procedencia USA - **ENTREGA INMEDIATA**

CLEANOSOL ARGENTINA

desde 1966 Haciendo Caminos mas Seguros

DEMARCACION HORIZONTAL
SPRAY / LINEA VIBRANTE
LINEA PARA LLUVIA
B.O.S. / PREFORMADOS
PINTURA EN FRIO
TACHAS REFLECTIVAS

SEÑALIZACION VERTICAL
FABRICANTE HOMOLOGADO
DE SEÑALES 3M

CONSERVACION VIAL
MICROAGLOMERADO EN FRIO
MATERIAL PARA BACHEO EN FRIO
BOX BEAM / FLEX BEAM
TRAVESIAS URBANAS
AMORTIGUADORES DE IMPACTO
TERMINALES ABC
DELINEADORES DELETABLES

Mendoza 1674 / Avellaneda / Tel.: 011 - 4135 7200 / ventas@cleanosol.com.ar

CAMINOS DEL RÍO URUGUAY

S.A. DE CONSTRUCCIONES Y CONCESIONES VIALES

Caminos del Río Uruguay

Autopista Mesopotámica

Rutas Nacionales N° 12 y 14 .
Financió y Construyó las Autovías:
Brazo Largo-Ceibas y Panamericana-Zárate

Visite nuestra página en la Web: www.caminosriouruguay.com.ar

Tronador 4102 - C1430DMZ Capital - Teléfono: 4544-5302 (Líneas Rotativas)

CAMARA ARGENTINA
DE CONSULTORAS
DE INGENIERIA

50 AÑOS

Libertad 1055 3° piso (1012) Ciudad de Buenos Aires, Argentina • Tel./Fax: (54 11) 4811 8286/ 5246-2849
cadeci@cadeci.org.ar / www.cadeci.org.ar

Invitación a proponer
Obras Viales
a distinguir en el
DÍA DEL CAMINO
2014

La Asociación Argentina de Carreteras distingue a las mejores obras viales nacionales finalizadas durante el periodo comprendido entre octubre de 2013 y octubre de 2014. Estos galardones, que se entregan cada año, se constituyeron a través del tiempo en un premio muy valorado por empresas y profesionales que participan en el desarrollo de obras viales, y no solo llenan orgullo a quienes los reciben sino que también sirven como carta de presentación para futuros emprendimientos nacionales y del exterior.

Los reconocimientos se otorgan a aquellas obras que por su magnitud, trascendencia, protección al ambiente, solución a problemas serios de tránsito, innovación tecnológica o impacto en la economía regional resulten dignas de ser premiadas para que sirvan de modelo y ejemplo de obras futuras.

Como ya es tradicional, se distingue al ente comitente, a las empresas proyectistas y a las firmas constructoras en representación de la multitud de profesionales, técnicos y trabajadores que dan vida a cada obra.

Por ello, invitamos a todos los involucrados en sector vial a proponer obras que consideren ser merecedoras de estos galardones. De contar con alguna, agradeceremos vayan previendo una breve memoria técnica, con fotos y videos para una mejor evaluación.

Una comisión de especialistas creada al efecto tendrá la tarea de evaluar las propuestas y someterlas al Consejo Directivo de la Asociación Argentina de Carreteras para su aprobación final.

La entrega de premios se llevará a cabo, como siempre, en ocasión de la tradicional cena del "Día del Camino" a celebrarse este año el **miércoles 8 de octubre en el Hotel Panamericano Buenos Aires.**

De esta ceremonia participan habitualmente las más importantes autoridades nacionales, provinciales y municipales vinculadas con el sector vial y del transporte, además de empresarios, representantes de cámaras, universidades e instituciones relacionadas con el camino.

INVITAMOS A ORGANISMOS VIALES, EMPRESAS Y PROFESIONALES DEL SECTOR A PROPONER OBRAS QUE A SU CRITERIO MEREZCAN SER GANADORAS DE ESTAS PRESTIGIOSAS DISTINCIONES.

EL TITULAR DE VIALIDAD DE ENTRE RÍOS FUE REELECTO COMO PRESIDENTE DEL CONSEJO VIAL FEDERAL

El Director Administrador de la Dirección Provincial de Vialidad (DPV) de Entre Ríos, **Ing. Jorge Rodríguez**, fue reelecto por otros dos años como Presidente del Consejo Vial Federal (CVF) durante la asamblea extraordinaria realizada en Buenos Aires.

Con la participación de todos los representantes de Vialidad Nacional y de las Vialidades provinciales, hacia fines de abril se reunió la Asamblea Extraordinaria del Consejo Vial Federal para elegir a las autoridades que los representarán en el Comité Ejecutivo por los próximos dos años. Resultó electo como Presidente el actual Director Administrador de la Dirección Provincial de Entre Ríos, **Ing. Jorge Rodríguez.**

La votación se llevó a cabo entre los 5 referentes que surgieron de las elecciones llevadas a cabo un mes antes en cada una de las zonas en las que el Consejo Vial Federal divide al país: Centro, NEA, NOA, Cuyo y Patagónica (uno por zona).

Estos 5 miembros elegidos fueron designados por votación de sus pares en la Asamblea Extraordinaria a ocupar uno de los cinco cargos que conforman el Comité Ejecutivo: Presidente, Vicepresidente 1˚, Vicepresidente 2˚, Vocal 1˚ y Vocal 2˚, para el mandato 2014 – 2015.

Por unanimidad se propuso y eligió al Ing. Jorge Rodríguez como Presidente del Consejo Vial Federal.

Recordemos que el Ing. Rodríguez fue reelecto en esta oportunidad, pues viene desempeñando el cargo desde el año 2012.

“Gracias por el honor que me otorgan para seguir presidiendo el Consejo”, comenzó diciendo el Ingeniero Rodríguez al hablarle a sus pares luego de la votación. Y agregó: **“tratamos siempre de darle una impronta fuerte a nuestra actividad; así fue como participamos en la Federación Internacional de la Carretera (International Road Federation – IRF), en Arabia Saudita, y también en Guatemala, en el Congreso Iberolatinoamericano del Asfalto, hablando sobre la realidad vial argentina”.**

“También expusimos y participamos activamente en nuestro país”, continuó el Presidente electo del CVF, **“tanto en las Asambleas de la Asociación Argentina de Carreteras, como en la Semana de la Seguridad Vial, en Paraná; o incluso en la Jornada de Infraestructura 2013, llevada a cabo en Tecnópolis, entre otras.”**

Con respecto a esta nueva etapa que comienza al frente del Consejo Vial Federal, Rodríguez enfatizó que **"nos faltan temas importantes por concluir, como es la obtención de más fondos para nuevas obras y, para ello, estamos trabajando en forma conjunta con FAT Vial y la Jefatura de Gabinete de la Nación. También se encuentra el tema de la actualización del E.Di.Vi.Ar. (Esquema Director), otro punto de suma importancia para nosotros".**

Cerró su discurso ante sus pares viales afirmando que **"nuestro país también se verá fortalecido al trabajar en conjunto con todas las Vialidades provinciales, atendiendo las particularidades de cada una de las zonas, con el objetivo de fortalecer las acciones del Consejo"**. Y concluyó: **"agradezco a todos la confianza que me han tenido y los invito a seguir trabajando por una red vial mejor, más grande y segura".**

Sin dudas, un gran reconocimiento para la gestión realizada durante los últimos dos años, donde representó a la institución en cada evento referente a la temática vial, tanto dentro como fuera del país, debatiendo en distintos foros nacionales e internacionales sobre la realidad vial argentina y los progresos alcanzados.

Lo acompañarán en el Comité Ejecutivo los titulares de las Vialidades provinciales el Ing. Miguel Bertolino (La Rioja), como Vicepresidente 1˚; el Ing. Raúl Basilio (Tucumán), como Vicepresidente 2˚; el Dr. Osvaldo Mairal (Chubut), como Vocal 1˚; el Ing. Carlos Kutnich (Chaco), como Vocal 2˚; y el Secretario Ejecutivo del Consejo, Ing. Arcángel José Curto, en representación de la Dirección Nacional de Vialidad.

Luego del discurso hubo salutaciones y felicitaciones para todos los integrantes del nuevo Comité Ejecutivo de parte de sus pares, titulares de las distintas Vialidades provinciales del país, en un clima de gran fraternidad y camaradería. •

Como hecho distintivo destacamos el acercamiento del **Lic. Miguel Salvia** -hasta entonces Presidente de la Asociación Argentina de Carreteras-, para compartir junto a la Asamblea el almuerzo de trabajo y transmitirle al reelecto Presidente del CVF la salutación correspondiente.

Comité Ejecutivo

Período 2014 – 2015

Presidente: **Ing. Jorge Rodríguez** *(Entre Ríos)*
Vicepresidente 1˚: **Ing. Miguel Ángel Bertolino** *(La Rioja)*
Vicepresidente 2˚: **Ing. Raúl Basilio** *(Tucumán)*
Vocal 1˚: **Dr. Osvaldo Mairal** *(Chubut)*
Vocal 2˚: **Ing. Carlos Kutnich** *(Chaco)*
Secretario Ejecutivo: **Ing. Arcangel José Curto** *(DNV).*

E.Di.Vi.Ar.

(Esquema Director Vial Argentino)

El E.Di.Vi.Ar. nació hacia fines de los años ´90 como una idea globalizadora, tomando como fundamento las "Bases para la formulación de una estrategia de ordenación territorial", elaboradas en ese entonces por la Secretaría General de la Presidencia de la Nación.

Se profundizó el estudio, con criterios directores, de la interrelación y articulación necesarias de la Red Troncal Nacional (de la existente y de la que eventualmente se defina), con la parte de las Redes Provinciales que complementa y alimenta a esa Red Nacional y que sirve como conexión interprovincial e integración regional, para potenciar el desarrollo de subregiones que se emplazan en más de una provincia; y con los Caminos de Calzada Natural, que constituyen la primera vía de salida de las producciones regionales y cuyo estado actual provoca el aislamiento de su pobladores, un sobreprecio de fletes, demoras en la entrega de los productos y un obstáculo para el despegue de las economías regionales.

Actualmente se le ha presentado al señor Jefe de Gabinete de Ministros de la Nación, Cdor. Jorge Capitanich, la última actualización finalizada en el presente año, que tiene una proyección calculada para el próximo decenio.

LA ASOCIACIÓN ARGENTINA DE CARRETERAS RECIBIÓ A FUNCIONARIOS DE LA *UGANDA NATIONAL ROADS AUTHORITY*

Durante los días 21 y 22 de abril la Asociación Argentina de Carreteras recibió la visita de una delegación de cinco funcionarios pertenecientes a la ***Uganda National Roads Authority*** (UNRA), quienes arribaron al país acompañados por Esteban Salinas, Director de Programas para América Latina & Caribe de la ***International Road Federation (IRF)***.

La comitiva de Uganda estuvo compuesta por el **Cdr. Ishmael Mweru Magona**, Comisionado de Infraestructura del Ministerio de Financiamiento, Planificación y Desarrollo Económico (MoFED) y miembro de la Junta Ejecutiva de la UNRA; el **Ing. David Ssali Luyimbazi**, Director de Planificación de la UNRA; el **Ing. Justine Odongo Ongom**, Director de Operaciones de la UNRA; el **Cdr. Joe Ssemugoma**, Director de Administración y Finanzas de la UNRA; y el **Ing. Charles Kasozi Kizito**, Gerente de Estrategia de Redes de la UNRA.

Esta delegación llegó a la Argentina con la intención de conocer la experiencia en relación con los diferentes sistemas de gestión y concesiones viales utilizados localmente, con un especial interés en los contratos tipo C.Re.Ma (Contratos de Reparación y Mantenimiento), su creación, implementación y resultados.

En la actualidad, Uganda se encuentra trabajando en la planificación de la extensión y pavimentación de su red vial con la ayuda de programas de fomento del Banco Mundial (BM) y fue a través de este organismo que recibió la recomendación de contactar a la IRF y acercarse a la Argentina y Brasil, ya que los contratos C.Re.Ma se desarrollaron aquí y se han estado aplicando en ambos países desde hace varios años con resultados satisfactorios.

Debido a su posicionamiento internacional y a su presencia activa en el directorio de la IRF, la Asociación Argentina de Carreteras fue la anfitriona de la delegación y programó las actividades durante las dos jornadas de trabajo.

Durante el primer día se organizó, en el Salón Auditorio de la AAC, la presentación de los **Ings. Fernando Abrate, Fernando Novoa y Javier Copelotti**, de la Dirección Nacional de Vialidad (DNV), quienes expusieron sobre la "Gestión de la Red Vial en la República Argentina". Se explayaron sobre todo lo relacionado con los distintos tipos de contratos y concesiones viales existentes en nuestro país y cuáles fueron los beneficios y los inconvenientes de cada sistema de gestión utilizado.

Luego, acompañados por las autoridades de Carreteras, la comitiva realizó una visita a las oficinas de la DNV, donde fueron recibidos por su Administrador General, **Ing. Nelson Periotti**, y el Subadministrador, **Ing. Carlos Alonso**.

Por la tarde, el **Ing. Jorge Felizia** realizó una presentación sobre las **"Características de la Demanda en las Rutas Argentinas"**, y luego se llevó a cabo una reunión con los **Ings. Roberto Loredo** (Chediack S.A.) y **Miguel Ángel Marconi** (Supercemento S.A.I.C.) y el **Sr. Néstor Fittipaldi**, representantes de empresas constructoras y transportistas, para conocer la visión del sector privado acerca de los sistemas de gestión vial aplicados en nuestro país.

El segundo día se dedicó a visitar la obra de ampliación de la **Ruta Nacional Nº7**, que está llevando adelante **José Cartellone Construcciones Civiles S.A.** Para ello se acudió al obrador de la empresa en San Andrés de Giles, Provincia de Buenos Aires, donde se realizó un encuentro con los responsables de la concesión y personal de la **Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires**. Allí se intercambiaron experiencias y conocimiento sobre el trabajo vial en Argentina.

Tras una recorrida por distintos puntos de la obra, la visita se cerró con un almuerzo criollo, finalizando así la estadía de los representantes de Uganda en nuestro país en un ambiente de camaradería y colaboración. •

AVANZAN LAS OBRAS DE AMPLIACIÓN DE LA AVENIDA GENERAL PAZ FINANCIADAS POR EL GOBIERNO NACIONAL

En un acto realizado el pasado 30 de junio, la Presidenta de la Nación, Cristina Fernández de Kirchner, inauguró el primer tramo de la ampliación de la Av. General Paz desde la conexión con la Autopista Panamericana hasta la Avenida San Martín.

El evento contó también con la presencia del gobernador de la Provincia de Buenos Aires, **Daniel Scioli**, el jefe de Gabinete de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, **Horacio Rodriguez Larreta**, el intendente del municipio de Vicente López, **Jorge Macri** y el ministro de Planificación Federal, **Julio De Vido**.

Una vez finalizado, el plan de ampliación de más de **$1.200 millones** impulsado por el Gobierno Nacional, a través del Ministerio de Planificación Federal, beneficiará a más de dos millones de usuarios en el área metropolitana de Buenos Aires.

La ampliación de la General Paz representa la mayor obra vial urbana de los últimos tiempos desarrollada por el Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, a través de la Secretaría de Obras Publicas de la Nación. Esta obra otorgará a los millones de usuarios que la transitan a diario mejoras en los tiempos de recorrida, incremento en la seguridad vial, además de facilitar la integración vial norte-sur, que conecta la Ciudad Autónoma de Buenos Aires con el Gran Buenos Aires.

La General Paz presentaba un nivel de saturación de tránsito constante en todas las franjas horarias, generando dificultades en el acceso a la ciudad. Con este proyecto se reducirán los tiempos de demora en las horas pico, beneficiando a más de 320 mil vehículos con mejores condiciones de circulación, tanto en las calzadas centrales como en los cruces e intercambiadores de todo el trayecto de la avenida.

Los trabajos se iniciaron a comienzos de 2013 y se prevé su finalización a mediados de 2015. Desde el proyecto original de ampliación en 2008, pasó de ser una obra necesaria a ser indispensable para los usuarios que la transitan, así como también para los vecinos de la zona. El **Órgano de Control de Concesiones Viales** (OCCOVI) supervisa la ejecución de estas obras y **Autopistas del Sol** fue designada como responsable de la coordinación y el gerenciamiento de las mismas. Esta gestión exige la cuidadosa planificación y comunicación de los desvíos de tránsito necesarios para la articulación de los distintos frentes de obra.

MINIMIZAR LOS TIEMPOS DE EJECUCIÓN

El desafío que presentó la planificación de esta obra fue lograr ejecutarla en medio de una zona urbana y de alto tránsito. Para que esto fuera posible, se estableció un programa de trabajo en el que ningún frente de obra superara los ocho meses, maximizando la eficiencia y minimizando los tiempos de ejecución. El trabajo nocturno y durante los fines de semana hizo posible reducir el impacto que este tipo de proyectos tiene en los vecinos frentistas y el tránsito circulante.

La obra contempló la construcción de un cuarto carril por circulación adicional y, para acompañar el nuevo flujo de tránsito que presenta la avenida, se están readecuando los giros, ramas de salida y entrada y un nuevo diseño de los intercambiadores. El primer tramo a inaugurar, el nudo Balbín entre Acceso Norte y Av. General Paz, presenta una nueva fisonomía urbana y brinda una mayor capacidad a la avenida.

El proyecto mejorará la articulación de los principales cruces de la General Paz con las avenidas urbanas, al reemplazar los antiguos puentes de arco por modernas estructuras metálicas y eliminar los giros a la izquierda mediante la adecuación de los intercambiadores. Cabe señalar que la modificación de las ramas de entrada y salida fue planificada para evitar el entrecruzamiento que actualmente tiene el flujo vehicular.

PRESERVAR LOS ESPACIOS VERDES

La obra presenta un plan integral que contempla todos los aspectos que una inversión de este nivel debe considerar, como iluminación con tecnología de avanzada y de bajo consumo, y un diseño paisajístico que incluyó la preservación de espacios verdes.

Los trabajos de iluminación maximizan la eficiencia energética y brindan al tránsito circulante un alto grado en materia de seguridad vial, además del remplazo de la iluminación actual en las calles colectoras. Por otra parte, así como en la primera inauguración de la Avenida el Arq. Carlos Thays diseñó los espacios verdes y fue el encargado del planeamiento paisajístico, con el objetivo de conservar una característica emblemática de "avenida jardín", se encomendó el trabajo al estudio Thays también en esta oportunidad. Los especialistas trabajaron relevando las especies forestales y, de acuerdo a su importancia ecológica, se trasplantaron 600 árboles y se plantaron 3.000 nuevos árboles de especies autóctonas con alto valor ecológico.

Esta compleja y desafiante intervención, que se está desarrollando en convivencia con el tránsito cotidiano, representa la obra vial urbana más importante en ejecución en este momento en el país. Los objetivos del proyecto se enmarcan dentro de la política de inversión pública en obras viales que lleva adelante el Gobierno Nacional.•

DATOS DE LA OBRA

- 10 kilómetros estarán construidos cuando finalice el total de la ampliación.
- Más de 1.000 puestos de trabajo.
- Más de 50.000 toneladas de concreto.
- 7 nuevos puentes.
- 7 puentes ensanchados.
- 2 nuevos viaductos.
- 600 árboles trasplantados.
- 3.000 nuevos árboles.
- Más de 2 millones de usuarios beneficiados.
- 320.000 vehículos beneficiados solo en la traza central de General Paz.

BENEFICIOS DEL PROYECTO

- Aumentar la capacidad de la Avenida General Paz.
- Mejorar las condiciones de circulación del tránsito proveniente de las calzadas centrales de Acceso Norte con sentido Riachuelo hacia la General Paz.
- Mejorar las condiciones de circulación de las calzadas principales centrales.
- Otorgar mayor fluidez a la operatoria de los principales cruces con las avenidas urbanas.
- Disminuir los tiempos de espera en los cruces semaforizados.

AUTOPISTA PRESIDENTE PERÓN

Continúa el avance del proyecto y construcción de esta fundamental vía para el tránsito en la región metropolitana

La Autopista Presidente Perón conforma el tercer anillo de circunvalación de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Comprende la conexión entre el Acceso Oeste, a la altura del Camino del Buen Ayre, con la Autopista Buenos Aires – La Plata, a la altura de Villa Elisa, y vincula de ese modo todos los accesos a la Capital Federal por los que circulan diariamente 1,5 millones de vehículos, beneficiando a más de 12 millones de personas.

Esta región se caracteriza por tener excelentes vías de acceso a la ciudad de Buenos Aires a través de una red de autopistas que constituyen las rutas 8 y 9 por el norte (Acceso Norte y Ramal Pilar), la ruta 7 por el oeste y por el sur las autopistas Ezeiza – Cañuelas y La Plata- Buenos Aires.

MODELO DE CORONAS CONCÉNTRICAS

Sin embargo, las rutas de circunvalación no poseen la misma jerarquía, lo que genera numerosas dificultades de tránsito y conectividad. La primera corona es la Avenida Gral. Paz, una vía que está siendo ampliada con la construcción de un cuarto carril por cada sentido de circulación para evitar el estado de congestión y saturación permanente que presenta en la actualidad.

La segunda corona la establece la Ruta Provincial 4, conocida también como Camino de Cintura, cuyo diseño como una vía urbana y a nivel hace que presente un cuadro similar de saturación, además de un estado de mantenimiento que hace aún más difícil la circulación.

La tercera corona actualmente es constituida por la Ruta Provincial 6, sobre la que se está trabajando para convertirla en autovía. De igual modo, la mayor lejanía de su traza de la Ciudad hace que esta carretera sea una solución a otro tipo de requerimientos de tránsito. Dado el estado de situación actual, la **Autopista Presidente Perón** se proyectó para convertirse en la tercera corona, cubriendo así una necesidad fundamental como aliviadora del tránsito en los corredores circunvalantes, los últimos tramos de los accesos a la ciudad de Buenos Aires, las autopistas urbanas y las Avenidas Lugones, Cantilo, 9 de Julio y Huergo-Madero.

Fue licitada en el año 1997 como una concesión con peaje pero no fue adjudicada. Utilizando prácticamente la misma traza, la DNV la licitó como obra pública. El modelo de Coronas Concéntricas utilizado fue ratificado en 3 pilares que son las Bases del Ordenamiento Territorial de la Provincia de Buenos Aires:

1. Lineamientos Estratégicos para la Región Metropolitana de Buenos Aires

Este documento, emitido por la Dirección de Ordenamiento Urbano y Territorial de la Subsecretaría de Urbanismo y Vivienda del Ministerio de Infraestructura de la Provincia de Buenos Aires, se inscribe en el marco del Plan Estratégico Territorial (PET) elaborado por el Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios del Poder Ejecutivo Nacional.
En él se promueve el desarrollo de ejes concéntricos para las vías de transporte de la región para generar un cambio sustancial en el sistema vial, transformando el esquema radial en una malla de vinculaciones.
Las vialidades concéntricas contribuyen a mejorar la estructura de vinculaciones, favoreciendo los desplazamientos dentro de la trama urbanizada y promoviendo, al mismo tiempo, el desarrollo y la urbanización del territorio hasta el último de los anillos.

2. Plan Estratégico Territorial para la Región Metropolitana de Buenos Aires

El PET, elaborado por el Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios del Poder Ejecutivo Nacional, impulsa un proceso federal de planificación estratégica. A raíz de esa propuesta, cada una de las provincias argentinas fue convocada para institucionalizar el proceso de planificación en sus jurisdicciones.
El plan de la Provincia de Buenos Aires prevé, en un modelo deseado, la consolidación de nuevos ejes de conectividad interna y la promoción de un esquema poli-céntrico de ciudades. Por ello, establece como obras centrales el ensanche de la Ruta Provincial Nº6 y la construcción de la Autopista Presidente Perón, ya que tienen el objetivo de reorganizar el sistema de flujos dentro de la aglomeración promoviendo nuevas áreas para el desarrollo de actividades logísticas y productivas.

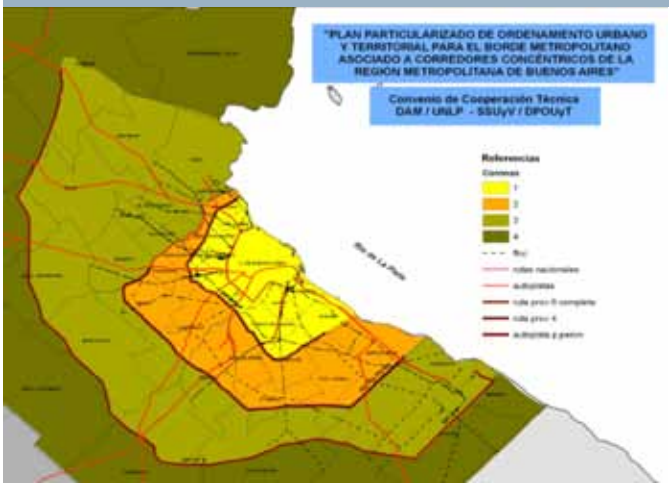
3. Esquema Director Intermunicipal del Borde Metropolitano para la Región Metropolitana de Buenos Aires

Este esquema se realizó a través de un convenio con la Unidad de Pre Inversión del Ministerio de Economía de la Nación, coordinado por la Subsecretaría de Urbanismo y Vivienda del Ministerio de Infraestructura de la Provincia de Buenos Aires.

Establece que los proyectos “Autopista Presidente Perón” y “Autovía Ruta 6” tenderán a un mejoramiento aún mayor de las condiciones de accesibilidad del territorio, promoviendo de ese modo también el desarrollo territorial, económico y demográfico.

ANILLOS DE CIRCUNVALACIÓN

MODELO DE CORONAS CONCÉNTRICAS



LA OBRA

La obra se dividió en cuatro tramos, con una longitud total de 94 kilómetros y se encuentra adjudicada a cuatro consorcios de empresas constructoras. Resulta la continuación del Camino del Buen Ayre, que vincula las rutas nacionales 9 (Acc. Norte) y 7 (Acc. Oeste) y la conecta con la autopista La Plata-Buenos Aires.

Se desarrolla atravesando zonas urbanas con diseño de dos carriles por sentido de circulación y en algunos tramos tres carriles por cada sentido, con un ancho de zona de camino variable, de acuerdo al entorno, con un máximo de 120 metros, previéndose distintas secciones transversales, de acuerdo a la limitación del ancho de la zona de camino.

La concreción de esta obra generará un cambio sustancial en el esquema de uso del suelo, permitiendo un importante desarrollo urbano.

La traza de la Autopista Presidente Perón conectará 15 municipios bonaerenses: San Isidro, San Martín, Tres de Febrero, Hurlingham, Ituzaingó, Merlo, La Matanza, Ezeiza, Presidente Perón, San Vicente, Florencio Varela, Berazategui, La Plata y Ensenada.

Cada uno de los tramos tiene un particular desafío. Por ejemplo, el primer tramo atraviesa una zona densamente poblada y ha obligado a numerosas expropiaciones.

Los trabajos tienen distinto grado de avance en cada sección, y están detenidos en el tramo IV, por cuanto se ha originado un litigio con los vecinos y distintas instituciones por su cercanía al Parque Pereyra Iraola.

El proyecto en este tramo, cuenta con los siguientes usos principales:

- Parque Pereyra Iraola (Municipio de Berazategui)
- Zona periurbana (Municipio de Berazategui)
- Rurales (Municipio de La Plata)
- Residenciales extraurbanas que incluyen servicios rurales (Municipio de La Plata)
- Específicos (por ejemplo ECAS – Municipio de Berazategui)

Reserva de Biósfera Parque Pereyra Iraola

El insuficiente mantenimiento y la cesión y/o concesión de tierras y edificios a diferentes organismos, instituciones y empresas para usos incompatibles y no planificados han ido resintiendo tanto los objetivos originales del parque como sus atributos de reserva forestal, pulmón verde y parque recreativo.

Fue así que el gobierno bonaerense inició el proceso para impulsar la postulación del Parque Pereyra Iraola como integrante de la **Red Mundial de Reservas de Biósfera del Programa MAB-UNESCO.**

La postulación fue presentada por el Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires y el Comité MAB Argentina dependiente de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación al Comité Internacional MAB-UNESCO en abril del 2007. Fue finalmente aprobada en septiembre de 2007.

La Reserva de Biósfera Pereyra Iraola comprende 10.248 hectáreas de superficie sobre la jurisdicción de cuatro municipios de la provincia de Buenos Aires (Berazategui, La Plata, Florencio Varela y Ensenada). La totalidad de sus tierras pertenecen al Estado Provincial.

Las Reservas de Biósfera se caracterizan por ser áreas que no son exclusivamente reservas naturales, sino que pueden albergar a comunidades humanas, quienes viven de actividades económicas sustentables que no ponen en peligro el valor ecológico del sitio. Esta dimensión humana de las Reservas de Biósfera es lo que las hace distintas a las demás áreas protegidas.

Las Reservas de Biósfera cumplen tres funciones fundamentales:

- la conservación de la biodiversidad;
- el desarrollo económico y humano sostenible, promoviendo el uso sustentable de los recursos naturales en beneficio de las comunidades locales; y
- el apoyo logístico para la realización de actividades de investigación, educación, capacitación, observación y monitoreo, relacionadas con las actividades de conservación y desarrollo sostenible.

Las Reservas de la Biósfera se organizan a partir de un modelo de ordenamiento del territorio:

- **Zonas núcleo**. Áreas protegidas legalmente donde se conserva la diversidad biológica y se realizan ciertas tareas de investigación.
- **Zona de amortiguación**. Rodea a las zonas núcleo y las protege de la intervención humana, donde eventualmente se realizan actividades compatibles con prácticas ecológicas (educación ambiental, turismo ecológico, investigación).
- **Zona de transición**. Constituye el lugar donde pueden localizarse asentamientos humanos y donde las comunidades locales puedan realizar actividades productivas relacionadas con el desarrollo sustentable de los recursos del área.

ZONIFICACIÓN	
Superficie total	10.248 hectáreas
Zonas núcleo (A)	4.998,05 hectáreas
Zonas de amortiguación (B)	791,14 hectáreas
Zonas de transición (C)	4.458,81 hectáreas

Al respecto, es de destacar que la totalidad de la superficie de la Zona de Transición de la Reserva de Biósfera Pereyra Iraola es propiedad fiscal de la Provincia de Buenos Aires, donde la Oficina para la Recuperación Integral del Parque Pereyra Iraola en conjunto con el futuro Comité de Gestión, determinará las actividades admisibles, que deberán resultar compatibles con los usos del suelo permitidos, correspondientes a las siguientes subzonas:

- Área de Uso Productivo (C1)
- Área de Uso Público (C2)
- Área de Uso Mixto (C3)

Actualidad del Conflicto en el Tramo IV del Proyecto

Como es de público conocimiento, el trazado fue cuestionado en el tramo IV, en su conexión con la Autopista Buenos Aires - La Plata, por desarrollarse parte del mismo en el límite sudeste del Parque Pereyra Iraola, una zona forestal protegida.

Luego de distintas instancias legales, y habiéndose sugerido y presentado otras alternativas de conexión diferentes a la estipulada para la AU Pte. Perón, la Dirección Nacional de Vialidad (DNV) estableció la necesidad de llevar adelante estudios que permitan definir un ajuste de traza sostenible, sobre la cual deberán obtenerse los permisos correspondientes (como la Declaración de Impacto Ambiental).

En este marco, la Dirección Nacional de Vialidad resolvió:

- Restringir el perfil transversal de la Autopista Presidente Perón en el tramo que pasa por el Parque Pereyra Iraola, contemplando un ancho de zona de camino de 65 metros y ocupar solo 45 metros dentro del parque.
- Eliminar todas las bajadas de la Autopista Presidente Perón en el tramo circunscripto al Parque Pereyra Iraola, con excepción de la correspondiente al Camino Centenario.
- Prescindir de la liberación de espacios vacantes entre la zona de camino y el Parque Pereyra Iraola que puedan ser ocupados.
- Implementar medidas tendientes a mitigar o compensar los potenciales impactos identificados con relación al Parque Pereyra Iraola, sus usos y objetivos asociados como Reserva de Biósfera.

USOS DEL SUELO SEGÚN ZONIFICACIÓN MUNICIPAL

Características del Tramo IV en el Parque Pereyra Iraola

La Autopista Presidente Perón se proyecta 8.460 metros sobre el límite sudeste del Parque Pereyra Iraola, mayormente sobre su zona de transición, aunque su tramo final se introduce en la zona de amortiguación. No obstante, en ningún punto alcanza la zona núcleo de la Reserva de Biósfera.

En terrenos del Parque Pereyra Iraola, el ancho de la traza presenta restricciones reduciéndose a 65 metros (45 metros corresponden a las dos manos de la Autopista y 20 metros corresponden a la colectora). No obstante, como la colectora se proyectará sobre la actual calle 403, la franja de afectación del parque se restringe a 45 metros de ancho, ensanchándose únicamente en la intersección con el Camino Centenario.

Considerando que la traza de la Autopista se proyecta por el terreno del parque en su totalidad (65 metors) o parcialmente (45 metros), dejando la colectora sobre la calle 403, surgen las siguientes superficies de afectación:

SUPERFICIE DE AFECTACIÓN	AU COMPLETAMENTE POR EL PPI		AU PARCIALMENTE POR EL PPI	
Parque Pereyra Iraola (PPI)	54,99 ha	0,54 %	38,07 ha	0,37 %
PPI: zona de transición	53,92 ha	1,21 %	37,33 ha	0,84%
PPI: zona de amortiguación	1,07 ha	0,13 %	0,74 ha	0,09 %

En función de los **usos** (plano de usos) identificados en el Parque Pereyra Iraola, la traza de la Autopista afectaría terrenos actualmente dedicados a:

- Explotación forestal
- Unidades frutihortícolas de agricultura familiar
- Estación de Cría de Animales Silvestres (ECAS)

En función de los **ambientes** (Plano de Ambientes) presentes en el Parque Pereyra Iraola, la traza de la Autopista afectaría los siguientes:

- Bosque monoespecífico
- Agricultura familiar
- Pastizales relictuales
- Bosques mixtos

Desde el punto de vista ecológico, ninguno de estos ambientes presenta valores de conservación significativos, exceptuando su función como ambientes de amortiguación de disturbios.

Medidas de Mitigación y Compensación

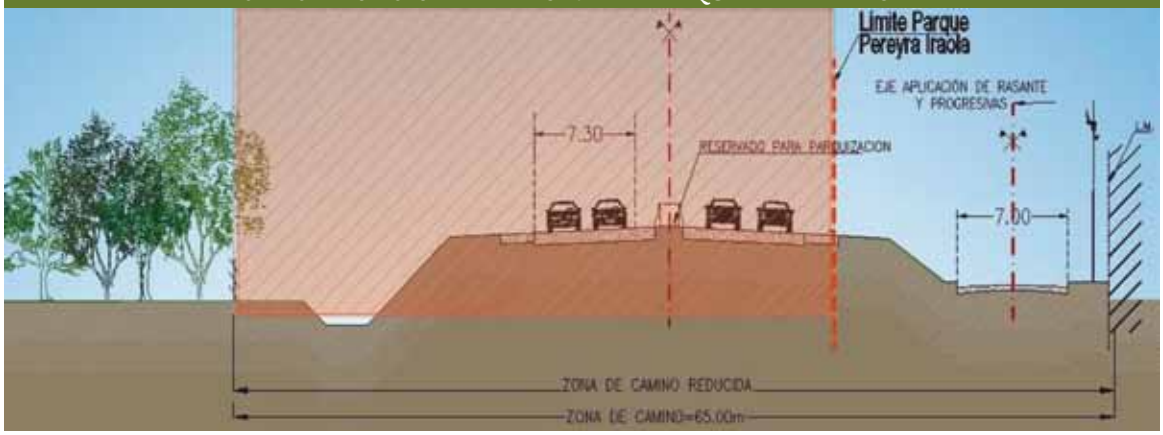
En función de las potenciales afectaciones sobre el Parque Pereyra Iraola, el proyecto propone el diseño de las siguientes medidas de mitigación y compensación:

- Cortina forestal bordeando la autopista, marginándola del parque y el entorno urbano de Villa Elisa y manteniendo ejemplares existentes.
- Compensación del terreno afectado correspondiente a explotación forestal y agricultura familiar.
- Compensación del terreno afectado correspondiente a la Estación de Cría de Animales Silvestres (ECAS).
- Apoyo para la formulación del Plan de Manejo de la Reserva de Biósfera que aún no ha sido elaborado.
- Apoyo para medidas de implementación y control de los usos propuestos para la Reserva de Biósfera.

Sin dudas, la Autopista Presidente Perón resulta una necesidad impostergable para un esquema circulatorio racional en el área del Gran Buenos Aires.
Este tema ya había sido tratado en el número 201 de esta revista, donde se analizaron las distintas alternativas para este sector del trazado, y se concluyó que el trazado por la calle 403 era el más racional y eficiente, además de cumplir con todos los requerimientos de los futuros usuarios de esta vía.
Un acceso directo al Puerto de La Plata, sin atravesar zonas densamente pobladas tal como ocurre con aquellos vehículos que ingresan por la Ruta Provincial N 6, así como la creación de un acceso directo a la posible futura traza de un puente sobre el Río de La Plata, son características insustituibles de esta elección.

Del análisis de la información recabada por el organismo vial y el relevamiento realizado en la zona de emplazamiento de la obra, se desprende que no existe en la área de impacto valores de conservación significativos.
No obstante ello, se considera conveniente la aplicación de medidas como las descriptas, en el sentido de reducir el ancho de la obra básica así como las vinculaciones que den lugar a mayores afectaciones.
Será menester expresar taxativamente las tareas de mitigación, adecuadamente proyectadas, pudiendo complementarse con tareas de revalorización de la Estación de Cría de Animales silvestres, que es un ambiente que requiere de mejoras importantes para lograr un habitat adecuado para las especies allí presentes. •

CARACTERÍSTICAS DEL TRAMO IV EN EL PARQUE PEREYRA IRAOLA



SE INAUGURÓ LA PROLONGACIÓN DE LA AUTOPISTA ILLIA

La Presidenta de la Nación, Cristina Fernández de Kirchner, y el jefe de Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, Mauricio Macri, inauguraron el pasado 3 de junio la ampliación de la Autopista Illia, una obra que permitirá conectar más rápidamente el tránsito de la Avenida 9 de Julio con la General Paz, para los más de 30 mil vehículos que diariamente salen de la ciudad hacia el norte.

El nuevo tramo, de **3 kilómetros de extensión y cuatro carriles**, va desde la avenida **Sarmiento** hasta el **empalme** c**on la Avenida Cantilo** y fue construido en el espacio generado por el corrimiento de las vías del Ferrocarril General Belgrano (2 metros) y el desplazamiento del cerco del Aeroparque (15 metros).

Además de **agilizar el tránsito**, el enlace contribuirá a mejorar la seguridad vial en la zona, dado que disminuye el volumen de vehículos que utilizan las avenidas Costanera, Figueroa Alcorta y Del Libertador.

Según las estimaciones, el trayecto por la Autopista Illia hacia el norte desde el enlace con 9 de Julio hasta la General Paz demandará unos 15 minutos, lo que significa una reducción promedio de 20 minutos de viaje y mucho mayor respecto de los actuales escenarios de congestión.

La obra incluye, además, un **nuevo acceso a la autopista desde la intersección de las avenidas Costanera Rafael Obligado y Presidente Ramón Castillo** (antes de Salguero) para los camiones y vehículos pesados, que ya no podrán circular más por Costanera Norte. Asimismo, este acceso está habilitado para otro tipo de vehículos y cuenta con una estación de peaje.

De esta forma se ofrece una vía de circulación más rápida y segura a los camiones que salen de la zona portuaria y a los micros de larga distancia que parten rumbo al norte desde Retiro.

A partir de la inauguración del nuevo tramo de la autopista, quedará cerrada la bajada de Salguero. Como alternativa, los vehículos podrán salir por Av. Sarmiento a la altura del circuito KDT. Esta habilitación implicó la readecuación de la bajada, a la que se agregó un carril adicional de desaceleración, para salir de la autopista sin interrumpir el tránsito pasante que seguirá hacia la Avenida General Paz.

Complementariamente, se estima que serán inauguradas antes de que culmine el 2014 una subida y una bajada a la Au. Illia desde y hacia Libertador, cerca de Retiro, para brindar más opciones de acceso desde el bajo sin tener que ingresar por la Avenida 9 de Julio.

Para la misma fecha, se habilitará una nueva traza de la Avenida Costanera de 1200 metros, con 6 carriles de circulación, 4 sentido norte y 2 sentido sur. Esta obra, concluida casi en su totalidad desde 2010, se ubica 50 metros al este de la actual (en terrenos ganados al río), entre Salguero y el sector militar del Aeroparque.

Paralelamente, se llevó adelante un rediseño urbanístico que involucró una ampliación de veredas, instalación de nuevas barandas, mayor iluminación; todo a fin de revitalizar la zona favoreciendo su uso recreativo, de paseo y esparcimiento en la costa del Río de la Plata.

El nuevo tramo tendrá dos conexiones con la Av. Costanera Rafael Obligado: en su extremo norte, un empalme ubicado a 300 metros del Muelle de Pescadores; y al sur, mediante una nueva rotonda que conectará además con la Av. Sarmiento y con la Av. Salguero. La actual Avenida Costanera, que quedará sin uso, será ocupada por la ampliación de la Cabecera Sur del Aeroparque Metropolitano Jorge Newbery.

Además, como medida de prevención vial, se cerró la confluencia entre las avenidas Costanera y Cantilo, en la zona del restaurante Clo Clo y las instalaciones de Puerto Pibes, para evitar accidentes entre el tránsito entrante y el que viene ya a alta velocidad desde la Autopista Illia. Los vehículos procedentes de la Costanera dispondrán de una colectora, que también actuará como calle frentista para las actividades allí existentes, y podrán incorporarse a Cantilo en el distribuidor de la calle Güiraldes o, más adelante, en el de Udaondo.

Estos emprendimientos forman parte del Plan Maestro de obras para la Autopista Illia y la zona del Aeroparque que lleva adelante la empresa Autopistas Urbanas S.A. para optimizar las condiciones de tránsito en el conjunto de la red vial, que es usada por unos 82 mil autos por día (52 mil en sentido al centro y 30 mil, al norte). Otro beneficio de este plan es la recuperación de un espacio de esparcimiento y recreación en la zona de la Costanera.

Los trabajos incluyeron hasta ahora el Paso Bajo Nivel Sarmiento inaugurado en 2009, el contracarril de la avenida Sarmiento habilitado en diciembre de 2010 y la remodelación vial y puesta en valor de la calle Salguero, entre otras obras.

A lo largo de los años, la inversión global en los trabajos de ampliación de la Autopista Illia y en las obras conexas superó los 100 millones de pesos. •

Bitrenes en Argentina

La circulación de los bitrenes en nuestro país es un tema en debate desde hace varios años. Durante nuestro último Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito, en Córdoba en 2012, especialistas en pavimentos, usuarios y fabricantes de unidades tractoras y de remolques compartieron experiencias y opiniones en una mesa redonda que abordó el tema.

Todos estuvieron de acuerdo en que, atento a las condiciones de infraestructura y modalidad de tránsito en nuestro país, la incorporación de los bitrenes debería ser gradual, sometida a normas estrictas y limitada a corredores aptos para ese fin.

Ya en 1997 se autorizó la circulación de bitrenes en un corredor en el noroeste de nuestro país, en rutas de bajo TMDA, con una limitada cantidad de unidades y con un fin específico.

En la actualidad, en la provincia de San Luis la circulación de algunos de ellos está permitida.

El dictado del decreto 574/2014, que con fecha 22 de abril modifica el Anexo R del decreto 779/95, reglamentario de la ley de tránsito, abre una nueva perspectiva para este tipo de vehículos.

EL DECRETO 574/2014

Este decreto incorpora los siguientes dos incisos al Anexo R:

1.3.1: Unidad tractora con dos semirremolques biarticulados tendrá un largo máximo de 30,25 metros.

(Hasta ahora la longitud máxima era de 22,40 metros en caso de transportes especiales y de 18,60 metros para semirremolques).

2.2.2: En los casos de las unidades tractoras con dos semirremolques biarticulados indicados en el apartado 1.3.1 con dos ejes triples de ruedas duales, un doble eje de ruedas duales y otro de ruedas simples: 75 toneladas.

(Hasta ahora el art. 53 de la Ley 24.449 establecía una carga máxima de 45 toneladas para cualquier configuración, tratándose toda carga superior como carga especial).

Las condiciones de seguridad activa y pasiva serán determinadas por la Secretaría de Industria y las condiciones de circulación, por la Comisión Nacional del Tránsito y la Seguridad Vial.

Los Bitrenes

Desde el punto de vista técnico, los equipos son inobjetables, ya que pueden contar con los adelantos necesarios para una circulación segura.

En cuanto a la acción de esas cargas sobre las estructuras de los pavimentos, de los estudios presentados por los especialistas en reiteradas oportunidades resulta que, circulando con la carga máxima para la que serán diseñados, los vehículos consumen menos vida útil de pavimento que los transportes tradicionales, y en virtud de la suspensión neumática, también se reducen los coeficientes de impacto sobre las calzadas. Todo esto si se circula respetando las cargas para las cuales fueron diseñados.

En cuanto a la preocupación respecto de las estructuras de puentes, existen estudios tranquilizadores que demuestran que las cargas y su distribución son aceptables para los puentes de nuestras redes, siempre y cuando se encuentren en buenas condiciones de mantenimiento.

Esto significa que desde el punto de vista técnico no surgen mayores inconvenientes para su circulación, siempre que se respeten algunas condiciones en la configuración de los vehículos y se ajusten a las cargas legales.

CARACTERÍSTICAS DE LOS VEHÍCULOS

En primer lugar, debería analizarse el efecto sobre las estructuras de pavimento y obras de arte y para ello deberían establecerse separaciones mínimas entre los *boggies*.

Habría que prohibir los ejes simples para estos vehículos, y su configuración y características deberían ajustarse, como mínimo, a las siguienes especificaciones:

Para los tractores:

- Relación potencia - peso del orden 5,5 CV/TON.
- Sistemas de frenado ABS o EBS en la totalidad de los ejes.
- Limitador electrónico inviolable de velocidad a 90km/h como máximo.

Para los remolques:

- Suspensión neumática en todos los ejes.
- Colocación de un sistema que permita registrar en la cabina los pesos de cada eje en forma indubitable y que a la vez permita que esos datos sean transmitidos en forma permanente a un centro de control, junto con la información sobre su ubicación y velocidad de desplazamiento.
- Sistemas de frenado ABS o EBS para la totalidad de los ejes.
- Distancia mínima entre centros de ejes de tándems dobles de 6 metros.
- Distancia mínima entre centros de ejes de tándems dobles y triples de 7 metros.
- Distancia mínima entre centros de ejes de tándems triples de 7,50 metros.

Esto implicará que se establezcan longitudes mínimas con relación a la carga autorizada a efectos de evitar un inconveniente distribución. De este modo, un vehículo con carga máxima de 60 toneladas no debería tener una longitud inferior a 20,50 metros.

Estas condiciones permitirán no sólo determinar que la carga transmitida será adecuada a la infraestructura sino además tener un control sobre carga y velocidad, a efectos de evitar posibles infracciones y daños a las estructuras.

CONDICIONES DE CIRCULACIÓN

Atentos a que en la actualidad circulan vehículos con dimensiones superiores a los 18,40 metros de longitud, los equipos de hasta 60 toneladas de peso y 20,50 metros de longitud podrán circular en las mismas condiciones que los demás vehículos, dadas las mejoras técnicas con las que cuentan.

Todo vehículo de mayor dimensión, que pueda originar inconvenientes en la circulación y generar inseguridad en el tránsito, deberá ser tratado como carga especial, lo que implica que la reglamentación deberá determinar su autorización específica para cada viaje o el establecimiento de corredores para ese tipo de vehículos.

En todos los casos, los vehículos deberán seguir las normas generales en cuanto a la circulación en arterias definidas como aptas para tránsito pesado y no ingresar con configuraciones largas en zonas urbanas, debiendo abrir el equipo y separarlo en dos unidades para esa etapa del recorrido.

CONCLUSIONES

Es de esperar que la reglamentación, en manos de la Secretaría de Industria y de la Comisión Nacional del Tránsito y la Seguridad Vial, recoja estas sugerencias a efectos de posibilitar la adopción de las ventajas que este tipo de vehículo ofrece a la economía del transporte, sin poner en peligro la seguridad de los que circulan por las rutas, ya tan comprometida por la falta de respeto a las normas, y sin generar daños al patrimonio vial.

Es usual ver en nuestras rutas camiones con una carga autorizada de 45 toneladas llevando 70 y hasta 80 toneladas, lo que provoca una gran destrucción del patrimonio vial. Es menester instrumentar las medidas necesarias para que este tipo de vehículos en modo alguno pueda violar las cargas máximas.

De igual forma, es común ver verdaderos trenes de vehículos de carga en rutas de 2 carriles (1+1) que, desconociendo la legislación vigente, circulan sin dejar el espacio necesario para ser sobrepasados por vehículos más veloces, lo que genera situaciones de riesgo para los demás usuarios. Si esto es peligroso con vehículos de 18 metros de largo, cuánto más lo será con los vehículos de 30 metros de largo que hoy autoriza la modificación. Es por ese motivo -entre otros motivos técnicos vinculados al diseño de los caminos- que los vehículos de más de 20,50 metros deberán tener un tratamiento especial. Es evidente que estas cuestiones dependen mucho de la actitud de los conductores. Estas conductas, que aquí son moneda corriente, son impensables en países como Australia o Canadá, de donde proviene el uso mayoritario de este tipo de vehículos. Estos países cuentan, además, con una realidad territorial, poblacional, de infraestructura y de respeto y control de la ley totalmente distinta a la nuestra.

En síntesis, si la reglamentación impone las condiciones adecuadas de seguridad a los vehículos, y la determinación de los lugares y circunstancias de circulación son definidas en conjunto con las autoridades viales, sin duda que la circulación de los vehículos de mayor porte se verá restringida a corredores con rutas de más de una calzada por sentido o a rutas con muy bajos volúmenes de tránsito. •

TELEPEAJE Online

Adquirí tu TELEPEAJE desde nuestra página Web
y recibilo por correo ¡TODOS SIN MOVERTE DE TU CASA!
Utilizalo en toda la Red de Autopistas.
www.ausur.com.ar

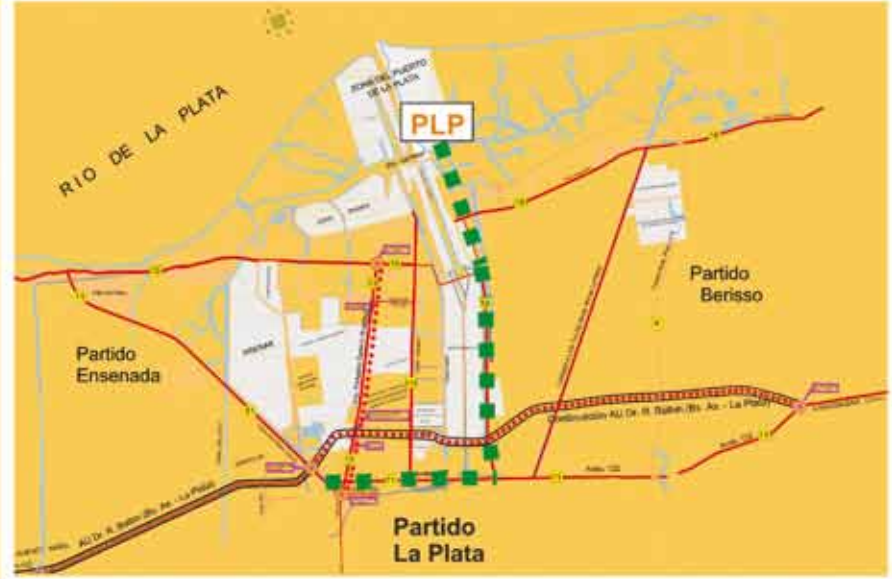
autopistas al Sur

PROGRAMA DE VOLUNTARIADO
RSE Responsabilidad Social Empresaria
TELEPEAJE Adherite y accedé a esta nueva experiencia www.ausur.com.ar 0800-999-9999
ATENCIÓN AL CLIENTE Atención al Cliente y otras consultas, informate al 0800-999-0800
SOS SOS Ausur. Estamos para ayudarte 0800-999-9919

BA | GOB. DANIEL SCIOLI

Vialidad de la Provincia de Buenos Aires

Acceso al Puerto
Obras Complementarias



- **Comienza la parte final de la obra con un avance del 80 %.**
- **Reconstrucción total de la calzada de hormigón en avenida 122 e/ la R.P.N° 13 y la avenida 60.**

av. 122 n° 825 La Plata. Buenos Aires - tel 54 221 211160 769 - 0800 222 3822 -www.vialidad.gba.gov.ar
email: vialidad.gba.gov.ar- prensavialidad@gmail.com -@vialidadBA

Dirección de VIALIDAD

BUENOS AIRES **ACTIVA** COMO NUNCA

PRE-XVII CONGRESO ARGENTINO de Vialidad y Tránsito

8º EXPOVIAL ARGENTINA

X CONGRESO INTERNACIONAL ITS

X SIMPOSIO DEL ASFALTO

II SEMINARIO INTERNACIONAL DE PAVIMENTOS DE HORMIGÓN

"UNA MIRADA AL FUTURO DE LAS CARRETERAS Y EL TRANSPORTE"

LA ASOCIACIÓN ARGENTINA DE CARRETERAS, JUNTO A TODAS LAS INSTITUCIONES QUE ACOMPAÑAN ESTA CONVOCATORIA, INVITA A PARTICIPAR EN EL **PRE-XVII CONGRESO ARGENTINO DE VIALIDAD Y TRÁNSITO**, ENCUENTRO QUE SERÁ UN FORO DE IDEAS ACORDE A LOS DESAFÍOS QUE LA VIALIDAD Y EL TRANSPORTE DE ARGENTINA Y LA REGIÓN TIENEN PARA LOS PRÓXIMOS AÑOS.

Constituye, además, una gran oportunidad para que todos los involucrados en la planificación, el diseño, la construcción, el mantenimiento, la gestión y seguridad vial, se encuentren para contrastar experiencias y enriquecerse con el intercambio entre colegas argentinos y del extranjero.

Será un espacio de discusión destinado a todos los profesionales y técnicos que de una u otra manera desarrollan su actividad ligada al sector vial y del transporte por carretera en general, ya sea desde el ámbito público o privado.

Desde 2007, cuando se celebró por primera **vez un Pre-Congreso,** la Asociación Argentina de Carreteras se convenció de la necesidad de organizar este tipo de encuentros con periodicidad bienal para fomentar una mayor regularidad en la actualización y transferencia de conocimientos, generando un nuevo espacio para el intercambio de ideas y el desarrollo de proyectos futuros; incentivando también a la realización de más trabajos de investigación.

Por ello, el **Pre-XVII Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito** se realizará del **3 al 6 de noviembre de 2014** en el **Hotel Panamericano Buenos Aires** (Carlos Pellegrini 551), año intermedio entre el exitoso XVI Congreso celebrado en 2012 y el próximo XVII Congreso a celebrarse en 2016.

Bajo el lema **"UNA MIRADA AL FUTURO DE LAS CARRETERAS Y EL TRANSPORTE"**, se abarcará un amplio espectro de temas que comprenderá desde innovaciones tecnológicas en la construcción de caminos, puentes y túneles, hasta la planificación de la logística en las ciudades y soluciones para la movilidad urbana, pasando por el diseño geométrico y el desarrollo de sistemas inteligentes de transporte, sólo por citar algunos ejemplos dentro de una visión amplia y multidisciplinaria de la problemática que nos convoca.

Para esta edición es importante destacar que el Instituto del Cemento Portland Argentino, ITS Argentina (Sistemas de Transporte Inteligente) y la Comisión Permanente del Asfalto realizarán conjuntamente al **Pre-XVII Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito** el *II Seminario Internacional de Pavimentos de Hormigón*, el *X Congreso Internacional ITS* y el *X Simposio del Asfalto*, potenciando el desarrollo del evento, para transformarlo en el gran encuentro de la vialidad argentina y regional del año.

Simultáneamente, se presentará la **8º ExpoVial Argentina 2014**, que brindará a los asistentes la oportunidad de tomar contacto directo con fabricantes y proveedores en los rubros Materiales, Tecnología, Equipos, Software, Servicios y Señalización, entre otros. En un ambiente especialmente acondicionado, empresas constructoras, consultoras, proveedoras de equipos y materiales podrán exhibir sus productos, tecnologías y servicios. Esta exposición será de libre acceso a los asistentes durante todas las jornadas.

Las experiencias anteriores, y especialmente el **XVI Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito realizado en Córdoba** en 2012, nos han demostrado que estos encuentros han superado las fronteras de nuestro país para convertirse en un evento regional e internacional, en donde el aporte y la participación extranjera enriquecen su contenido y optimizan el intercambio tecnológico y de conocimientos y experiencias.

Por ello, invitamos a todos los profesionales y técnicos, docentes, estudiantes e investigadores, empresarios y consultores, y funcionarios de todos los niveles, a comprometer su asistencia y participación en esta nueva convocatoria que, sin dudas, será de gran provecho para todo el sector. •

MÁS INFORMACIÓN:

www.congresodevialidad.org.ar

CONFERENCIA ESPECIAL

Ing. André Brotó

"CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL DÚPLEX SOBRE LA AUTOPISTA A86 OESTE, PARÍS - FRANCIA"

El **Ing. André Brotó**, **Presidente del Comité de Movilidad Sustentable de la AIPCR-PIARC**, presentó el pasado viernes 16 de mayo, en el **Salón Auditorio de la Asociación Argentina de Carreteras,** la obra de construcción del **Túnel Dúplex sobre la Autopista A86 Oeste**, que completa el segundo anillo de circunvalación de la ciudad de París, Francia.

Este reconocido especialista internacional es, además, **Director General Adjunto de Vinci Autoroutes** (perteneciente al Grupo Cofiroute), empresa concesionaria del túnel, por lo que participó activamente del proceso completo de la obra: desde su diseño, planificación y construcción, hasta su explotación y mantenimiento en la actualidad.

Se trata de una obra emblemática, dado que atraviesa la zona histórica del Palacio de Versalles y sus bosques circundantes a una profundidad de entre 20 y 80 metros, logrando así no modificar el terreno en superficie ni alterar su entorno visual, sonoro y ambiental.

Entre sus detalles técnicos, se destaca la particularidad de ser un túnel doble de baja altura, de 10 kilómetros de largo y un diámetro de 10,40 metros, que permite incluir hasta 3 carriles por sentido de circulación en cada piso. Además, este corredor diseñado sólo para tránsito liviano cuenta con un intercambiador subterráneo en su cruce con la autopista A13 que tiene ocho entradas y salidas y 3 kilómetros extra de túneles secundarios.

Para su concreción se realizó un pormenorizado trabajo que incluyó una gran cantidad de ensayos y pruebas para generar un túnel altamente seguro para los usuarios, que cuenta con tres modos de intervención diferentes en caso de una emergencia.

La conferencia **contó con la participación de más de 40 personas** que, una vez finalizada la exposición del **Ing. Brotó, tuvieron la oportunidad de realizar preguntas e intercambiar opiniones, generando así un enriquecedor debate de alto nivel técnico.** •

Para mayor información, puede descargar la presentación del **Ing. Brotó** de nuestro sitio web: **www.aacarreteras.org.ar**

Baires Ing srl

EMPRESA PROVEEDORA
DE SERVICIOS DE INGENIERÍA VIAL

- Estudios y Proyectos
- Inspecciones y Supervisiones
- Estudios de Tránsito y Seguridad Vial
- Higiene y Seguridad
- Factibilidad Técnico-Económica
- Estudios Ambientales
- Cálculo Estructural
- Relevamientos Topográficos
- Estudios Hidráulicos e Hidrológicos

Av. Callao 232 Piso 2 Of. 3 • 4371-0575 | 4371-1124 • bairesing@bairesing.com.ar • www.bairesing.com.ar

Staco Argentina

armco staco

MP100

La solución más rápida y económica para obras de infraestructura. En geometrías circulares y abovedadas.

HEL-COR HC68

Conductos de acero galvanizado corrugado, según normas y planos tipo DNV.

Tunnel Liner

Estructuras para ejecución de túneles sin interrupción de tránsito. En geometrías circulares y abovedadas.

Sistemas de Defensas Metálicas

Compuestas por defensas, postes, alas terminales y accesorios según normas y planos tipo DNV.

armco staco

Río Derey entre Río Pinto y Río Potrero - Barrio Cina Cina (1748) - General Rodriguez - Buenos Aires - Argentina
Tel / Fax: 4632-6746 / 5599 y 4631-8734 - www.stacoargentina.com.ar - comercial@stacoargentina.com.ar

XXV Congreso Mundial de la Carretera
¡Abierta la convocatoria para la presentación de ponencias!

¡Participe en el XXV Congreso Mundial de la Carretera, enviando su ponencia sobre los temas seleccionados por la Asociación Mundial de la Carretera (AIPCR) y gane uno de los ocho premios de la AIPCR!

Las ponencias serán evaluadas por los Comités Técnicos de la AIPCR. Las ponencias aceptadas serán publicadas en las Actas del Congreso, y contribuirán a las sesiones del Congreso. Los autores de las ponencias aceptadas presentarán su trabajo y sus resultados en las sesiones interactivas de posters. Algunas de las ponencias más destacadas serán seleccionadas para una presentación oral durante el Congreso.

Premios de la AIPCR 2015

Ocho premios serán otorgados por un jurado internacional a las mejores ponencias en las siguientes categorías:

- Jóvenes profesionales (ponencias presentadas por autores menores de 30 años);
- Países en desarrollo (ponencias presentadas por autores procedentes de países con ingresos bajos o países con ingresos intermedios bajos, según la clasificación establecida en 2014 por el Banco Mundial);
- Mejor innovación (Medalla Maurice Milne);
- Seguridad de los usuarios y trabajadores de la carretera;
- Desarrollo sostenible;
- Concepción y construcción de carreteras;
- Conservación y explotación de la carretera;
- Carreteras e intermodalidad.

Para cada una de las ponencias premiadas, la AIPCR abonará los gastos del viaje, el alojamiento y la inscripción al Congreso de uno de los coautores.

Presentación de resúmenes

Para la descripción de los temas y para la presentación de los resúmenes vía internet, en inglés o en francés, por favor visite la página web del Congreso:

www.piarcseoul2015.org

10° CONCURSO DE DISEÑO GRÁFICO del AUTOMÓVIL CLUB ARGENTINO
LUCES Y MANIOBRAS EN LA CONDUCCIÓN

Por **10º año consecutivo el Automóvil Club Argentino**, a través de su Programa de Seguridad en el Tránsito, realizó el Concurso de Diseño Gráfico **"Luces y Maniobras en la Conducción"**, un certamen que convoca a todos los estudiantes de carreras afines al diseño a la realización de un afiche bajo esa consigna.

Las luces de un automotor sirven tanto para ver como para ser vistos. Por un lado, iluminan la vía de circulación, y por otro indican la posición del vehículo y las maniobras que se van a realizar, tales como el cambio de dirección, la advertencia en el cruce, la detención de la unidad, etc.

Cuando se conduce se va tomando la información disponible y mentalmente se va anticipando la próxima maniobra, midiendo el riesgo y factores como velocidad, radio de la curva, distancia de los otros vehículos, etc. De la misma forma, quienes circulan a nuestro alrededor necesitan información para medir sus propios riesgos. Aquellos que únicamente toman en cuenta su maniobra sin avisar a los demás, no consideran que se están involucrando en una situación peligrosa, pues están maniobrando para anticiparse a quien no tuvo la debida información.

Toda maniobra debe señalizarse y es tan grave no hacerlo como realizarlo en forma incorrecta o a destiempo, incluida la excesiva anticipación, ya que puede confundir a los diferentes usuarios de la vía. En tal sentido, la misma ley establece, por ejemplo, que el aviso para el cambio de carril debe realizarse con una antelación de cinco segundos, es decir dando el tiempo suficiente para que el otro conductor perciba la maniobra y actúe en consecuencia.

GANADORES DE LA 10ª EDICIÓN:

Los premios fueron otorgados a alumnos de las siguientes casas de altos estudios: **a la Universidad Católica Argentina de la ciudad de Buenos Aires (4° premio); Universidad de Buenos Aires (3° premio); Instituto Avellaneda de Godoy Cruz, provincia de Mendoza (2° premio); y Universidad de La Plata, provincia de Buenos Aires (1° premio).**

UNA SEÑAL LUMÍNICA A TIEMPO ES LA DIFERENCIA ENTRE UNA MANIOBRA SEGURA Y OTRA QUE NO LO ES.

LLAMADO A PRESENTACIÓN DE TRABAJOS

2º CONGRESO ARGENTINO DE ÁRIDOS
2ª EXPO ÁRIDOS

9, 10, 11 y 12 de noviembre de 2014

Hipódromo de San Isidro - Buenos Aires – Argentina

La **Cámara de la Piedra de la Provincia de Buenos Aires** invita a participar del **2º Congreso Argentino de Áridos,** a realizarse en el predio del **Hipódromo de San Isidro, durante los días 9, 10, 11 y 12 de noviembre de 2014**.

Este foro será el escenario de intensas jornadas que posibilitarán el encuentro entre profesionales, empresarios y proveedores. Se cuenta con el aporte de más de 150 trabajos presentados por profesionales que abordan distintos temas sobre el desarrollo de la actividad minera de la 3ª categoría. Representantes de los ámbitos productivos, gubernamentales y empresariales se harán presentes en este encuentro de fundamental importancia para el desarrollo del país.

Los trabajos a presentar deberán responder a las siguientes áreas temáticas:

- Producción de áridos:
- Exploración y explotación de rocas para la elaboración de áridos.
- Producción y comercialización.
- Aspectos económicos.
- Proveedores de equipos y servicios.
- Gestión de calidad de procesos y productos.
- Áridos reciclables.

Marco regulatorio. Seguridad y salud.

Aplicaciones de los áridos:
- Hormigones, prefabricados, pavimentos, balasto para vías ferroviarias, bloques para escolleras, otras aplicaciones.

Áridos y medio ambiente:
- Cuidado y recuperación ambiental.
- Contexto social.
- Ordenamiento territorial.

Panorama iberoamericano sobre materiales de la construcción.

Estas ponencias se adecuarán a las condiciones establecidas en el reglamento de ***Presentación de Resúmenes y Trabajos*** que podrá ser consultado en **www.camaradelapiedra.org.ar.**

La **fecha límite** de presentación de los trabajos finales es el **15 de agosto**. Los mismos deberán remitirse al Presidente del Comité Científico, Dr. Marcelo Caballé: ***aridos2014@gmail.com***

2ª EXPO ÁRIDOS 2014
PATIO DE MAQUINARIAS:

En forma conjunta tendrá lugar la realización de la **2ª Expo Áridos 2014**, donde se podrá acceder a las nuevas tecnologías relacionadas con las prácticas mineras, materiales de construcción, metodologías y procedimientos de la industria de los áridos. La producción de áridos de la Argentina es del orden de los 150 millones de toneladas, según datos de la Unión Europea de Productores de Agregados -UEPG-, que para una población de más de 40 millones de habitantes define un consumo de 3,7 toneladas per cápita, cifra nada despreciable para un país en vías de desarrollo.

Es importante destacar que por **primera vez** desde que se organizara el 1º Congreso Argentino de Áridos, la **Expo Áridos** contará con un **Patio de Maquinarias**, que será el espacio adecuado para que los expositores puedan presentar sus equipos y mostrar la diversidad de maquinarias de moderno desarrollo y avanzada tecnología, necesarios para hacer frente a las exigencias del sector. El objetivo está dirigido a fortalecer y difundir las nuevas aplicaciones y tecnologías.

Las áreas que abarca la exposición incluyen -entre otras- accesorios de voladura, canteras, constructoras, consultores, equipos para la industria minera, herramientas y sistemas de montaje, insumos para procesamiento de áridos, maquinaria y repuestos para la industria minera, neumáticos especiales, perforación, seguridad minera y servicios varios.

Para mayor información, comunicarse con:

Tradeshow S.A.:

expo 2014 vial Argentina

Tucumán 1625 - 2º A - (1050) CABA - Argentina
Tel/Fax: (54-11) 4371-0083/5759 / 4372-3519
E-mail: aw@tradeshowsa.com.ar
marketing@tradeshowsa.com.ar
www.camaradelapiedra.org.ar

ITF Y FIA FIRMAN UN ACUERDO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE SEGURIDAD VIAL

Se pactó un programa de cooperación de tres años enfocado en mejorar la recolección y análisis de datos sobre accidentes de tránsito en un esfuerzo conjunto para apoyar el Decenio de Acción para la Seguridad Vial de las Naciones Unidas.

El **Presidente de la Federación Internacional del Automóvil** (FIA), **Jean Todt**, y el **Secretario General de la** *International Transport Federation* (ITF), **José Viegas**, firmaron el acuerdo en una ceremonia oficial en la **Cúspide Anual de Ministros de Transporte de ITF**, en Leipzig, Alemania, el 21 de mayo pasado.

La iniciativa tiene como objetivo apoyar el **Decenio de Acción para la Seguridad Vial de las Naciones Unidas** en su intención de reducir significativamente las muertes derivadas de accidentes viales.

Alrededor de 1,3 millones de personas mueren por año a causa de accidentes de tránsito y unas 50 millones resultan heridos. El total global de muertes se proyecta que ascienda a 2 millones anualmente, con unos 80 millones más de heridos para 2020, a menos que se tomen acciones concretas.

El acuerdo, que cuenta con financiación de la *FIA Foundation*, se enfocará en mejorar la recolección y análisis de datos, que es la base que apuntala las decisiones y políticas de Seguridad Vial.

Jean Todt dio la bienvenida a esta nueva sociedad y aseguró: **"En conjunto con la ITF hemos acordado trabajar en el desarrollo de indicadores universales de seguridad vial que serán de gran ayuda para nuestros miembros cuando deban tomar decisiones sobre el tema. La experiencia que ha adquirido la ITF en el área de recolección y análisis de datos nos permitirá evaluar mejor las tendencias en colisiones, mejorar el análisis de exposición a riesgos y diseñar políticas de seguridad más efectivas"**.

Al agradecer el fuerte apoyo y compromiso de la FIA, José Viegas sostuvo: **"Tener buenos datos de Seguridad Vial es crítico para cualquier investigación y para generar actividades y políticas de prevención de accidentes. La falta de información global sobre el tema genera dificultades para juzgar los problemas específicos de seguridad vial, evaluando el impacto económico de los fallecidos y heridos en accidentes, identificando las intervenciones óptimas y monitoreando el impacto de las contramedidas"**.

Entre otras actividades, desde 2008 el ITF viene trabajando a través del *International Traffic Safety Data and Analysis Group* (IRTAD) para organizar y hermanar países interesados en mejorar la recolección y análisis de datos, tales como Argentina-España, los Países Bajos-Camboya, y Jamaica-Reino Unido. La unión exitosa entre Argentina y España generó el Observatorio Iberoamericano de Seguridad Vial (OISEVI), un ente de colaboración regional que une a 22 países.

El ITF también publica el Informe Anual de Seguridad Vial de IRTAD, una revisión de desempeño, y lleva adelante la base de datos de IRTAD, que cuenta con información de 32 países.

La campaña de la FIA para la Seguridad Vial fue lanzada en mayo 2011 para apoyar el Decenio de Acción para la Seguridad Vial de las Naciones Unidas. **Esta campaña consiste en:**

- Defensa ante los más altos niveles para incentivar a los líderes a comprometerse con la seguridad vial tanto a nivel nacional como global.
- Acciones de apoyo por parte de los 236 Clubes Miembro de FIA a nivel mundial para educar y abogar por mejores caminos, vehículos y comportamiento de los conductores. Hasta ahora, se han financiado 90 proyectos en más de 50 países a través del Programa de Becas para Seguridad Vial de FIA.
- Diversas campañas y programas de seguridad vial, tanto en solitario como en conjunto con instituciones públicas y privadas. Por ejemplo, junto a la empresa Michelin, la FIA ha promovido la campaña **"10 Reglas de Oro para la Seguridad Vial"** a nivel mundial. •

Trabajos Técnicos

01. LEGIBILIDAD, CONSISTENCIA Y SINIESTRALIDAD EN RUTAS NACIONALES DE LA PROVINCIA DEL CHACO
Autor: Ing. Adriana **Garrido**

02. COMPORTAMIENTO DE VEHÍCULOS PESADOS EN PENDIENTES ASCENDENTES
Autores: Tomás **Echaveguren,** Sergio **Vargas-Tejeda**

03. MODELO DINÁMICO PARA DETERMINAR LA EFICIENCIA DE DISTINTOS GEOSINTÉTICOS USADOS COMO ANTI-REFLEJO DE FISURAS
Autores: Enrique **Fensel,** Gerardo **Botasso,** Julián **Rivera,** Luis **Ricci,** Luis **Del Bono**

04. PARÁMETROS COMUNES PARA LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS VIALES
Autor: Luis Miguel **Girardotti**

Divulgación

Trabajo Técnico publicado en la Revista Carreteras de España

01. CUARTAS POTENCIAS, LEYES DE FATIGAS Y ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE ELLO
Autor: Rafael **Álvarez Loranca**

02. LOS NUEVOS DISEÑOS DE BARRERAS DE SEGURIDAD CAEN ANTE EL PRIMER OBSTÁCULO
Autor: Michael **Dreznes**

La dirección de la revista no se hace responsable de las opiniones, datos y artículos publicados. Las responsabilidades que de los mismos pudieran derivar recaen sobre sus autores.

CÁMARA ARGENTINA
DE LA CONSTRUCCIÓN

PASIÓN POR CONSTRUIR
y por comunicarlo

Nº 1261 // MAYO 2014

RELANZAMOS NUESTRA REVISTA INSTITUCIONAL
"CONSTRUCCIONES"

www.camarco.org.ar

LEGIBILIDAD, CONSISTENCIA Y SINIESTRALIDAD EN RUTAS NACIONALES DE LA PROVINCIA DEL CHACO

AUTORES:
Ing. Adriana **Garrido**

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo a los mejores especialistas en materia de diseño y seguridad vial, muchas de las premisas para el diseño geométrico de las carreteras fueron establecidas hace más de medio siglo, y sin embargo aún siguen siendo válidas. Pero el desarrollo vial no debe ser un aspecto disociado de aquello que le da sentido, el tránsito, elemento complejo si lo hay debido a esta interrelación hombre-máquina, y al gran desarrollo que ha experimentado esta última que ha modificado sustancialmente el comportamiento del primero.

Justamente el hecho que genera más conflicto es que la tecnología de la industria automotor ha dado saltos cuali-cuantitativos espectaculares en los últimos años mientras que la tecnología asociada a los caminos no ha podido acompañar esta evolución.

Pero lo que queda claro es que para tener rutas seguras no resulta suficiente haberlas diseñado de acuerdo a los manuales de diseño, que por otra parte adolecen de las actualizaciones necesarias para adaptarse a las demandas actuales de calidad y cantidad de tránsito.

Ante la evidencia de estas asimetrías y los altos índices de siniestralidad en nuestro país los ingenieros nos enfrentamos a un desafío que debe impulsarnos a tener una mirada que vaya más allá del "correcto" o "adecuado" diseño teórico de las rutas, y esto es involucrar los conceptos de legibilidad, consistencia, carga de trabajo e idiosincrasia del usuario, para poder prever su comportamiento y evitar conductas que lo pongan en riesgo a él y al resto de los usuarios.

En este sentido y contando con toda la información de las Rutas Nacionales de la Provincia del Chaco, se hará un análisis de la consistencia y legibilidad de las mismas, contrastándolas con los índices de siniestralidad calculados en base a una estadística de 9 años.

2. ANTECEDENTES

La búsqueda de **criterio de diseño** se ha estructurado en dos tendencias: La tendencia original, definida como **"enfoque de la velocidad"**, que asume como hipótesis que el conductor y el vehículo constituyen una unidad y que no existen distorsiones en el proceso de percepción – decisión – acción - que se lleva a conductor y el vehículo constituyen una unidad y que no existen distorsiones en el proceso de percepción – decisión – acción - que se lleva a cabo en forma continua durante el proceso de conducción.

El considerar dicho conjunto como una unidad es una simplificación que faculta a aplicar modelos físicos y expresiones matemáticas a ciertas variables del diseño geométrico, para lo cual es **necesario formular muchas arbitrarias suposiciones con respecto a estos aspectos que no dependen de la física**, como la velocidad deseada, el tiempo de percepción y reacción de los conductores y varios parámetros más.

Al principio en la ingeniería vial prevalecieron estos modelos matemáticos mecanicistas de Newton, **con poca o nula consideración del comportamiento humano del conductor**, en gran parte influido por la ingeniería ferroviaria.

La creciente siniestralidad catalogada inicialmente como "accidentes", evidenciada a lo largo de la historia del sector vial, han conducido a la segunda tendencia, con el **"enfoque en las expectativas".**

Esta tendencia presupone que **es probable que existan distorsiones en el proceso percepción – decisión – acción,** de modo que la maniobra observada del conjunto conductor-vehículo no es exactamente la maniobra esperada, dadas las condiciones de trazado y de tránsito. El objetivo fundamental de este enfoque es r**eforzar las expectativas del conductor a fin de minimizar la posibilidad de error en el proceso de conducción.**

Este concepto nos conduce al criterio de CONSISTENCIA, y nos obliga a eliminar las simplificaciones entendiendo a la **conducción como un proceso complejo en el cual el operador cumple el rol más importante**. Ya en 1937, el Ing. Pascual Palazzo señalaba: "No hay sino un medio de evitar accidentes en los caminos, es hacer que sean improbables; pero **no improbables para una especie ideal, inexistente, de conductores o peatones prudentes, atentos, inteligentes, de rápida reacción, sino para los hombres tal cual son, o tal cual llegan a ser en las diversas circunstancias de la vida diaria".**

Justamente apuntando a este concepto Ruediger Lamm cuestiona: "En tanto la mayor parte de los choques se atribuyen a errores de los conductores, **¿por qué entonces tantos conductores cometen los mismos errores en los mismos lugares de la red vial?"**

Se entiende por CONSISTENCIA del diseño la condición bajo la cual la geometría de una vía se encuentra en armonía con las expectativas de los conductores (Irizarry y Krammes – 1998) y con sus aptitudes para guiar y controlar un vehículo.

Las inconsistencias quedan definidas entonces por las diferencias entre lo que proporciona el diseño y lo deseado por el conjunto conductor-vehículo.

Los criterios de consistencia se sustentan en las hipótesis planteadas por dos investigadores: Mc Lean (1981) en Australia y Messer (1980) en Estados Unidos.

Mc Lean plantea que la velocidad de operación es la variable observable que describe adecuadamente el comportamiento de un conductor, por lo tanto la falta de consistencia de un trazado puede describirse a partir de la **diferencia entre las velocidades de operación y las previstas para el tramo en estudio, o las diferencias de velocidades de operación entre tramos sucesivos.** De ahí que, de acuerdo a los autores los criterios de consistencia se pueden simplificar en las siguientes consignas:

• Considerar que **la medición más fiable de la consistencia de un trazado se refleja en la coherencia de las velocidades. Estas se evalúan comparando:**

- **La velocidad de Operación con la Velocidad de diseño y las Velocidades de operación de alineaciones contiguas.**
- **Se debe tender al perfil más homogéneo posible de velocidades, evitando variaciones mayores a 20 km/h.**

• Tender a **la resolución similar de conflictos similares** como Empalmes, Accesos, Travesías Urbanas, etc.

A partir de estas consignas deben considerarse otros atributos del camino, fundamentalmente lo que tiene que ver con la comunicación vía-hombre, que inciden poderosamente en su comportamiento. Uno de estos es la CREDIBILIDAD.

Muchas de las indicaciones que existen en la Vía no son tenidas en cuenta porque no son "creíbles" por parte del usuario. Nos habla de la **coherencia entre la realidad de la vía y lo que le transmitimos al conductor.**

Tal como cita Díaz Pineda "El conductor no es un suicida potencial, no hay que engañarlo ni asustarlo; sólo hay que informarlo correctamente. Teniendo en cuenta esto, **las restricciones de velocidad marcadas por el señalamiento deben ser creíbles para que el usuario las acate".**

La información no habitual debe restringirse a situaciones especiales ya que el **abuso no induce al acatamiento sino a la pérdida de credibilidad,** pues el usuario adapta su velocidad a las limitaciones físicas y de tráfico, pero raramente acepta las limitaciones no evidentes.

Y llegamos entonces a otro de los atributos que debe tener la vía para evitar comportamientos diferentes a los esperados por el ingeniero, esto es la LEGIBILIDAD, **que es la capacidad de un camino de ser "leído" adecuadamente por el Usuario.** Tengamos en cuenta que el conductor adapta su conducción a las características de la vía y el entorno, que le llega en un 80-90% a través de la vista. Por eso el proyectista debe guiar el comportamiento del usuario mediante la elección de la información que le otorga, pero además **todos los usuarios deben realizar la misma lectura de la vía, la cual debe ser amigable, rápida e inequívoca.**

Las vías legibles inducen a una circulación con mayor grado de seguridad cumpliendo las dos consignas más importantes: **Evitar dudas – Evitar sorpresas.**

En esta cualidad el equipamiento complementario cumple un rol fundamental pero hay que considerar que **un exceso de equipamiento puede ser contraproducente y que el señalamiento no "arregla" un trazado poco legible o poco consistente.**

Otro elemento a tener en cuenta al momento de analizar el diseño o revisar las causas de los accidentes más frecuentes tiene que ver con la CARGA de TRABAJO. Este concepto apunta **a medir el esfuerzo de asimilación y/o decisión del usuario sobre cada tramo o punto singular de una carretera.**

CARGA de TRABAJO es la demanda total de atención para desarrollar una tarea. En el caso de la conducción esta demanda no se resuelve en una fuente central de proceso, sino en varias. Existen **cuatro fuentes de proceso y todas ellas son utilizadas en la conducción: visual, auditiva, cognitiva y psicomotora**

*** Visual y auditiva: atienden estímulos externos.**
*** Cognitiva: atiende nivel de la información.**
*** Psicomotora: atiende acciones/actividad física.**

Podemos afirmar que hay **SOBRECARGA de trabajo** cuando **un exceso de demanda se concentra en una única fuente de proceso.** La Carga de trabajo no debe ser excesiva pero tampoco debe minimizarse demasiado ya que se genera monotonía.

En ese sentido los **excesos de una fuente** (por ejemplo la visual) **pueden limitar la exactitud de otras fuentes** (cognitiva) y reducir el margen de seguridad global de la tarea.

La Carga de trabajo asociada a la conducción se puede deber a las siguientes tareas a realizar en la ruta, ordenadas de menor a mayor dificultad:

1. control de velocidad y dirección
2. seguimiento de carril
3. seguimiento de vehículos
4. cambios de dirección
5. adelantamientos
6. intersecciones

La tendencia puesta en las expectativas y en la capacidad del conductor nos lleva a considerar que **el diseño vial debe adaptarse a las limitaciones de la capacidad humana**. Coincidiendo con los especialistas: **"En un camino moderno el énfasis está puesto, o debería estarlo, en la seguridad más que en la economía."**

No obstante las limitaciones económicas son reales. Tampoco podemos diseñar caminos que satisfagan las expectativas de cualquier conductor sin analizar la viabilidad técnica, ambiental y económica.

Como proyectistas tenemos el gran desafío de diseñar para el **conductor real argentino, los vehículos actuales y las posibilidades económicas de nuestro país, compatibilizando las expectativas de todos los sectores involucrados.**

Desde esta óptica el objetivo será verificar **si las características de operación de las Rutas Nacionales de la Provincia del Chaco están equilibradas, ofreciendo al conductor una percepción de confort y seguridad, compatible con sus dimensiones y categoría.**

Pero dado que numerosos expertos afirman que **"el único indicador del desempeño de seguridad del camino es la experiencia de accidentes posterior a su puesta en operación"**, la Siniestralidad será la medida utilizada con la mirada puesta en los problemas de Consistencia, Legibilidad y Carga de Trabajo.

3. RUTAS NACIONALES DE LA PROVINCIA DEL CHACO

La **Provincia del Chaco**, se ubica en el nordeste de la República Argentina, su población actual ronda el millón de habitantes y su superficie es de 99.633 km^2.

El territorio de esta provincia se halla íntegramente en el sector geográfico denominado Chaco Austral; posee un relieve llano y aluvial, con una muy leve inclinación de noroeste a sudeste la cual se verifica al observar detenidamente su hidrografía, comprobando que las líneas de nivel van desde unos 145 metros sobre el nivel del mar en Taco Pozo, extremo occidental, hasta unos 50msn en Barranqueras, cerca de Resistencia, su Capital, en el área oriental.

Los suelos son en su mayoría arcillosos, lo que sumado a la escasa pendiente dificulta el escurrimiento de aguas y forma numerosos bañados, esteros y lagunas semipermanentes.

El sur de la provincia ostenta los llamados Bajos Submeridionales, que son las zonas de mayor inundación, en las que sólo se practica la ganadería extensiva siendo la zona con menor potencial productivo.

De acuerdo a esta descripción se trata de una llanura continua, con muy pocos accidentes geográficos, y su Red Vial responde a dicha característica esencial, presentando en su mayoría **extensos tramos rectos con muy bajas pendientes, curvas horizontales de radios generosos y contadas curvas verticales únicamente en el caso de cursos de agua o vías férreas** que deban ser superados.

La red nacional actual de la Provincia está conformada por cuatro rutas y se encuentra pavimentada en un 100%. Los sistemas de gestión bajo los cuales se atienden las rutas son el sistema de Concesión con Peaje, el Sistema C.Re.Ma. , un contrato de Mantenimiento de rutina y la Conservación por Administración, de acuerdo al siguiente detalle:

RUTA		CONCESIONADA	MANTENIMIENTO CONTRATADO	C.RE.MA.	ADMINISTRACION	TOTAL
RUTA NACIONAL 11	km	77,02	95,51			172,53
RUTA NACIONAL 16	km	177,21			161,84	339,05
RUTA NACIONAL 89	km			136,67		136,67
RUTA NACIONAL 95	km			130,79	210,05	340,84
TOTAL RED NACIONAL	**km**	**254,23**	**95,51**	**267,46**	**371,89**	**989,09**

Cuadro 1

Ruta Nacional 11: Típica curva de la Red

De todas las Rutas de la Provincia solamente 16.29 km son Semiautopistas (Dos tramos de la Ruta Nacional Nº16) y el resto son rutas convencionales de un carril por sentido.

Ruta Nacional 16: Autovía Corrientes-Resistencia

Ruta Nacional Nº11 – Paso por la Ciudad de Resistencia

4. ALCANCE DEL ESTUDIO

A partir la Bibliografía consultada, y teniendo en cuenta las características de las rutas del Chaco y los registros de siniestros con que se cuenta, se pretende analizar los índices de siniestralidad en nuestras rutas y determinar qué factores atribuibles a la Consistencia, Legibilidad y Carga de Trabajo han podido incidir en la ocurrencia de los mismos.

Precisamente, si bien las Rutas del Chaco no aparentan poseer marcados problemas de diseño geométrico, por desarrollarse en terreno llano y todas sus curvas contar con radios amplios, existen **otras características que nos conducen a problemas de consistencia y que han sido consideradas en este análisis, ya que generan diferencias de velocidad muy importantes entre alineaciones sucesivas**, lo que de acuerdo a numerosas investigaciones es una de las causas más destacadas de inseguridad. Nos referimos a la presencia de Travesías Urbanas, Empalmes a Nivel, Puestos de Control y un porcentaje de vehículos de gran porte que exceden los máximos considerados en los manuales de capacidad. Toda esta información ha sido recopilada y cargada en la Base de Datos del Análisis, procurandoincluir todos los aspectos de la ruta que inciden en la Carga de Trabajo asociada a la conducción, tal como se pueden observar en el siguiente cuadro:

Intersecciones	Empalmes a nivel con restricción de velocidad, accesos a localidades, resolución diferente de conflictos similares.
Adelantamientos	TMDA, porcentaje de camiones o vehículos lentos – Velocidades de livianos y pesados
Cambios de dirección	Curvas – empalmes
Seguimiento de vehículos	TMDA – presencia de camiones o vehículos de gran porte – travesías urbanas – presencia de motociclistas o ciclistas
Seguimiento de carril	ancho de calzada – banquinas
Control de velocidad y dirección	radio y longitud de curvas, presencia de controles en ruta (Puntos de velocidad 0)

Cuadro 2

Conforme a esto se ha elaborado una Base de Datos para este estudio con todos los elementos que pueden incidir en los cambios de velocidad de operación y en la seguridad del Usuario.Estos factores incluyen:

• Diseño geométrico, discriminando características de las curvas: radio de curva, longitud, ángulo central.
• Travesías Urbanas, indicando inicio y fin de las mismas. Presencia de semáforos.
• Elementos de la sección transversal: ancho del carril y banquinas
• Empalmes a nivel, tipo de intersecciones: rotondas, simples, canalizadas, si tienen o no restricción de velocidad, puentes angostos, cruces ferroviarios.
• Presencia de instalaciones de control policial, puestos de peaje, etc.
• Volumen y composición del tránsito: TMDA, porcentaje de camiones y otros vehículos de gran porte
• Velocidad de diseño, obtenida de acuerdo a las recomendaciones actuales en función de todas las características geométricas, radio de curvas, pendientes, taludes y ancho de calzada.
• Velocidades señalizadas en los distintos tramos, travesías urbanas, empalmes a nivel, sectores sin restricción, etc.
• Velocidades de operación, discriminadas por tipo de vehículo.

No obstante todo lo expuesto, distintos especialistas asignan a la siniestralidad la **“última palabra” en materia de Seguridad Vial, tal el caso de Hauer: “el único calibre infalible para medir el grado de seguridad vial y la rentabilidad de las inversiones viales son los índices de accidentes” y de Feuchtinger y Christoffers: “Cuando un camino entra en operación, la experiencia de accidentes posterior es el único indicador del desempeño de seguridad del camino”**.

Pero además afirman: “Como los accidentes son sucesos aleatorios, al azar e imprevisibles, las frecuencias de accidentes observados en un lugar determinado fluctúan naturalmente a lo largo del tiempo; **la frecuencia observada durante un corto lapso no es un indicador** fiable de la frecuencia media de accidentes que se espera durante un largo lapso.”

Por lo tanto el dato fundamental para determinar la seguridad de una ruta o de un tramo de ruta es el **índice de riesgo** o peligrosidad obtenido a partir de los siniestros producidos en la vía a lo largo de un **período de tiempo lo más largo posible.**

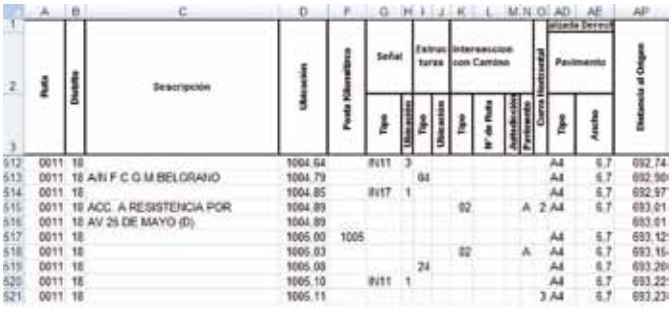
En este sentido se ha volcado en la Base de Datos **toda la información de nueve (9) años de relevamiento accidentológico (desde el 2003 al 2011 inclusive) ininterrumpido, efectuado bajo el mismo procedimiento, esto es la metodología vigente en la DNV, que conforma el Sistema de Información de Accidentes de Tránsito (SIAT)** de la repartición con la asistencia de la Policía de la Provincia.

A partir de esta información se procederá con el o**bjetivo del estudio**, el cual es verificar **si las características de operación de las Rutas Nacionales del Chaco están equilibradas, ofreciendo al conductor una percepción de confort y seguridad, compatible con sus dimensiones y categoría.**

5. INFORMACIÓN DISPONIBLE

Para la conformación de la Base de Datos detallada en el capítulo anterior se ha recopilado una gran cantidad de información, cuyo detalle y forma de obtención se detalla a continuación:

INVENTARIO: El Inventario de la DNV, versión 2009. Dicha publicación cuenta con información muy completa sobre todas las características de las Rutas Nacionales. Se mencionarán exclusivamente aquellas que tengan interés para el presente análisis:



	A	B	C	D	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	AD	AE	AP
1																	
2	Ruta	Distrito	Descripción	Ubicación	Poste Kilométrico	Señal		Estructuras		Intersección con Camino				Curva Horizontal	Calzada Derecha		Distancia al Origen
3						Tipo	Ubicación	Tipo	Ubicación	Tipo	Nº de Ruta	Jurisdicción	Pavimento		Tipo	Ancho	
512	0011	18		1004.64		RI11	3								A4	6.7	692.74
513	0011	18	A/N F C G M BELGRANO	1004.79				04							A4	6.7	692.90
514	0011	18		1004.85		RI17	1								A4	6.7	692.97
515	0011	18	ACC. A RESISTENCIA POR	1004.89						02			A	2	A4	6.7	693.01
516	0011	18	AV 25 DE MAYO (D)	1004.89													693.01
517	0011	18		1005.00	1005										A4	6.7	693.12
518	0011	18		1005.03						02			A		A4	6.7	693.15
519	0011	18		1005.08				24							A4	6.7	693.20
520	0011	18		1005.10		RI11	1								A4	6.7	693.22
521	0011	18		1005.11										3	A4	6.7	693.23

Figura 1

Nº de Ruta: El número de la ruta a analizar
Distrito: 18º de la Dirección Nacional de Vialidad
Descripción: Se describen sintéticamente los eventos o Cruces con caminos
Ubicación: Se consigna la posición del evento referida al poste kilométrico anterior
Poste Kilométrico: Se consigna el Número de cada poste
Señal: Se consignan las señales existentes. Este dato se tomó como referencia pero se constató con la recorrida de las rutas.
Estructuras: Se refiere a la ubicación de Alcantarillas, Puentes, Túneles, etc.
Intersección con camino: Se consigna indicando Número de Ruta, Jurisdicción y Tipo de Superficie de Rodamiento
Curva horizontal: Se indica el inicio y fin de cada curva horizontal, especificándose si es hacia la derecha o izquierda
Ancho de calzada: Se consigna el Ancho de la Calzada. En el caso de las Autovías se indica Calzada derecha e izquierda
Distancia al origen: Es la lectura del Odómetro. Las distancias entre dos puntos o las longitudes de las curvas se toman por diferencia de los valores consignados en esta columna.

Los datos más relevantes obtenidos de esta publicación son: **Longitud de las Curvas, Ancho de Calzada, Ubicación de intersecciones con restricción de velocidad, Ubicación de Puestos de Control, de Peaje y Puestos Interprovinciales.**

CENSOS DE TRÁNSITO: El volumen de tránsito utilizado en el presente trabajo proviene de la **Publicación de la Página WEB de la Dirección Nacional de Vialidad**, excepto en algunas travesías urbanas donde se contaba con información proveniente de Censos puntuales de clasificación y/o velocidad. En algunos casos la clasificación se extrapoló asimilando las características de los tramos considerados.

VELOCIDADES DE OPERACIÓN: Las Velocidades consideradas se obtuvieron de la siguiente manera:

• En tramos en los que existe algún contador permanente de la DNV se tomó la información de la publicación de la Página WEB, en la que figura la Velocidad Percentil 85 para vehículos livianos y para Vehículos de gran porte. Si bien no podemos garantizar que todos los vehículos se estén desplazando en flujo libre, se ha hecho una simplificación ya que la idea no es efectuar un análisis de consistencia del diseño geométrico (IHSDM) sino incluir en el estudio todo elemento de la ruta que nos genere un cambio de velocidad. En ese sentido se han considerado las velocidades de operación de los vehículos pesados, para evaluar posibles inconsistencias operacionales.

• En 23 curvas de radio variado se midieron las velocidades de vehículos livianos circulando en flujo libre (el vehículo que lo antecede está a más de 5 segundos de distancia).

Estas curvas están distribuidas en todas las rutas y tramos de distintas características. Las mediciones se efectuaron para 50 vehículos livianos por sentido de circulación con los Contadores de Tránsito ADR 1000 con que cuenta el Distrito.

• En dos travesías urbanas de características bien diferentes (por cantidad de población, extensión y TMDA) se contaba con los datos de velocidades medidas con contadores de tránsito con clasificación por tipo de vehículo en seis puntos diferentes de su desarrollo.

SEÑALAMIENTO DE INDICACIÓN O RESTRICCIÓN DE VELOCIDAD: Se analizó indicativamente el Inventario y se corroboraron los datos con las recorridas a las rutas.

RADIOS Y ÁNGULOS DE CURVAS: Estos valores se obtuvieron haciendo una recopilación de toda la información disponible en el Distrito de las Planimetrías de detalle de los proyectos que databan de cuando se construyeron las rutas. Para algunos tramos no fue posible encontrar esta información por lo que se realizó una estimación utilizando la herramienta del Google-earth, procediendo de la siguiente forma:

Se ubicó el punto inicial y punto final de la curva en el Google Earth, por medio de las referencias del Inventario Vial (FIGURA 2). Se obtuvo la imagen de la curva completa con la mayor definición posible. Se la importó en el Auto Cad, escalándola a las verdaderas dimensiones. Sobre dicha imagen escalada se trazó con ayuda de la herramienta ARCO un arco de círculo con tres puntos del centro de la curva, para evitar errores en caso de que la curva tuviera curvas de transición o clotoides.

Figura 2

Sobre ese arco se midió el radio. Para evaluar el grado de precisión del mismo se tomaron varias curvas de radio conocido y se verificó que el método era apropiado por la precisión acorde con el tipo de estudio que estamos realizando. Cabe aclarar que ninguna curva de la Red Nacional del Distrito tiene curvas de radio inferior a 500 m, por lo cual se consideró un método aceptable.

Figura 3

Luego se trazaron las tangentes en ambos extremos para determinar el ángulo central de la curva (Delta) de acuerdo a lo visualizado en la FIGURA 3.
Este procedimiento se realizó con cinco curvas conocidas para verificar su pertinencia y luego con todas las desconocidas.

CARACTERÍSTICAS DEL TRAZADO: En una columna de la Base de Datos se indica si se trata de una curva o de un tramo recto, incorporándose en el primer caso su longitud, su radio y su Delta. Para el análisis de la siniestralidad se ha elaborado una columna adicional en la que se excluyen todas aquellas curvas coincidentes con empalmes, puestos de Control o travesías urbanas.

CLASIFICACIÓN EN RURAL – URBANO – EMPALME -CONTROL: De acuerdo a lo ya expresado, existe una característica que nos conduce a problemas de consistencia y que ha sido considerado en este análisis, ya que genera diferencias de velocidad muy importantes entre alineaciones sucesivas. Esto es la presencia de Travesías Urbanas, Empalmes a Nivel y Puestos de Control. Se detalla también el modo en que se resuelven los Empalmes (Rotondas Clásicas o Modernas, Canalizadas, Empalmes simples), ya que esto puede conducirnos a inconsistencias o excesos de Carga de Trabajo, por ofrecer “distintas soluciones a problemas similares”. Toda esta información ha sido recopilada y cargada en la Base de Datos del Análisis ya que la concentración de siniestros en ellos es mucho mayor que en los tramos rurales.

RUTA NACIONAL Nº16 – EMPALME R.N.89 – Rotonda moderna

RUTA NACIONAL Nº89 – TRAVESÍA URBANA GANCEDO

ACCIDENTES: Para la elaboración del análisis de siniestralidad se tomaron los datos de los registros de siniestros que realiza el Distrito mediante el Sistema de Información de Accidentes de Tránsito vigente en la DNV.

Desde el 2003, el 18º Distrito – Chaco logró el apoyo y la colaboración irreemplazable de la Policía Provincial, a través de un Convenio mediante el cual Vialidad Nacional le entrega un inmueble que resulta útil para la función policial a cambio de la tarea de completar la Ficha accidentológica de cada colisión que ocurre en las rutas, ya sea con víctimas o no.

La ficha que utiliza Vialidad tiene un objetivo estadístico y no se relevan los datos de los protagonistas del accidente, sino que sólo permite determinar la causa del accidente, a efectos de evaluar en qué medida la VÍA contribuyó a que éste se produzca.

Esta FICHA responde preguntas simples pero que no siempre resultan de fácil respuesta: DÓNDE, CUÁNDO Y CÓMO se produjo el accidente.

Para asegurar la correcta confección de la FICHA (FIGURA 4 - página siguiente) se han realizado diversas charlas instructivas al personal policial, en distintas comisarías de la provincia, y se realiza una supervisión continua de la información que llega a la oficina distrital, procurando asimismo hacer esta instrucción dinámica en función de los errores detectados.

Teniendo en cuenta que la respuesta al **DÓNDE** resulta de fundamental importancia a los efectos de la propuesta de medidas de Seguridad, se ha puesto particular cuidado en el Ítem **UBICACIÓN**, preparando información adicional (MAPAS DE RUTA) para la Policía en la que se volcaban todos los eventos que pudieran guiar al personal a precisar adecuadamente el punto de ocurrencia del siniestro. En la FIGURA 5 puede observarse una muestra:

MAPA KILOMETRICO	Sentido descendente	Km	Sentido ascendente	VERSION 2009
GIRO A IZQU. DE LA R.N. 95 (Intersecc. a Tres Isletas)		1167,210		INTERSECCION con R.P 9 (de tierra, a Las Garcitas)
		1167,000		**mojón kilométrico 1167**
Alcantarilla Transversal	Ø	1166,700	Ø	Alcantarilla Transversal
mojón kilométrico 1166		**1166,000**		
		1165,000		**mojón kilométrico 1165**
Alcantarilla Transversal	Ø	1164,100	Ø	Alcantarilla Transversal
mojón kilométrico 1164		**1164,000**		
		1163,000		**mojón kilométrico 1163**
Acceso a propiedad		1162,470		
Alcantarilla Transversal	Ø	1162,330	Ø	Alcantarilla Transversal
mojón kilométrico 1162		**1162,000**		
Acceso a propiedad		1161,660		
		1161,000		**mojón kilométrico 1161**
		1160,990		ESCUELA NRO. 993
		1160,860		Calle de tierra

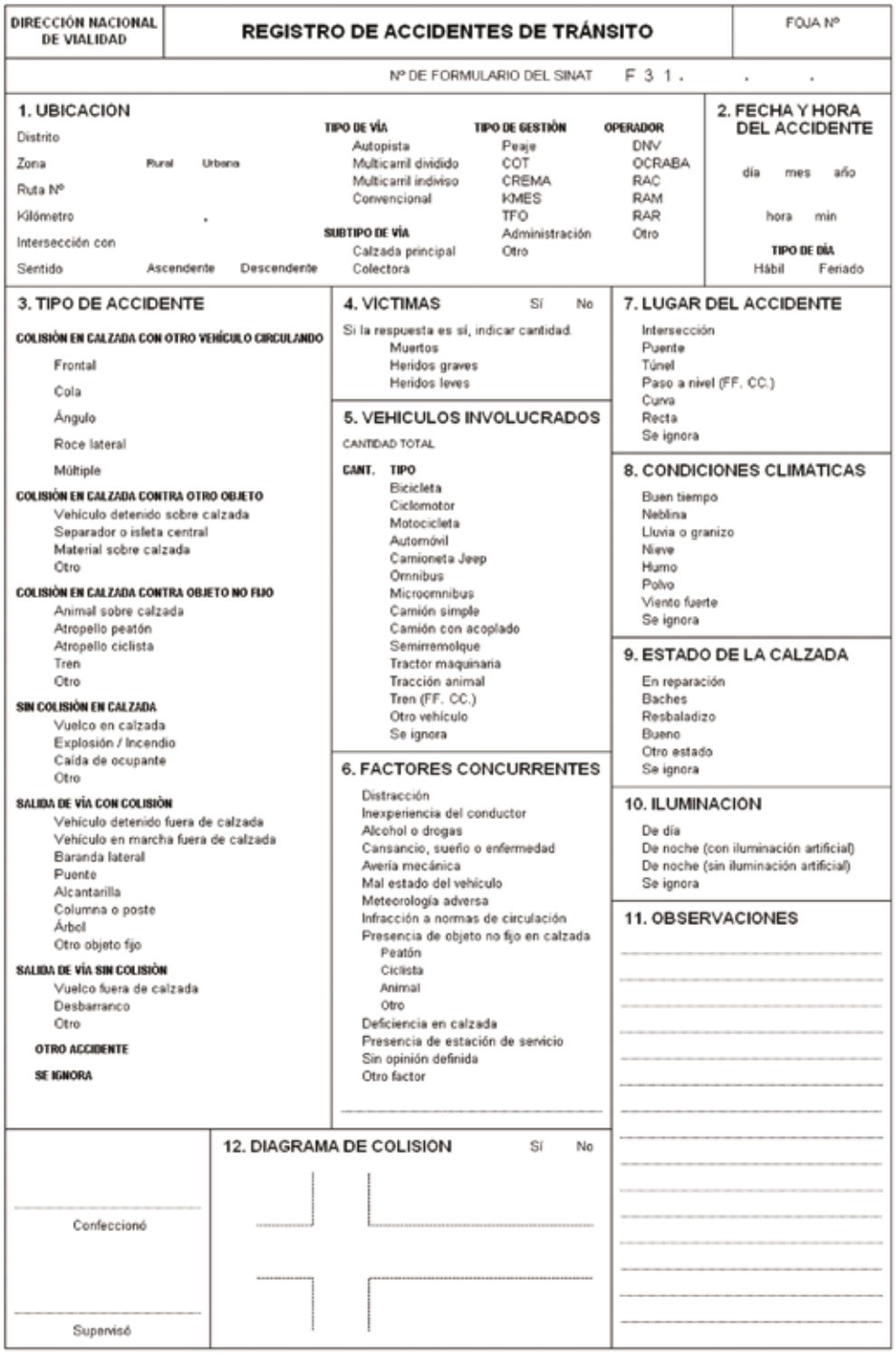
Figura 5

A través de las fichas adecuadamente completadas se conforma una **Base de Datos** que se carga en un programa elaborado Ad Hoc por el Organismo.

Se cuenta entonces con una estadística de ininterrumpida de 9 años, de toda la Red Nacional de la Jurisdicción, un total de 2783 siniestros, de los cuales 1618 han sido con víctimas.

Para el presente análisis, se ha optado por los siguientes indicadores:

Número de Accidentes total (Nac): Es la cantidad total de accidentes ocurridos en los 9 años de análisis.
Número de Accidentes con víctimas total (Nacv): Es la cantidad total de accidentes en el cual se registra al menos una víctima, ocurridos en los 9 años de análisis.
Densidad (Dac): Se define Densidad (Dac) como la cantidad de accidentes totales por cada 1000 kilómetros en un año.
Densidad (Dacv): Se define Densidad (Dacv) como la cantidad de accidentes con víctimas por cada 1000 kilómetros en un año.
Índice de Peligrosidad (IP): Se define Índice de Peligrosidad (IP) como la cantidad de accidentes con víctimas por cada 100 millones de vehículo-kilómetro (CMVKM). Se ha considerado el valor anual.
Índice de Riesgo (IR): Se define Índice de Riesgo (R) como la cantidad de accidentes por cada 100 millones de vehículo-kilómetro (CMVKM).Se ha considerado el valor anual.
Relación IP/IR: Es el cociente directo de estos dos índices medido en porcentaje. Nos indica el grado de morbimortalidad de los siniestros ocurridos.
Accidente con víctima (acv): Es todo accidente en el cual se registra al menos una víctima (herido leve, grave, o muerto).



DIRECCIÓN NACIONAL DE VIALIDAD

REGISTRO DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO

FOJA Nº

Nº DE FORMULARIO DEL SINAT F 3 1 . . .

1. UBICACION

Distrito

Zona Rural Urbana

Ruta Nº

Kilómetro .

Intersección con

Sentido Ascendente Descendente

TIPO DE VÍA: Autopista; Multicarril dividido; Multicarril indiviso; Convencional

TIPO DE GESTIÓN: Peaje; COT; CREMA; KMES; TFO; Administración; Otro

OPERADOR: DNV; OCRABA; RAC; RAM; RAR; Otro

SUBTIPO DE VÍA: Calzada principal; Colectora

2. FECHA Y HORA DEL ACCIDENTE

día mes año

hora min

TIPO DE DÍA: Hábil Feriado

3. TIPO DE ACCIDENTE

COLISIÒN EN CALZADA CON OTRO VEHÍCULO CIRCULANDO
Frontal
Cola
Ángulo
Roce lateral
Múltiple

COLISIÒN EN CALZADA CONTRA OTRO OBJETO
Vehículo detenido sobre calzada
Separador o isleta central
Material sobre calzada
Otro

COLISIÒN EN CALZADA CONTRA OBJETO NO FIJO
Animal sobre calzada
Atropello peatón
Atropello ciclista
Tren
Otro

SIN COLISIÒN EN CALZADA
Vuelco en calzada
Explosión / Incendio
Caída de ocupante
Otro

SALIDA DE VÍA CON COLISIÒN
Vehículo detenido fuera de calzada
Vehículo en marcha fuera de calzada
Baranda lateral
Puente
Alcantarilla
Columna o poste
Árbol
Otro objeto fijo

SALIDA DE VÍA SIN COLISIÒN
Vuelco fuera de calzada
Desbarranco
Otro

OTRO ACCIDENTE

SE IGNORA

4. VICTIMAS Sí No

Si la respuesta es sí, indicar cantidad.
Muertos
Heridos graves
Heridos leves

5. VEHICULOS INVOLUCRADOS

CANTIDAD TOTAL

CANT. TIPO
Bicicleta
Ciclomotor
Motocicleta
Automóvil
Camioneta Jeep
Ómnibus
Microomnibus
Camión simple
Camión con acoplado
Semirremolque
Tractor maquinaria
Tracción animal
Tren (FF. CC.)
Otro vehículo
Se ignora

6. FACTORES CONCURRENTES

Distracción
Inexperiencia del conductor
Alcohol o drogas
Cansancio, sueño o enfermedad
Avería mecánica
Mal estado del vehículo
Meteorología adversa
Infracción a normas de circulación
Presencia de objeto no fijo en calzada
Peatón
Ciclista
Animal
Otro
Deficiencia en calzada
Presencia de estación de servicio
Sin opinión definida
Otro factor

7. LUGAR DEL ACCIDENTE

Intersección
Puente
Túnel
Paso a nivel (FF. CC.)
Curva
Recta
Se ignora

8. CONDICIONES CLIMATICAS

Buen tiempo
Neblina
Lluvia o granizo
Nieve
Humo
Polvo
Viento fuerte
Se ignora

9. ESTADO DE LA CALZADA

En reparación
Baches
Resbaladizo
Bueno
Otro estado
Se ignora

10. ILUMINACION

De día
De noche (con iluminación artificial)
De noche (sin iluminación artificial)
Se ignora

11. OBSERVACIONES

Confeccionó

Supervisó

12. DIAGRAMA DE COLISION Sí No

Figura 4

6. TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

En base a los antecedentes descriptos, si hacemos un análisis de consistencia, nos encontramos frente a la primera necesidad de definición de **cuál es la velocidad directriz de cada ruta.**

De acuerdo a lo establecido en el Libro Verde de AASHTO: "La velocidad directriz es la máxima velocidad segura que puede mantenerse sobre una específica sección de carretera cuando las condiciones son tan favorables que gobiernan las características de diseño de la carretera." Asimismo indica:"La velocidad directriz supuesta debería ser lógica con respecto a la topografía, el uso de la tierra adyacente, y la clasificación funcional del camino."

Tengamos en cuenta que en nuestro país, a partir de la Ley de Tránsito 24.449 del año 1995, muchas de las señales de velocidad máxima de las rutas fueron modificadas respondiendo a los nuevos valores máximos admitidos. **No obstante no se realizó en esa oportunidad un estudio de cuál era la velocidad de diseño en cada tramo de ruta**, adoptándose en general un valor único equivalente a la máxima admitida en la Ley.

De acuerdo a ello, la velocidad máxima permitida en rutas en zona rural para automóviles motocicletas y camionetas es de 110 km/h, y en ese sentido están señalizadas en la mayoría de los tramos en los que no existen interferencias, accesos, rotondas, etc..

Analizando el diseño geométrico de nuestras rutas, no existirían restricciones a la velocidad directriz **en lo que se refiere a Radios de Curvas, teniendo en cuenta que ningún radio es menor a 500 m y la mayoría supera los 1000m.**

Si bien los anchos de carriles y banquinas no están directamente relacionados con la velocidad directriz, de acuerdo a lo indicado en los manuales, la afectan, y deberían acordarse los más altos estándares de estas características para las más altas velocidades directrices.

Y por otro lado las recomendaciones de diseño AASHTO 1994 – indican que "Ninguna característica de una carretera tiene mayor influencia sobre la seguridad y confort de la conducción que el **ancho y condición de la superficie"**. Estableciendo además que **cuando se esperan altos porcentajes de vehículos de gran porte debería darse total consideración al ancho de 3.6m.**

Si además consideramos las nuevas recomendaciones de diseño nos encontramos que el ancho de calzada resulta ser determinante en las velocidades, en este sentido se definen dos anchos de carril:

Para V ≥ 80 km/h (alta velocidad) se adopta 3,65 m
Para V < 80 km/h (baja velocidad) se adopta 3,35 m

Asimismo la Planilla de Características de las Recomendaciones de Diseño Geométrico vigentes recomiendan para Velocidades Directrices de 110 km/h en terreno llano (Categoría III) anchos de calzada de 7.30m, encontrando que para anchos de calzada de 6.70m (Categoría IV) las velocidades directrices definidas son de de 100 km/h con Radios Mínimos de Curvas entre 400 (absoluto) y 600 (Deseable).

Hacemos la salvedad que en este estudio no se pudieron incorporar datos sobre características tales como peralte y distancia de visibilidad, que si bien están directamente relacionadas con la velocidad directriz, son de mayor dificultad de obtención, considerándose su inclusión una vez despejadas las variables más ostensibles.

En virtud de lo analizado se ha optado por definir las siguientes Velocidades de Diseño (Vd):

Para Ancho de Calzada= 7.30	**VD= 110 km/h**
Para Ancho de Calzada= 6.70	**VD= 100 km/h**

Al determinar la Velocidad de Operación (Vo) para realizar el contraste con la Vd, contamos con una cantidad de información obtenida de diferentes fuentes, por lo cual trataremos cada situación por separado.

Algunos especialistas definen la Vo a "la más alta velocidad general a la cual un conductor puede viajar sobre una carretera dada bajo condiciones de tiempo favorables y bajo condiciones prevalecientes de tránsito, sin superar en ningún momento la velocidad segura según está determinada por la velocidad directriz".

Pero la realidad es que los conductores ajustan sus velocidades a su percepción de las limitaciones físicas, o sea por los radios de las curvas, ancho insuficiente de calzada, presencia de elementos al costado del camino o circulación de vehículos más lentos.

Esto llevaría a la conclusión de que donde las características físicas y de operación de la carretera son los principales controles de la velocidad y donde la mayoría de los conductores han sido condicionados para operar cerca de la velocidad límite, una velocidad directriz tope de 100 km/h/110 km/h se ajustaría a una velocidad de alto percentil.

La realidad es que a partir de los datos obtenidos de velocidades reales tomadas en 23 curvas a flujo libre (FIGURA 6) y en rectas en coincidencia con los puestos permanentes de censos obtenidas de la Publicación TMDA de la DNV (FIGURA 7), el percentil 85 de las velocidades, que puede ser considerado como la Vo**, supera siempre las Velocidades de diseño y las indicadas en el señalamiento,** que son las Velocidades Máximas establecidas por la normativa.

Velocidades de Operación en 23 Curvas – en km/h

RUTA	KM	TIPO	Delta	Radio	VELOCIDADES ASCENDENTE			VELOCIDADES DESCENDENTE			OBSERVACIONES
					PROMEDIO	V85	Dsvst asc	PROMEDIO	V85	Dsvst desc	
11	941,04	I	16° 36'	700	109,56	123,25	12,29	114,06	132,65	17,27	
11	950,69	I	13° 30'	1200	121,12	140,30	19,01	119,94	143,30	20,35	
11	967,47	I	11° 55'	800	115,62	128,65	15,96	117,58	134,65	15,69	
11	1010,69	I	30° 00'	1000	107,12	117,65	10,45	117,65	141,20	16,74	
11	1073,09	D	16° 29'	800	109,64	121,65	13,11	115,12	126,65	13,56	
11	1077,88	D	5° 5'	1500	110,08	121,65	12,52	109,48	122,30	12,66	
16	29,24	I	22° 34'	500	109,44	120,00	11,05	106,20	116,65	9,02	
16	41,17	I	11° 33'	500	109,40	123,25	14,00	109,82	124,65	16,65	
16	47,09	I	17° 32'	500	108,30	120,65	12,36	106,84	120,00	11,74	
16	84,81	D	10° 30'	2000	114,68	129,65	15,43	115,12	133,95	15,83	
16	103,53	I	4°	1000	117,22	135,00	15,92	109,80	121,65	12,20	
16	128,40	I	12° 48'	1000	114,46	129,65	14,93	115,74	135,85	15,89	
16	130,76	D	12° 55'	1000	109,80	125,65	14,84	108,92	125,65	14,76	
16	215,60	I	24° 57'	1000	107,38	121,65	15,22	102,40	114,30	11,26	
16	236,20	I	20° 00'	1000	110,34	123,95	12,99	108,48	123,60	14,70	
16	284,43	I	15° 30'	1000	98,26	110,00	13,21	95,94	108,95	12,67	Próximo T.U. Los Frentones
89	177,39	I	19° 49'	700	108,72	120,65	15,08	110,64	126,95	15,49	
89	188,09	D	21° 13'	1000	102,84	116,95	15,77	98,70	109,95	11,85	Próximo T.U. Campo Largo
89	190,72	D	19° 40'	700	104,66	116,65	11,77	107,50	119,00	13,62	
89	206,67	I	19° 22'	1000	115,82	131,60	14,75	111,68	127,65	15,37	
89	214,88	D	25° 7'	900	110,10	124,30	14,07	109,26	122,00	14,32	
95	1006,78	D	5° 10'	5000	104,90	125,00	18,56	104,16	125,00	16,14	
95	1013,42	I	90°	1500	116,08	133,65	18,54	113,58	129,30	18,61	

Figura 6

Esto podría indicar que **las velocidades desarrolladas por los vehículos en rectas no sufren grandes variaciones al tomar la curva**, es decir que el diseño geométrico de las rutas chaqueñas sería apropiado.

De acuerdo a lo indicado por los especialistas las velocidades observadas de vehículos de libre movimiento sobre **curvas horizontales indican que las curvas de baja Vd dan una velocidad media en el sitio cercana a la Vd, mientras que en curvas de Vd alta, la velocidad media está sustancialmente debajo de la Vd y se aproxima a la velocidad media en hallada sobre largos trechos de alineamiento recto**. Como puede observarse esto no se cumple en las Curvas de nuestras rutas.

Por otro lado en los tramos rectos las **Vo superan ampliamente las Vd.**

Velocidades de Operación en Puestos de la Provincia - Publicación TMDA de la DNV

Ruta	Progresiva inicio	Progresiva Fin	TRANSITO			VELOCIDADES		
			TMDA	% LIVIANOS	% GRAN PORTE	Vel P85 - Livianos	Vel P85 Otros	Diferencia Vo Livianos y Otros
11	930,65	983,45	3080	56,50	43,50	129,2	100,8	28,4
11	983,45	995,00	2751	60,60	39,40	128,7	92,7	36,0
11	1010,00	1044,76	5380	66,10	33,90	114,0	95,8	18,2
16	5,50	13,94	14350	81,15	18,85	124,9	99,4	25,5
16	13,94	17,54	9850	71,80	28,20	121,3	93,4	27,9
16	17,54	67,03	6942	77,90	22,10	107,6	89,6	18,0
16	67,03	115,81	3400	63,05	36,95	138,5	100,6	37,9
16	136,12	155,59	4554	66,40	33,60	129,4	98,4	31,0
16	211,39	258,85	1790	69,20	30,80	127,6	90,0	37,6
89	266,73	311,48	1200	62,15	37,85	128,4	89,5	38,9
95	968,12	1019,85	1740	53,20	46,80	128,4	87,0	41,4
95	1000,00	1006,78	1740	73,10	26,90	128,4	87,0	41,4
95	1054,58	1111,48	1738	73,10	26,90	115,7	86,0	29,7

Salvo las remarcadas con color verde que corresponden a tramos de semiautopista, las demás se desarrollan en vías convencionales de dos carriles.
Figura 7

Un elemento que debe considerarse de acuerdo a la bibliografía consultada es que **la longitud de viaje promedio influye sensiblemente en la selección de la Vo. Cuanto más largo es el viaje**, mayor es la tendencia a utilizar altas velocidades. Esto no ha podido verificarse ya que requeriría de estudios más profundos incluyendo encuestas de Origen y Destino, pero dada la extensión de nuestra provincia, la distancia entre grandes centros urbanos y el recorrido habitual entre los centros de producción y de consumo, es natural inferir que el trayecto promedio resulte más largo que en los países de Europa.

El otro aspecto destacable a partir de esta información es la gran variación que existe entre la Vo de vehículos livianos y la Vo de vehículos de gran porte, diferencia que oscila entre 18 km/h y 41,4 km/h, siendo en la mayoría de los casos superior a 30km/h. Cabe destacar que en este sentido **no se verifica lo establecido en los manuales de Capacidad, que indicarían que en terreno llano no deben apreciarse sustanciales diferencias de velocidad entre los vehículos pesados y los livianos.**

Por otra parte nos encontramos frente a una inconsistencia que va más allá de nuestra función como proyectistas, y tiene que ver con lo normado en la Ley de Tránsito, que establece que los límites máximos de velocidad en zona rural son:

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

Esta legislación de por sí introduce una inconsistencia en la operación de la ruta (diferencia de 30 km/h) que al menos debe ser debatida por especialistas de las distintas ramas de la Ingeniería involucradas (Automotriz, Vial, Mecánica).

Tengamos en cuenta que el método Leisch referido a la coherencia entre los alineamientos horizontal y vertical, por ejemplo, sugiere en el análisis del potencial de las velocidades medias de los camiones, que este no debe ser superior a 16 km/h por debajo de la velocidad promedio de vehículos de pasajeros, en cualquier momento en los carriles comunes.

La particular y sostenida superación de los límites de velocidad nos conduce obligatoriamente a los conceptos de Legibilidad y Credibilidad.

Esto queda claramente ilustrado cuando observamos las velocidades desarrolladas por los vehículos en Zonas Urbanas, con restricción de Velocidad a 60km/h, tal como se observa en la FIGURA 8.

Ruta Nacional Nº 16	QUITILIPI			
	PUESTO	Livianos	Gran Porte	TOTAL
		km/h	km/h	
VELOCIDAD P85 (Km/h)	Km 154,20	98,5	78,6	
VELOCIDAD P85 (Km/h)	Km 154,27	95,5	78,4	
VELOCIDAD P85 (Km/h)	Km 154,75	98,5	79,3	
VELOCIDAD P85 (Km/h)	Km 155,21	92,5	78,5	
VELOCIDAD P85 (Km/h)	Km 155,68	89,5	74,8	
VELOCIDAD P85 (Km/h)	Km 155,75	92,5	78,1	
	TMDA	2568	1102	3670
Ruta Nacional Nº 89	GANCEDO			
	PUESTO	Livianos	Gran Porte	TOTAL
		km/h	km/h	
VELOCIDAD P85 (Km/h)	Km 305,45	110,0	79,6	
VELOCIDAD P85 (Km/h)	Km 305,69	98,5	75,8	
VELOCIDAD P85 (Km/h)	Km 306,56	86,5	71,1	
VELOCIDAD P85 (Km/h)	Km 307,76	110,0	78,7	
	TMDA	554	257	811

Figura 8

Se destaca que estas mediciones se efectuaron **después de concretar en dichas travesías un Proyecto de apaciguamiento del tránsito** a través de señalamiento vertical, horizontal, cordones montables y tortugones en el centro de la calzada y semáforos precauciónales.

RUTA NACIONAL 89 – TRAVESÍA URBANA DE GANCEDO

Teniendo en cuenta la experiencia de Anderson (1999) en la que buscó una relación funcional entre las f**recuencias de accidentes y variables independientes como la reducción de la velocidad y el radio de curva**, existiría una fuerte relación entre la reducción de la velocidad en una curva horizontal y la frecuencia de accidentes en ella.

Además, un análisis de sensibilidad de dicho estudio comprobó que la frecuencia de accidentes varía con la reducción de la velocidad. La relación indica que c**uanto mayor es la reducción de la velocidad experimentada por los automovilistas en una curva horizontal, mayor es la experiencia de accidentes en la curva**. Anderson desarrolló modelos de regresión usando como variable independiente el radio de curvatura, en lugar de la reducción de velocidad. Se halló que el radio de curvatura era estadísticamente significativo en estos modelos, pero **la experiencia de accidentes prevista fue mucho menos sensible al radio de curvatura que a la reducción de velocidad.**

Cuando en distintos modelos se usaron como variables independientes **la reducción de velocidad y el radio de curva, se halló que la reducción de velocidad tenía una asociación más fuerte con el índice de accidentes que el radio**. La limitante de este enfoque es que es más difícil conocer qué factores afectan a la velocidad en la recta de aproximación a una curva: la agudeza de la curva anterior, la longitud de la recta o las características generales del alineamiento.

Otros estudios también analizaron la relación entre la reducción de la velocidad, el grado de curvatura y el índice de accidentes, con resultados que sugieren que **las curvas horizontales que requieren reducciones de velocidad tienen índices de accidentes más altos que las que no requieren reducciones de velocidad.**

De ahí que la mayoría de los especialistas coinciden en que la reducción de la velocidad es la mejor medida útil para explicar los accidentes.

Para ello sería necesario realizar un análisis más profundo del perfil de velocidades de cada usuario en distintos puntos: en las rectas de aproximación, al ingresar a las curvas, dentro de ellas y en la salida de las mismas. Este relevamiento implicaría un despliegue que no pudo realizarse para este trabajo. No obstante ello, de acuerdo a los datos obtenidos de Vo en rectas y en curvas, **no parece ser que las curvas en las Rutas del Chaco obliguen a los conductores a modificar sustancialmente su velocidad.**

La velocidad elegida por el Usuario depende del trazado, la capacidad del conductor y la performance del vehículo, **pero además está influida por otros factores que usualmente actúan en forma combinada. Esos son:**

- El ancho de calzada y sus costados
- El clima
- La presencia de otros vehículos
- Las limitaciones a la velocidad debidas a interferencias y/o dispositivos de control (Cruce Ferroviario, Semáforos, T.U., Controles Policiales, Peajes, etc.)

Por todo lo expuesto, y entendiendo que la **consistencia de una ruta va más allá del diseño geométrico, ya que abarca todos los elementos del camino que obligan a los vehículos a modificar sus Velocidades de marcha, analizaremos a través de la Siniestralidad además de las curvas**, aquellos aspectos que resultan a priori aún más inquietantes. Nos concentraremos en dos particularidades:

- Las Travesías Urbanas, Empalmes
- El porcentaje de camiones

7. ANÁLISIS DE LA SINIESTRALIDAD

Dado que "el único indicador del desempeño de seguridad del camino es la experiencia de accidentes posterior a su puesta en operación", se realizó el estudio accidentológico, identificando los parámetros y características planteadas en el capítulo anterior.

Se generó **un reporte global y uno por ruta**, en el cual se determinan, conforme al siguiente cuadro, los indicadores que se detallan en la Columna 1, para cada característica de ruta que se indica en la Columna 2:

INDICADOR	RUTA –LONGITUD
ACCIDENTES	EN RECTA
ACCIDENTES CON VICTIMAS	EN CURVAS
DENSIDAD ACCIDENTES TOTALES	EN RECTA EXCL. T.U., EMPALMES Y OTROS
DENSIDAD ACCIDENTES CON VICTIMAS	EN CURVAS EXCL. T.U., EMPALMES Y OTROS
ÍNDICE DE PELIGROSIDAD	EN ZONA RURAL
ÍNDICE DE RIESGO	EN ZONA URBANA
RELACIÓN IP/IR	EN INTERSECCIONES Y OTROS
	EN TRAMOS CON % VEH GRAN PORTE >30%
	EN TRAMOS CON % VEH GRAN PORTE <30%

ESTUDIO DE SINIESTRALIDAD

RUTA NACIONAL Nº11 - PROVINCIA DEL CHACO

ANALISIS DE NUEVE (9) AÑOS DE RELEVAMIENTO ACCIDENTOLÓGICO CON METODOLOGÍA S.I.A.T. - DNV

LONGITUD RUTA 11	178
ACCIDENTES TOTALES R.N. 11 - Nac	1212
DENSIDAD ACCIDENTES TOTALES - Dac	756,51
ACCIDENTES CON VICTIMAS R.N. 11 - Nacv	720
DENSIDAD ACCIDENTES CON VICTIMAS - Dacv	449,41

INDICADOR	Nac	LONGITUD	Dac
ACCIDENTES EN RECTA	1017	168	673,82
ACCIDENTES EN CURVA	195	10	2101,52
ACCIDENTES EN RECTA EXCL. T.U., EMPALMES Y OTROS	273	145	209,86
ACCIDENTES EN CURVA EXCL. T.U., EMPALMES Y OTROS	48	10	555,56

INDICADOR	Nacv	LONGITUD	Dacv
ACCIDENTES CON VICTIMAS EN RECTA	611	168	404,82
ACCIDENTES CON VICTIMAS EN CURVA	109	10	1174,70
ACCIDENTES C/VICTIMAS EN RECTA EXCL. T.U., EMP. Y OTROS	161	145	123,76
ACCIDENTES C/VICTIMAS EN CURVA EXCL. T.U., EMP. Y OTROS	27	10	312,50

INDICADOR	Nac	LONGITUD	Dac
ACCIDENTES EN ZONA RURAL	340	157	240,33
ACCIDENTES EN ZONA URBANA	855	13	7375,78
ACCIDENTES EN EMPALMES Y OTROS	17	8	237,90
TOTAL	1212	178	

INDICADOR	Nacv	LONGITUD	Dacv
ACCIDENTES CON VICTIMAS EN ZONA RURAL	202	157	142,79
ACCIDENTES CON VICTIMAS EN ZONA URBANA	502	13	4330,57
ACCIDENTES CON VICTIMAS EMP. Y OTROS	16	8	223,90
TOTAL	720	178	

	INDICE DE PELIGROSIDAD	INDICE DE RIESGO	RELACION IP/IR
TOTAL RUTA NACIONAL 11	15,78	25,42	62%
EN RECTA	14,65	23,40	63%
EN CURVAS	34,26	58,31	59%
EN RECTA S/OTROS	9,59	15,70	61%
EN CURVAS S/OTROS	23,45	38,72	61%
EN ZONA RURAL	10,75	17,49	62%
EN ZONA URBANA	74,16	124,76	59%
EN INTERSECCIONES Y OTROS	20,61	21,33	97%

ESTUDIO DE SINIESTRALIDAD

RUTA NACIONAL N°16 - PROVINCIA DEL CHACO

ANALISIS DE NUEVE (9) AÑOS DE RELEVAMIENTO ACCIDENTOLÓGICO CON METODOLOGÍA S.I.A.T. - DNV

LONGITUD RUTA 16 (km)	339
ACCIDENTES TOTALES R.N. 16 - Nac	1223
DENSIDAD ACCIDENTES TOTALES - Dac	400,39
ACCIDENTES CON VICTIMAS R.N. 16 - Nacv	639
DENSIDAD ACCIDENTES CON VICTIMAS - Dacv	209,20

INDICADOR	Nac	LONGITUD	Dac
ACCIDENTES EN RECTA	1094	315	385,50
ACCIDENTES EN CURVA	129	24	595,49
ACCIDENTES EN RECTA EXCL. T.U., EMPALMES Y OTROS	451	270	185,57
ACCIDENTES EN CURVA EXCL. T.U., EMPALMES Y OTROS	88	20	483,33

INDICADOR	Nacv	LONGITUD	Dacv
ACCIDENTES CON VICTIMAS EN RECTA	564	315	198,74
ACCIDENTES CON VICTIMAS EN CURVA	75	24	346,21
ACCIDENTES C/VICTIMAS EN RECTA EXCL. T.U., EMP. Y OTROS	314	270	129,20
ACCIDENTES C/VICTIMAS EN CURVA EXCL. T.U., EMP. Y OTROS	54	20	296,59

INDICADOR	Nac	LONGITUD	Dac
ACCIDENTES EN ZONA RURAL	592	293	224,63
ACCIDENTES EN ZONA URBANA	198	24	909,47
ACCIDENTES EN EMPALMES Y OTROS	433	22	2150,70
TOTAL	1223	339	

INDICADOR	Nacv	LONGITUD	Dacv
ACCIDENTES CON VICTIMAS EN ZONA RURAL	409	293	155,19
ACCIDENTES CON VICTIMAS EN ZONA URBANA	153	24	702,77
ACCIDENTES CON VICTIMAS EMP. Y OTROS	77	22	382,46
TOTAL	639	339	

	INDICE DE PELIGROSIDAD	INDICE DE RIESGO	RELACION IP/IR
TOTAL RUTA NACIONAL 16	18,10	25,37	71%
EN RECTA	16,03	22,80	70%
EN CURVAS	45,33	59,03	77%
EN RECTA S/OTROS	13,02	16,81	77%
EN CURVAS S/OTROS	38,19	51,23	75%
EN ZONA RURAL	15,26	19,84	77%
EN ZONA URBANA	55,87	71,67	78%
EN INTERSECCIONES Y OTROS	10,89	17,63	62%

ESTUDIO DE SINIESTRALIDAD

RUTA NACIONAL Nº89- PROVINCIA DEL CHACO

ANALISIS DE NUEVE (9) AÑOS DE RELEVAMIENTO ACCIDENTOLÓGICO CON METODOLOGÍA S.I.A.T. - DNV

LONGITUD RUTA 89	136
ACCIDENTES TOTALES R.N. 89 - Nac	123
DENSIDAD ACCIDENTES TOTALES - Dac	100,40
ACCIDENTES CON VICTIMAS R.N. 89 - Nacv	89
DENSIDAD ACCIDENTES CON VICTIMAS - Dacv	72,65

INDICADOR	Nac	LONGITUD	Dac
ACCIDENTES EN RECTA	102	124	91,42
ACCIDENTES EN CURVA	21	11	210,98
ACCIDENTES EN RECTA EXCL. T.U., EMPALMES Y OTROS	55	81	75,34
ACCIDENTES EN CURVA EXCL. T.U., EMPALMES Y OTROS	12	8	161,33

INDICADOR	Nacv	LONGITUD	Dacv
ACCIDENTES CON VICTIMAS EN RECTA	72	124	64,53
ACCIDENTES CON VICTIMAS EN CURVA	17	11	170,79
ACCIDENTES C/VICTIMAS EN RECTA EXCL. T.U., EMP. Y OTROS	42	81	57,53
ACCIDENTES C/VICTIMAS EN CURVA EXCL. T.U., EMP. Y OTROS	9	8	121,00

INDICADOR	Nac	LONGITUD	Dac
ACCIDENTES EN ZONA RURAL	68	90	84,07
ACCIDENTES EN ZONA URBANA	43	25	190,61
ACCIDENTES EN EMPALMES Y OTROS	12	20	66,37
TOTAL	123	135	

INDICADOR	Nacv	LONGITUD	Dacv
ACCIDENTES CON VICTIMAS EN ZONA RURAL	52	90	64,29
ACCIDENTES CON VICTIMAS EN ZONA URBANA	27	25	119,69
ACCIDENTES CON VICTIMAS EMP. Y OTROS	10	20	55,31
TOTAL	89	135	

	INDICE DE PELIGROSIDAD	INDICE DE RIESGO	RELACION IP/IR
TOTAL RUTA NACIONAL 16	11,19	16,10	69%
EN RECTA	10,03	14,63	69%
EN CURVAS	24,14	32,60	74%
EN RECTA S/OTROS	8,14	10,96	74%
EN CURVAS S/OTROS	15,42	24,63	63%
EN ZONA RURAL	9,04	12,44	73%
EN ZONA URBANA	19,45	32,03	61%
EN INTERSECCIONES Y OTROS	2,89	3,76	77%

ESTUDIO DE SINIESTRALIDAD

RUTA NACIONAL Nº95 - PROVINCIA DEL CHACO

ANALISIS DE NUEVE (9) AÑOS DE RELEVAMIENTO ACCIDENTOLÓGICO CON METODOLOGÍA S.I.A.T. - DNV

LONGITUD RUTA 95	341
ACCIDENTES TOTALES R.N. 95 - Nac	225
DENSIDAD ACCIDENTES TOTALES - Dac	73,40
ACCIDENTES CON VICTIMAS R.N. 95 - Nacv	170
DENSIDAD ACCIDENTES CON VICTIMAS - Dacv	55,46

INDICADOR	Nac	LONGITUD	Dac
ACCIDENTES EN RECTA	184	297	68,92
ACCIDENTES EN CURVA	41	41	110,79
ACCIDENTES EN RECTA EXCL. T.U., EMPALMES Y OTROS	127	270	52,20
ACCIDENTES EN CURVA EXCL. T.U., EMPALMES Y OTROS	24	29	90,58

INDICADOR	Nacv	LONGITUD	Dacv
ACCIDENTES CON VICTIMAS EN RECTA	140	297	52,44
ACCIDENTES CON VICTIMAS EN CURVA	30	41	81,06
ACCIDENTES C/VICTIMAS EN RECTA EXCL. T.U., EMP. Y OTROS	99	270	40,69
ACCIDENTES C/VICTIMAS EN CURVA EXCL. T.U., EMP. Y OTROS	17	29	64,16

INDICADOR	Nac	LONGITUD	Dac
ACCIDENTES EN ZONA RURAL	145	298	54,02
ACCIDENTES EN ZONA URBANA	64	24	297,79
ACCIDENTES EN EMPALMES Y OTROS	16	16	113,74
TOTAL	225	338	

INDICADOR	Nacv	LONGITUD	Dacv
ACCIDENTES CON VICTIMAS EN ZONA RURAL	111	298	41,35
ACCIDENTES CON VICTIMAS EN ZONA URBANA	45	24	209,38
ACCIDENTES CON VICTIMAS EMP. Y OTROS	14	16	99,52
TOTAL	170	338	

	INDICE DE PELIGROSIDAD	INDICE DE RIESGO	RELACION IP/IR
TOTAL RUTA NACIONAL 16	8,64	11,25	77%
EN RECTA	8,06	10,48	77%
EN CURVAS	12,77	16,86	76%
EN RECTA S/OTROS	6,96	8,94	78%
EN CURVAS S/OTROS	10,62	14,72	72%
EN ZONA RURAL	7,10	9,23	77%
EN ZONA URBANA	24,14	34,00	71%
EN INTERSECCIONES Y OTROS	14,31	15,08	95%

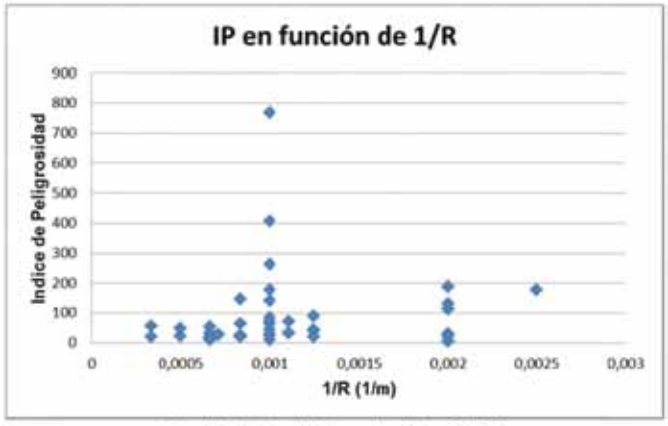
Relación de siniestralidad entre Rectas y en Curvas: Se computaron todos los siniestros en tramos rectos y en tramos curvos, obteniéndose los IP e IR anual de cada sector.

Dado que muchos de estos valores resultan sesgados por la presencia de Empalmes, Travesías Urbanas y/o accesos, se realizó un segundo análisis excluyendo todos los sectores en los que encontramos este tipo de eventos.

Los resultados indicarían que los **IP en las curvas duplican y en algunos casos hasta triplican los IP en las rectas**. Estos resultados se repiten en ambos casos (Con y sin Empalmes, T.U. y otros).

Con respecto a la relación **IP/IR no se detecta una marcada relación de gravedad de accidentes en las curvas en comparación con accidentes en rectas**.

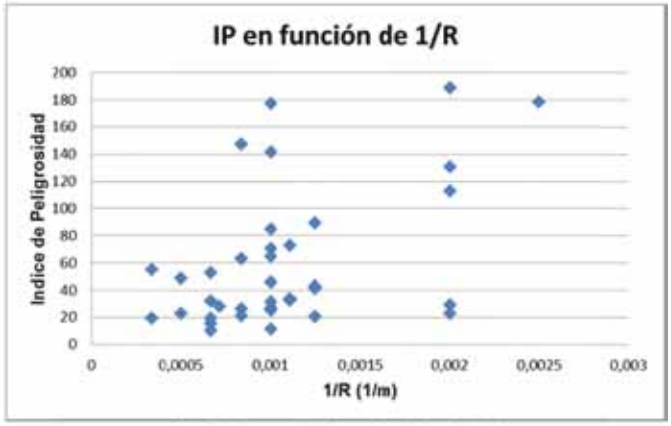
Se pretendió hallar una correlación entre la ocurrencia de siniestros en curvas y diferentes parámetros como su radio y su longitud. Trabajando con la Longitud (L) y la inversa del radio (1/R) el análisis arrojó **una mayor influencia de la longitud que del radio** como puede observarse en los siguientes gráficos.



Coeficiente de Correlación: 0,109

Para este análisis se descartaron todas aquellas curvas que coincidían con Empalmes, T.U., Accesos, etc..

Si descartamos los valores de IP muy por encima de la media el gráfico queda de la siguiente forma:



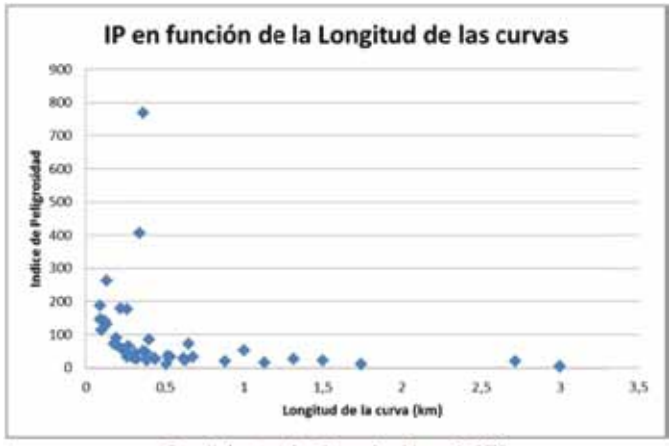
Coeficiente de Correlación: 0,414

La baja correlación hallada en relación al Radio tiene coherencia si consideramos las conclusiones de los estudios de Lamm, en los que se determinó una **fuerte relación entre el radio y el riesgo de accidentes hasta valores de R= 400m**, indicando la más baja tasa de accidentes para ese valor y una ganancia en seguridad relativamente pequeña para radios mayores.

Pero cabría un análisis más completo de la sucesión de curvas ya que de acuerdo a los especialistas el mismo radio de curva en una secuencia de radios similares pueden tener efectos diferentes sobre los accidentes que en una secuencia de diferentes radios, o en trazados con curvas aisladas entre rectas que pueden resultar muy peligrosos.

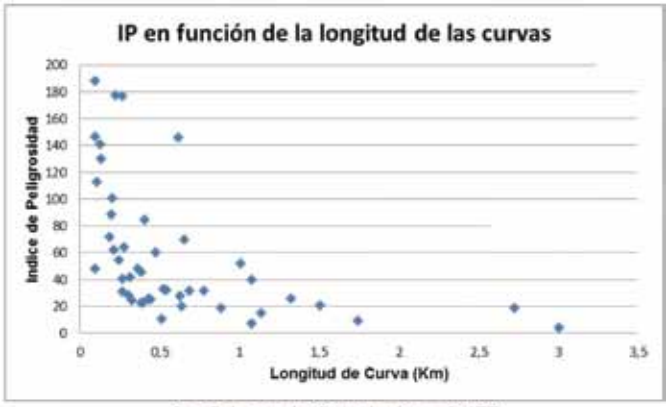
Asimismo, dada la cantidad de información disponible, queda pendiente una profundización del análisis estadístico de este aspecto del trazado de las Rutas del Chaco, generando una discriminación por Tipo de Accidente que nos permita discriminar aquellos típicos eventos asociados a las curvas.

La Correlación hallada **en función de la longitud fue más relevante, determinándose que para curvas más cortas los Índices de Peligrosidad son mayores**. Esto se contradice con los antecedentes consultados en los que se concluye que "el número de accidentes puede casi triplicarse cuando la longitud de la curva es 4 veces más larga." No obstante caben las consideraciones realizadas para el análisis del radio, en cuanto al estudio de la sucesión de curvas y rectas dentro de un mismo trazado, ya que muchas veces curvas aisladas de pequeña longitud pueden generar mayor inestabilidad que una sucesión de curvas bien diseñadas.



Coeficiente de Correlación: -0,272

Si descartamos de la Serie los puntos que arrojan valores muy por encima de la media, el Coeficiente de Correlación mejora y obtenemos el siguiente gráfico:



Coeficiente de Correlación: -0,477

Relación de siniestralidad entre Tramos Rurales y Urbanos: Se computaron todos los siniestros en tramos Rurales y Urbanos, obteniéndose los IP e IR anual de cada sector.

El análisis de Empalmes, Travesías Urbanas y/o accesos, se realizó por separado.

Los resultados indicarían que los **IP en las Zonas Urbanas son hasta siete (7) veces mayores que en la Zona Rural, según la Ruta que evaluemos, siendo el promedio en el total de la Red Nacional de la Provincia de 3.74 veces mayor.**

Con respecto a la relación **IP/IR se detecta una leve mayor gravedad de los accidentes en las Zonas Rurales en relación con las Urbanas.**

Los IP de los sectores con Empalmes presentan mucha variabilidad, según la Ruta que consideremos, siendo **para el reporte global un 36% mayor que en Zonas Rurales.**

La relación IP/IR en sectores con Empalmes e Intersecciones es la mayor de todas en términos globales alcanzando el 79%, pero analizando las Rutas por separado alcanza el 95% en la Ruta 95 y el 97% en la Ruta 11. Deberá profundizarse el estudio en algunas intersecciones en las que se detecta una reiterada ocurrencia de siniestros.

Relación de siniestralidad entre Tramos con Porcentajes de Camiones >30% y <30%: Dado que los manuales de capacidad indicaban que el porcentaje de camiones considerados en los Estudios para evaluar el nivel de servicio de las Rutas, no superaban el 20 %, se analizó la estadística tomando un valor de referencia de **Tramos con más del 30% de camiones y Tramos con menos del 30% de camiones. El resultado fue que en Tramos con mayor cantidad de camiones el IP arrojó valores superiores en un 17%.**

Queda también pendiente una profundización del Estudio de Siniestralidad discriminando el análisis por Tipo de Vehículos Involucrados, dato que forma parte de todos los registros disponibles, pero cuya consideración excedería las dimensiones permitidas del presente trabajo.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente trabajo no es un estudio de Consistencia Geométrica sino que pretendió abarcar todos aquellos aspectos de las Rutas del Chaco que pueden afectar a la calidad de la circulación, incrementar los riesgos de siniestros o su gravedad, partiendo de la hipótesis que en zonas llanas con alineamientos rectos y pocas curvas de radios generosos las inconsistencias más influyentes estarían instaladas en otros aspectos de la Red.

• PROBLEMAS DE LEGIBILIDAD Y CREDIBILIDAD:

Detallar los cuidados que debe tener el proyectista para transmitir al Usuario el mensaje apropiado y la atención que debe prestar la Oficina de Señalamiento de un Distrito para el adecuado uso de la señalética, podría conformar en sí mismo un trabajo. No obstante indicaremos aquí las más usuales falencias detectadas en materia de equipamiento complementario, que **pueden inducir al no acatamiento de las indicaciones asociadas a Velocidades Máximas y al consecuente riesgo de ocurrencias de siniestros.** Cabe destacar que algunas de las situaciones que se muestran a continuación ya han sido corregidas, siendo la inclusión de las mismas en el trabajo a los fines ilustrativos.

1.- Velocidades mal señalizadas: Autovía con señales de velocidad mal definidas y de tamaño inadecuado.

2.- Puestos de Control Interprovinciales sin señalamiento.

3.- Empalmes con restricciones exageradas de velocidad.

4.- Anuncios de Controles inexistentes.

5.- Señales transitorias no retiradas.

6.- Parte de las imprecisiones detectadas en materia de señalamiento son deficiencias, pero algunas de ellas **formarían parte de una discusión que tenemos pendiente en el Sector, para lograr comunicarnos en un solo idioma en materia vial.**

7.- Desde los Organismos Viales debe concretarse la **revisión de las Normas y los Manuales de Señalamiento, y bajar línea para que las Áreas Operativas actúen de manera coordinada y continua sobre la señalización y las instalaciones complementarias** existentes en las Rutas para evitar los problemas de más fácil resolución de Credibilidad y Legibilidad.

• PROBLEMAS DE CARGA DE TRABAJO:

1.- Las mayores situaciones de Carga de Trabajo, señaladas por las recomendaciones y avaladas por los índices de siniestralidad, se encuentran en las Travesías Urbanas y en los Empalmes. De esto no hay dudas. **Debemos introducir medidas de apaciguamiento del tránsito en forma urgente en dichos sectores, tender a la construcción de intersecciones a distinto nivel e inducir la ejecución de variantes en los pasos urbanos.** Para ello debe realizarse un trabajo coordinado de Planificación entre Organismos Provinciales, Municipales y Nacionales, abarcando desde ya las cuestiones que hacen al planeamiento territorial.

Estos aspectos particularmente complejos por la intervención de distintas Jurisdicciones, co**n intereses y expectativas muchas veces contrapuestos, se han instalado como un desafío en un País Federal con Autonomías Municipales.**

RUTA NACIONAL Nº11 – Paso por la Ciudad de Resistencia

2.- Toda la comunidad está involucrada en la siniestralidad de las Rutas**, y cada Institución tiene una responsabilidad en la materia.** En ese sentido resulta necesario **dar difusión de las conclusiones a que arriban los especialistas cuando realizan análisis accidentológicos, de consistencia o auditorías de Seguridad Vial,** a efectos de que las **Autoridades Provinciales y Municipales se comprometan en lo que les compete, no debiendo admitirse argumentos de desconocimiento frente a determinadas decisiones desacertadas.**

3.- Indudablemente **la convivencia dentro del flujo de tránsito, de vehículos con muy diferentes niveles de eficiencia, potencia y velocidad genera conflictos** asociados al impedimento del movimiento libre y del mantenimiento de la uniformidad en las velocidades de operación. Esto implica un aumento de la Carga de Trabajo y del riesgo de accidentes. Con el crecimiento de la demanda y el desarrollo del parque automotor estas asimetrías tenderán a incrementarse; por ello se impone el análisis de la situación por parte de las **más altas autoridades de la Nación, inscripto en un Plan Nacional de Transporte, que defina los modos más eficientes de transporte de cargas y pasajeros, considerando el Ferrocarril y el Transporte Fluvial y Marítimo, actuando en forma sinérgica y complementaria** con una mirada que considere los beneficios económicos, sociales y ambientales, **en un país que tiene una deuda pendiente con la sociedad en esta materia.**

• PROBLEMAS DE CONSISTENCIA

1.- Si bien no se pudo establecer una fuerte correlación entre los radios de las curvas y el IP, sí se determinó que la **peligrosidad de nuestras rutas es el doble en curvas que en rectas.** Por ello queda planteada la necesidad de evaluar los otros parámetros de las curvas: Peralte, Angulo Central, Curvas de Transición y secuencia de curvas y rectas incluyendo el sentido de las mismas, que no han podido analizarse en el presente estudio.

2.- **Las Travesías Urbanas son los espacios que mayor Índice de Peligrosidad ostentan, cuadruplicando casi el de los tramos Rurales**. Urgentemente debemos imponer medidas que tiendan a resolver estas asimetrías imperantes en los sectores que no fueron diseñados para atender esta demanda, induciendo si es necesario tránsitos fluidos pero moderados en velocidad. Además de las resoluciones técnicas sobre las que se puede trabajar en relación a la calzada, zona despejada y apaciguamiento del tránsito, **se deben promover políticas racionales sobre el planeamiento territorial.**

3.- Los Empalmes, Intersecciones y Accesos resultaron ser puntos con Índices de peligrosidad importantes y **con relación IP/IR mayores que el resto de los sectores.** Se debe analizar particularmente este problema, ya que se evidencian **serias inconsistencias** en nuestra red por r**esolver en forma diferente problemas similares**, desorientando al Usuario.

4.- Las velocidades de operación de los vehículos en Rutas Nacionales son siempre superiores a la Vd y a las velocidades máximas establecidas por la legislación, esto sucede en rectas, en curvas y en Travesías Urbanas. **Es una conducta sistemática.** Sabemos que la velocidad es uno de los aspectos que más inciden en la gravedad de los accidentes, por lo tanto debemos insistir en investigar sobre estos puntos y entender que el **diseño geométrico debe considerar además de las condiciones topográficas y las características de operación de los vehículos, la capacidad, idiosincrasia y psicología del conductor argentino, ayudándolo a mantener velocidades uniformes y acordes con el nivel de servicio previsto.**

5.- Es interesante aceptar lo que recomiendan algunos estudios: que **hay sustanciales beneficios de seguridad al bajar los límites de velocidad.** Según un trabajo hecho por la University College – Cork, Ireland, al reducir los límites de las velocidades rurales de 100 a 90 km/h se pronostica una reducción de víctimas de alrededor del 11%.
Desde los Organismos Técnicos Viales debe proponerse a las **Autoridades de Aplicación** (Agencia Nacional de Seguridad Vial, Gobiernos Provinciales, Secretaría de Transporte, etc.) una **revisión de las Velocidades Máximas previstas en cada tramo de las Rutas y en la Ley y la participación de los Técnicos Especialistas en los foros de decisión del Consejo Federal de Seguridad Vial.**

6.- Debe insistirse desde todos los sectores en el **cumplimiento estricto de la normativa en cuanto a control de la velocidad de Servicio de Transporte Público de Pasajeros**,

tal como establece la Ley de Tránsito (Art. 53 – Dto. Reglamentario): "Todos los vehículos de las categorías M3 y M2 que cumplan servicios de transporte de pasajeros de media y larga distancia, transporte para el turismo …..deberán contar con un sistema de registro de operaciones inviolable y de fácil lectura **que permita conocer la velocidad, la distancia recorrida, el tiempo y las horas de conducción** y de descanso de cada conductor, entre otras variables. Estos datos los deberán exhibir en un registro físico a modo demostrativo histórico de su comportamiento, …… **Los mismos podrán ser controlados en cualquier lugar en que se halle el vehículo por los organismos de control habilitados.**"

7.- Se deja planteada **la necesidad de realizar un estudio más a fondo de las causas, tipos de accidentes**, tipos de vehículos involucrados, etc., cuya concreción excedería los alcances del presente trabajo, no obstante lo cual se ofrece toda la información disponible para su consideración. Asimismo se considera necesario introducir en el análisis conceptos de estadística avanzada en los que se pueda verificar el tamaño de la muestra utilizada, los métodos de obtención de los datos y otros aspectos, a efectos de poder validar las conclusiones obtenidas.

• RECOMENDACIÓN FINAL

Estamos convencidos que el i**nterés por la seguridad vial, aunque sea genuino, es insuficiente. Fundamentalmente porque la evolución y revolución del desarrollo tecnológico, demográfico y vegetativo nos está indicando que la situación va a ser cada vez más compleja.**

En efecto, aunque hoy mismo se optimizaran los sistemas de transporte complementarios, los **volúmenes de tránsito por carreteras continuarán creciendo** por muchos años más.

Las **ciudades también continuarán su crecimiento, por lo que habrá más congestión y conflictos** en la interacción de las personas con los vehículos.

La **tecnología de los vehículos**, incluyendo materiales de avanzada, afectará la seguridad vial en varias formas importantes: por un lado los **choques podrán ser menos graves** debido a las bolsas de aire envolventes, cascos y armaduras más fuertes para los motociclistas, y barandas de defensa más resistentes y económicas, y materiales más aptos para las carrocerías; sin embargo la**s velocidades posibles de los vehículos tenderán a aumentar** por lo que no se puede garantizar una disminución de los daños a las personas.

Las **restricciones ambientales y los precios en continuo ascenso del valor de la tierra** casi imposibilitarán la obtención de más y mayores franjas de derecho de vía para nuevos proyectos viales o ampliación de los caminos existentes. Esto implicará la necesidad de **generar alternativas para la construcción de rutas, incluyendo caminos elevados o en túneles, planteando el desafío de la seguridad como prioritario** para el tránsito en esas condiciones.

Pero también existirán cambios favorables. Afortunadamente, continuará la revolución informática y las computadoras, comunicaciones y sensores se irán tornando más rápidos y accesibles, esto **nos dará oportunidad** de tener acceso a conjuntos completos de datos sobre las posiciones y velocidades de los vehículos, y también sobre las condiciones de los caminos, pudiendo generar **mejores herramientas de administración del tránsito, modelos de predicción de accidentes, y simulaciones más realistas de los mejoramientos propuestos**. Asimismo **mejorarán los materiales y productos para la señalización y los artefactos del tránsito inteligente para mejorar la eficiencia operacional y disminuir los índices de accidentes.**

En la medida que la **Seguridad Vial no se sustente sólo en el interés sino en el conocimiento, la investigación, el estudio, el planeamiento y las inversiones,** podremos aprovechar los beneficios de estos avances, tendremos la oportunidad de mejorar la **Seguridad Vial y evitaremos que la geometría vial insegura y los diseños inconsistentes sigan contribuyendo al sufrimiento de tantos seres humanos. •**

10. BIBLIOGRAFÍA

1.- Estudio de Consistencia de Elementos Aislados en Alineamientos Horizontales - Tomás ECHAVEGUREN NAVARRO – Jessica SAEZ CARDENAS – CATV 2005

2.- ACTUALIZACIÓN 2010 - NORMAS Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO GEOMÉTRICO - ESCUELA DE INGENIERÍA DE CAMINOS DE MONTAÑA – EICAM - Universidad Nacional de San Juan

3.- MEDICIÓN DE LOS NIVELES DE SEGURIDAD E INSEGURIDAD - Francisco Justo Sierra - María Graciela Berardo - Alejandra Débora Fissore - Luis Raúl Outes - Isabel Noemí Iglesias

4.- MANUAL DE DISEÑO VIAL E INGENIERÍA DE SEGURIDAD DEL TRÁNSITO - RESUMEN – Ruediger Lamm – Basil Psarianos - Theodor Mailaender - Traducción: Francisco Justo Sierra - Alejandra Débora Fissore

5.- Análisis de Consistencia del Diseño en una Ruta de la Provincia de Córdoba – Ing. Alejandro BARUZZI – Inga. María G. BERARDO

6.- SIAT – Sistema de Información de Accidentes de Tránsito - 2005 – Publicación DNV

7.- Método para análise da consistencia geométrica de rodovias brasileiras de pista simples - Prof. Daniel Sergio Presta García, Dr.

8.- EL PAPEL del USUARIO en la SEGURIDAD VIAL - LISBOA, Mayo 2010 – IRF 2010 – Ing. Jacobo Díaz Pineda

9.- Consistencia en el diseño –Seminario de Especialización en Auditorías de Seguridad Vial – Ing. Jacobo Díaz Pineda

10.- Ley de Tránsito – Nº24.449/95 y Modif. Nº26.363/08

11.- THE TRAFFIC SAFETY TOOLBOX - VISTAZO GENERAL - EZRA HAUER, P.ENG – UNIVERSIDAD DE TORONTO – TRADUCCIÓN: Ing. Francisco Justo Sierra

12.- RELACIÓN ENTRE NORMAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO Y SEGURIDAD - D. O'Cinneide, University College – Cork, Ireland - TRADUCCIÓN: Ing. Francisco Justo Sierra

13.- Efectos de la Geometría de los Caminos Sobre la Operación y Seguridad, en el Cambio de Milenio, y Más Allá - DOUGLAS W. HARWOOD, JOSEPH E. HUMMER, KEITH KNAPP - TRADUCCIÓN: Ing. Francisco Justo Sierra

COMPORTAMIENTO DE VEHÍCULOS PESADOS EN PENDIENTES ASCENDENTES

AUTORES:
Tomás **Echaveguren** (Dr. Cs. Profesor Asociado, Depto. Ing. Civil, Universidad de Concepción, Chile) y **Sergio Vargas-Tejeda** (Dr. Cs. Profesor Asistente, Depto. Ing. Civil y Amb, Universidad del BioBio, Chile)

RESUMEN

El perfil de velocidad de camiones en pendientes ascendentes se utiliza en las instrucciones de diseño para proyectar pistas auxiliares. Las normativas consideran un camión con peso/potencia típica, una velocidad fija de ingreso a la pendiente, pendientes uniformes hasta el 8% y longitudes de pendientes hasta 12 km. Estos perfiles se obtienen mediante el equilibrio de las fuerzas resistivas y la fuerza del motor del vehículo pesado.

Experimentos realizados en Alemania muestran que los perfiles reales de velocidad difieren de los modelados, por lo cual es pertinente analizar en terreno el comportamiento de los vehículos pesados en las pendientes ascendentes. En este trabajo se presenta un estudio empírico de perfiles de velocidad de vehículos pesados en pendientes ascendentes, a fin de contrastar la evidencia empírica con los modelos teóricos provistos por las normativas.

Se utilizó un GPS cinemático con una precisión de 0,1 km/h. Se seleccionaron 24 tramos de medición con pendientes ascendentes entre 2 % y 13 % y entre 0,2 km y 2,4 km de longitud. Se obtuvieron 70 perfiles de velocidad. Posteriormente se procesaron aplicando correcciones de velocidad inferida por seguimiento vehicular y el filtro de Kalman para eliminar datos anómalos. Luego se aplicó regresión no paramétrica para obtener perfiles continuos de velocidad. Se analizó estadísticamente las velocidades de entrada, máxima, mínima y de salida, la forma del perfil y su relación con la normativa Chilena.

Se concluyó que los modelos sobre-estiman la caída de velocidad en la primera parte de la pendiente, no consideran el efecto de aceleración en la cima de la pendiente y que no siempre se alcanza la velocidad de equilibrio. Por tanto es necesario re-formular los modelos de cálculo de perfil de velocidad para incluir las aceleraciones de entrada y salida en la formulación.

PALABRAS CLAVE: velocidad de operación, vehículo pesado, pendiente ascendente

1.- INTRODUCCIÓN

El perfil de velocidad representa la variación de la velocidad de un vehículo pesado a medida que avanza por un tramo de carretera. En pendientes ascendentes se utiliza en las instrucciones de diseño para evaluar la necesidad de proyectar pistas auxiliares, bajo criterios de seguridad y de nivel de servicio.

Las normativas utilizan perfiles basados en un vehículo pesado tipo, con una potencia típica, con una velocidad de ingreso a la pendiente, una pendiente uniforme entre 0 % y 12 % y longitudes que varían entre 0 y 6 km.

Se obtienen en base a modelos mecanicistas que estiman la velocidad del vehículo en función del equilibrio entre la fuerza tractriz del vehículo pesado y las resistencias al movimiento en planos inclinados. Uno de los modelos más conocidos en la literatura es el de Rakha et al (2001) el cual permite determinar perfiles de velocidad para cualquier pendiente, cualquier longitud y diversas relaciones entre el peso del vehículo y su potencia, y el modelo de Rakha y Lucic (2002) que agrega al anterior el efecto del cambio de marcha. Normalmente estos perfiles de velocidad son monótonos decrecientes, de modo tal que la velocidad al inicio de la pendiente decrece progresivamente hasta llegar a una velocidad de equilibrio que se mantiene hasta el final de la pendiente.

Si bien los perfiles de velocidad estandarizados son adecuados por su simplicidad, en la práctica la variabilidad de la pendiente longitudinal y los cambios de marcha de los vehículos pesados inducen distorsiones en los perfiles de velocidad que los modelos mecanicistas no representan. Los experimentos de Verweij (2000) realizados en Alemania corroboran lo anterior. Verweij obtuvo perfiles de velocidad en los cuales la velocidad inicial se incrementaba ligeramente en el inicio para luego descender, alcanzar una velocidad de equilibrio y posteriormente aumentar antes del término de la pendiente. Este comportamiento dista de aquel evidenciado por los modelos.

El uso de camiones instrumentados como en el experimento de Verweij (2000) constituye una alternativa adecuada para obtener perfiles de velocidad, por cuanto es posible controlar diversas variables de operación, tales como el peso y la potencia. Sin embargo, limita notablemente el tamaño de la muestra a emplear, restándole generalidad a la investigación. Por otro lado, el uso de técnicas convencionales de medición de velocidad de operación basadas en mediciones puntuales otorga sólo unos pocos puntos de medición, lo cual en pendientes largas limita también el tamaño muestral. Asimismo, limita la posibilidad de obtener en terreno la relación entre el peso y la potencia del vehículo medido, variable necesaria para calibrar modelos de perfiles de velocidad.

En Chile, las instrucciones de diseño utilizan un perfil de velocidad para vehículos pesados en pendientes ascendentes único, adoptado de la normativa de Estados Unidos, el cual se expresa en el Manual de Carreteras en forma gráfica. Hasta ahora, no se han desarrollado estudios para verificar la validez de dicho perfil de velocidad.

En tal sentido, este trabajo tiene por objetivo estudiar en terreno el comportamiento de los vehículos pesados en pendientes ascendentes. Para ello se realizó un estudio empírico aprovechando las opciones tecnológicas que ofrecen los sistemas GPS dinámicos. Para ello se utilizó un GPS dinámico sub-métrico con precisión de 0,1 km/h, el cual se dispuso en un vehículo liviano para obtener velocidades mediante seguimiento vehicular. Este dispositivo permitió capturar velocidades de operación cada 0,1 s.

Se seleccionaron 24 tramos de medición con pendientes ascendentes variables entre 2 % y 13 % y entre 0,2 km y 2,4 km de longitud todos ellos localizados en la zona centro sur de Chile en la cordillera de la costa. Se obtuvieron 70 mediciones de perfil de velocidad, usando la técnica de seguimiento vehicular.

Posteriormente los datos de velocidad se procesaron aplicando en primer lugar una corrección de velocidad aplicando el modelo del vehículo inteligente, para luego aplicar el filtro de Kalman para eliminar datos anómalos y para acoplar las mediciones de posición y de velocidad. Luego se aplicaron técnicas de suavización de datos para comprimir los datos y eliminar el ruido de la señal ocasionado por pequeñas variaciones de velocidad que registra el GPS. Con esto se obtuvieron perfiles continuos de velocidad, los cuales se analizaron y compararon con los propuestos por la normativa de diseño de Chile.

2.- LOS PERFILES DE VELOCIDAD DE CAMIONES EN LAS PENDIENTES

2.1.- EL FENÓMENO FÍSICO

Existen dos tipos de perfiles de velocidad en pendientes uniformes (i), dependiendo del signo de la pendiente longitudinal. En pendientes ascendentes (i > 0) los vehículos tienden a disminuir la velocidad, y en pendientes descendentes (i < 0), tienden a aumentarla. A medida que avanzan por la pendiente, los vehículos en las dos situaciones logran una velocidad de equilibrio bajo condiciones de control, representada por los tramos CE y DF de la Figura 1 (las distancias y velocidad son referenciales).

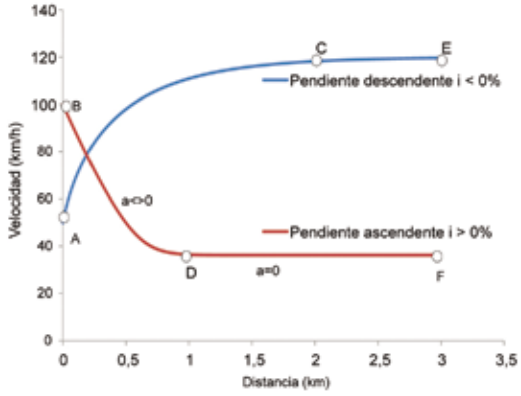


Figura 1: *Perfil de velocidad en pendientes uniformes*

El perfil de velocidad de un vehículo pesado en una pendiente, tiene dos tramos característicos. En el primer tramo (BD o AC) el vehículo se encuentra acelerando o desacelerando dependiendo si se encuentra en pendiente ascendente o descendente. Luego en el segundo tramo (CF o DE) la velocidad tiende a mantenerse constante, ya sea por equilibrio de fuerzas o por la aplicación de frenos. El análisis de la velocidad de camiones en pendientes descendentes no se discute en este trabajo. Sin embargo puede revisarse en Echaveguren y Vargas (2007).

En pendientes ascendentes, la velocidad disminuye desde un valor inicial (punto B) hasta una velocidad de equilibrio (punto D). Esta desaceleración ocurre debido al aumento de las fuerzas resistivas frente a la fuerza proporcionada por el motor (Rakha y Yu, 2004). Al equilibrarla, la velocidad permanece constante. Dicha velocidad se denomina velocidad de equilibrio (crawl speed) y corresponde a la máxima velocidad que puede alcanzar un vehículo pesado que circula por una pendiente longitudinal en ausencia de aceleraciones o deceleraciones. Su magnitud y la distancia a la que se alcanza (punto C o D de la Figura 1) depende de (Fitch, 1994; Archilla y Fernández de Cieza, 1996; Wong, 2001): la longitud del tramo en subida, la inclinación de la pendiente ascendente, la razón peso/potencia (P/P) del vehículo, la altura sobre el nivel del mar, la velocidad inicial del vehículo, la presencia de curvas horizontales y las restricciones laterales.

2.2.- ASPECTOS NORMATIVOS

Debido a la necesidad de estandarizar el comportamiento de los camiones en pendientes ascendentes, las normas de diseño geométrico utilizan perfiles de velocidad estandarizados. Las normativas de Estados Unidos (AASHTO, 2011), España (DGC, 1999), Australia (AUSTROADS, 2009), Chile (MOP, 2010) y Colombia (INVIAS, 2008) representan una buena muestra de las prácticas normativas a nivel mundial. Las normas revisadas utilizan el perfil de velocidad de vehículos que enfrentan una pendiente ascendente para definir las pendientes máximas permitidas, la longitud máxima de la pendiente y para verificar si es necesario proyectar una pista exclusiva de ascenso para vehículos pesados.

En la Tabla 1 se muestra un resumen con los principales variables de los perfiles de velocidad de las normas anteriormente revisadas, como son la relación P/P, la velocidad de entrada y el rango de pendientes.

Los 4 parámetros de modelación: P/P, velocidad de entrada, longitud y valor de la pendiente, exhiben una amplia variedad entre normativas, la cual depende de las condiciones geográficas y de las características de la flota de vehículos pesados de cada país. La razón P/P que utilizan las normativas corresponde a un vehículo pesado típico. Cabe preguntarse entonces cómo se relaciona la evidencia empírica con los modelos teóricos propuestos por las normativas de diseño.

En particular, AUSTROADS (2009) utiliza 4 perfiles de velocidad para 4 tipos de vehículos pesados. En la Tabla 1 se presenta el vehículo que es análogo a las otras normas para efectos de comparación.

País de origen de la normativa	Peso/Potencia (kg/kW)	Velocidad de entrada (km/h)	Longitud de la Pendiente (km)	Rango de pendientes (%)
Estados Unidos (AASHTO, 2011)	120	110	< 6,0	1 - 9
Chile (MOP, 2010)	122	88	< 3,9	1 - 8
Australia (AUSTROADS, 2009)	103	100	< 1,8	1 - 10
Colombia (INVIAS, 2008)	148	90	< 2,0	3 - 9
España (DGC, 1999)	No disponible	80	< 2,4	2 - 8

Tabla 1: *Resumen de variables descriptivas de perfiles de velocidad de vehículos pesados tipo en pendientes ascendentes*

2.3.- MODELOS DE PERFIL DE VELOCIDAD DE CAMIONES EN PENDIENTES ASCENDENTES

Estos modelos se pueden agrupar en tres tipos: Los basados en el movimiento cinemático, como el de Lee y Lee (2000); los que incorporan conceptos de dinámica del vehículo como los de Gillespie (1985) y Rakha et al (2001); y los empíricos, como el de Verweij (2000).

Los modelos cinemáticos describen el movimiento del vehículo mediante el desplazamiento, velocidad y aceleración, sin considerar los factores que producen el movimiento. Por ejemplo, Lee y Lee (2000) utilizaron el principio de conservación de la energía combinado con variables cinemáticas para obtener la velocidad del vehículo en cualquier punto de la pendiente. La Ec. 1 muestra en términos generales el modelo de Lee y Lee (2001) para tramos de pendientes uniformes ascendentes, en donde V es la velocidad en el tramo con pendiente "i" constante; m es la masa del vehículo, L_e es la distancia a la cual el vehículo alcanza la velocidad de equilibrio V_e. La Ec. 2 representa el mismo modelo para el tramo de pendiente ascendente variable i(x). L representa la distancia total de la pendiente.

$$\frac{1}{2}mV^2 \quad m\frac{dV}{dt} \; L_e \quad \frac{1}{2}mV_e^2 \quad mg \; iL_e \qquad (1)$$

$$\frac{1}{2}mV^2 \quad mg \; iL_e \quad m\frac{dV}{dt} \; (L \quad L_e) \quad \frac{1}{2}mV_e^2 \quad mg \; iL \qquad (2)$$

Los modelos dinámicos describen el comportamiento de la velocidad del vehículo pesado en base a la fuerza tractiva, la resistencia aerodinámica, la resistencia al rodado y la resistencia por pendiente. Varios modelos han sido desarrollados en base a este método, siendo el de Rakha *et al* (2001) el más influyente. Lan y Menéndez (2003) incorporaron además elementos de la cinemática para dar solución a la variación de la aceleración en el perfil de velocidad durante el ascenso.

La Ec. 3 muestra el modelo de Rakha (2001) basado en equilibrio de fuerzas. La Ec. 4 muestra la solución discreta de la ecuación diferencial: que permite obtener el perfil de velocidad en función de la distancia a partir de la Ec 3. P corresponde a la potencia efectiva del vehículo pesado y αi son coeficientes del modelo. La expresión detallada puede verse en Rakha y Yu (2004).

$$\frac{dV}{dt} \quad \frac{F_T \quad R_A \quad R_R \quad R_G}{m} \quad \frac{\max \; {}_1\frac{P}{V}, F_{MAX} \quad {}_2V^2 \quad {}_3(\quad {}_4 \quad {}_5V)m \quad mgi}{m} \qquad (3)$$

$$\frac{dV(t_i)}{dt} \quad \frac{F_T(t_i) \quad R_A(t_i) \quad R_R(t_i) \quad R_G(t_i)}{m} \; ; \; \frac{\frac{dV(t_i)}{dt} \quad a(t_i)}{\frac{dx(t_i)}{dt} \quad v(t_i)} \qquad (4)$$

$$V(t_i) \quad V(t_{i\,1}) \quad a(t_{i\,1}) \; t$$

$$x(t_i) \quad x(t_{i\,1}) \quad v(t_{i\,1}) \; t$$

Verweij (2000), desarrolló un modelo de simulación de velocidad, con el objetivo de calcular la velocidad final de un vehículo pesado en una pendiente ascendente. Verweij (2000) utilizó datos reales de velocidad de un camión instrumentado para obtener perfiles de velocidad como los de la Figura 1. Los resultados de Verweij evidenciaron una importante diferencia con los modelos dinámicos, toda vez que el perfil de velocidad modelado no mostraba con claridad que el vehículo alcanzase la velocidad de equilibrio y la mantuviera en la pendiente. Por el contrario observó que tendía a producirse una aceleración en último tercio de la pendiente, como lo muestra la Figura 1.

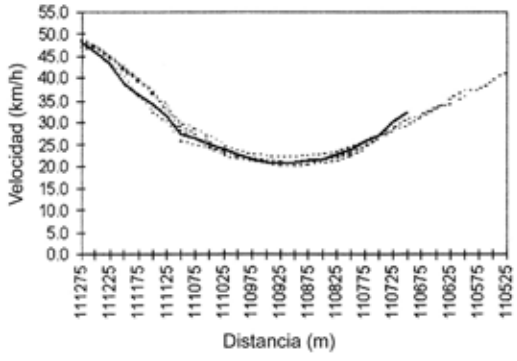


Figura 1: *Perfil de velocidad de obtenido por Verwij (2000) usando un vehículo pesado instrumentado*

3.- OBTENCIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS DE VELOCIDAD

3.1.- DISEÑO FACTORIAL

El diseño factorial tuvo por objeto ordenar y categorizar las variables a medir en terreno, así como identificar en la red vial las rutas en las cuales se obtuvieron los tramos de medición. Para ello se definieron las siguientes categorías de variables:

- Inclinación de la pendiente longitudinal (i): A: alta, M: media, B: baja.
- Longitudes de pendientes (L): L: largas, M: medias, C: cortas.
- Velocidades de entrada (Ve): A: altas, M: medias, B: bajas.

Una de las dificultades de este tipo de estudios es contar con el valor adecuado de peso y potencia nominal para determinar adecuadamente la razón P/P. Por tal motivo se retrocalculó en base a la velocidad mínima en los perfiles monótonamente decrecientes.

Con éstas categorías para cada variable se determinó el tamaño de la muestra utilizando el método de análisis de potencia estadística aplicado en estudios relacionados desarrollados por Echaveguren et al (2011).

3.2.- SELECCIÓN DE TRAMOS DE MEDICIÓN

Un tramo de medición se define como un segmento de una red vial que posee pendiente longitudinal sobre una longitud mayor a 200 m. Dicha longitud mínima permite observar los cambios de velocidad a lo largo de toda la pendiente. Para identificarlos se seleccionó de la red vial 6 rutas que contenían tramos de medición de más de 200 m, considerando los siguientes criterios:

- Tipo de vía: pavimentada y bidireccional de 1 o más pistas por sentido,
- volumen de tránsito: tránsito medio diario anual (TMDA) < 2.000 veh/día-año para asegurar condición de flujo libre,
- perfil de elevación: se priorizaron terrenos de topografía ondulada y montañosa,
- restricciones a la velocidad: se descartaron tramos con acceso a centros poblados a que la velocidad está condicionada por la fricción lateral.

Luego de aplicar estos criterios se acotaron los tramos de medición teniendo en cuenta además que:

- El radio de curvas horizontales fuera superior a 500 m, a fin de limitar el efecto de curvatura en la velocidad en la entrada y salida de la pendiente,
- las pendientes longitudinales fueran superiores al 2 % y con longitudes superiores a los 200 m, para lograr representar adecuadamente los cambios de velocidad.

También se caracterizaron las secciones de entrada y salida de la pendiente, con el objetivo de representar la visibilidad en los segmentos anterior y posterior a la pendiente y ver cómo afecta a la velocidad del vehículo. Las características consideradas en las secciones anterior y posterior a la pendiente fueron: recta, curva horizontal e inclinación de pendiente.

La Figura 2 muestra un diagrama de frecuencia de las características geométricas de las pendientes medidas y representadas por el parámetro CN = $i^2L/1000$ (i en % y L en m) que multiplica la pendiente "i" al cuadrado por la longitud de la pendiente "L". Se seleccionó este parámetro dado que represente de buena forma la magnitud de las pendientes: pendientes con baja inclinación y baja longitud representan valores bajos de CN y pendientes prolongadas e inclinadas representan valores altos de CN.

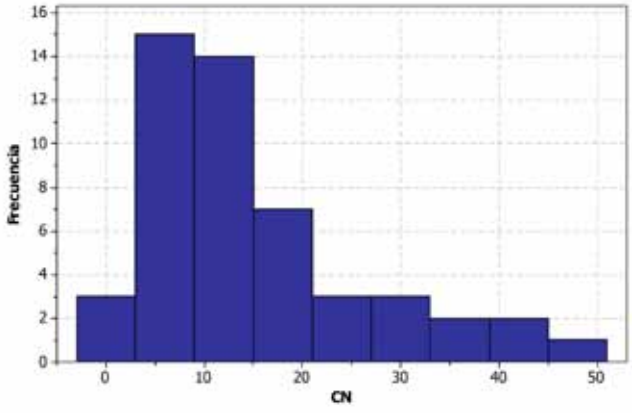


Figura 2. *Histograma de geometría de tramos de medición representadas por el valor CN.*

En la Figura 2 se puede apreciar que existen al menos 3 grupos de pendientes en función del parámetro CN. Este apreciación intuitiva se verificó aplicando análisis de conglomerados usando el algoritmo de k-medias. En base a este algoritmo, se identificaron tres grupos de pendientes, los cuales se sintetizan en la Figura 3.

En dicha Figura, el nivel 1 representa valores de CN bajo, entre 1 y 16; el nivel 2 representa valores intermedios, entre 16 y 31; y el nivel representa valores de CN altos, entre 31 y 48. La mediana de los valores de CN son, respectivamente, 8, 21 y 40. Estos grupos se utilizan más adelante para discutir los patrones de comportamiento de los perfiles de velocidad.

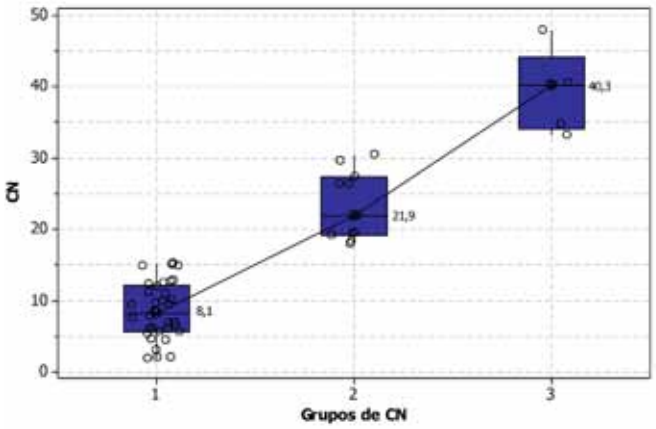


Figura 3: *Diagrama de caja con valores de CN agrupados en 3 niveles.*

3.3.- MEDICIÓN EN TERRENO

Los datos de velocidad fueron recolectados mediante un GPS dinámico sub-métrico portátil de 10 Hz instalado en un vehículo liviano, con el cual se realizó seguimiento vehicular. El equipo GPS utilizado captura datos de velocidad cada 0,1 s. con una precisión de 0,1 km/h para la velocidad, de 3 cm para la posición horizontal y de 0,1° para el azimut. El equipo puede además triangular en movimiento hasta 8 satélites, lo cual le permite obtener una señal estable durante la recolección de datos (Racelogic, 2008).

Las principales condiciones de medición fueron: considerar el mismo vehículo para realizar las mediciones; el mismo conductor, previamente entrenado; días de medición con condiciones climáticas similares; distancia entre vehículos estimada visualmente entre 200 y 400 m. Se descartaron mediciones cuando: se producían cambios bruscos de clima; se formaban pelotones; cuando el vehículo líder ejecutaba maniobras que alteraban la continuidad de la circulación (detenciones por ejemplo), el tráfico vehicular era elevado e interfería con las mediciones, obstáculos o trabajos en la vía producían algún tipo de fricción y alteraciones en la velocidad y en las aceleraciones.

3.4.- PROCESAMIENTO DE DATOS

Los datos se procesaron siguiendo tres pasos: filtrado de las señales de velocidad, corrección de registros de velocidad y suavización de datos de velocidad.

3.4.1.- FILTRADO DE DATOS DE VELOCIDAD

Este filtro de las señales de velocidad permite resolver al mismo tiempo la detección de datos anómalos, recuperar *"dropouts"* (datos perdidos) por caída de satélites y acoplar los registros de posición, trayectoria y velocidad obtenidos con el GPS. Para filtrar de registros de velocidad se utilizó el filtro de Kalman. Este filtro estima el estado x de una señal en tiempo discreto mediante una ecuación lineal (Ec. 5), a partir de un registro de datos crudo, representado por la Ec. 6.

$$x_k = Ax_{k-1} + Bu_{k-1} + w_{k-1} \quad (5)$$

$$z_k = Hx_k + v_k \quad (6)$$

En donde "A", "B" y "H" son parámetros de regresión, "w" y "v" son variables aleatorias que representan el ruido del proceso y de la señal respectivamente. Son mutuamente independientes y siguen una distribución de probabilidades normal con media cero. El filtro de Kalman predice los estados de "z" y de "x" minimizando el error cuadrático medio de la covarianza del proceso y eliminando el ruido "w" y "v". En este caso, los datos de velocidad están representados por la señal "z" y la velocidad resultante se obtiene a partir del valor de "x". Operativamente, se utilizó el filtro provisto por el software de procesamiento de datos del dispositivo GPS utilizado en las mediciones.

3.4.2.- CORRECCIÓN DE DATOS DE VELOCIDAD

El ajuste por seguimiento vehicular se realizó para deducir la velocidad del vehículo líder a partir de la velocidad medida con el vehículo instrumentado (vehículo seguidor), mediante simulación. La Ec. 7 muestra el modelo de Gaziz et al (1961) integrado al modelo de Wolshon y Hatipkarasulu (2000) con los coeficientes calibrados por Che-Puan (2004).

$$\Delta V(t) = \frac{a_2(t')}{1{,}0V_2(t')}\ 4{,}4 + 1{,}12V_2(t') \quad (7)$$

En donde ΔV(t) representa la diferencia de velocidad entre el vehículo líder y el seguidor en el instante de tiempo t. $a_2(t')$ y $V_2(t')$ son los vectores de aceleración y velocidad respectivamente del vehículo seguidor. t' = t + T, con T el tiempo de reacción fijado en 1,6 s. Los vectores $a_2(t')$ y $V_2(t')$ se obtuvieron directamente a partir de señales de velocidad registradas por el GPS.

Al aplicar el modelo se obtuvo un valor de raíz cuadrática media (RSME) entre 1 y 2,2 km/h, lo cual representa el error de estimación indirecta de velocidad mediante seguimiento vehicular. Considerando que las velocidades varían entre 30 y 100 km/h, el valor de RMSE obtenido se considera muy bueno. La Figura 4 muestra un ejemplo de perfiles de velocidad medidos y corregidos mediante este método.

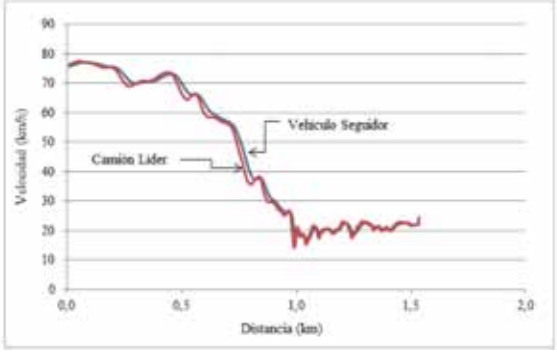


Figura 4: *Ejemplo de perfiles de velocidad medidos y corregidos*

3.4.3.- SUAVIZACIÓN DE DATOS DE VELOCIDAD

Después de filtrar y corregir los datos se realizó la suavización, con el fin de reducir el ruido y simplificar así la interpretación de los perfiles de velocidad. Existen diversos de métodos de suavización, tales como la regresión local cruzada, la suavización en base a kernels, suavizadores exponenciales dobles y simples, splines de orden "n" y otras más sofisticadas basadas en inteligencia artificial y wavelets. Después de un examen exploratorio de éstas técnicas, se optó por utilizar el suavizador Loess (suavización de datos ponderados localmente). Este suavizador permite obtener mediante regresión no paramétrica alrededor del punto de datos x_i, una estimación de la función de datos discretos $f(x_i)$, asumiendo que el ruido ε_i se distribuye normal con media 0 y desviación estándar σ, según la Ec. 8.

$$y_i = f(x_i) + \varepsilon_i \quad (8)$$

El método aplica regresión de mínimos cuadrados ponderados en una ventana de datos h que se desplaza a lo largo de la señal de velocidad para cada punto de referencia x_i. La función de ponderación es la función tri-cúbica descrita en la Ec. 9, en donde x_0 es el dato alrededor del cual se define el valor de h.

$$w_i \quad \begin{array}{ll} 1 \left|\frac{x_i - x_0}{h}\right|^3 ^3 & ; \left|\frac{x_i - x_0}{h}\right| 1 \\ 0 & ; \left|\frac{x_i - x_0}{h}\right| 1 \end{array} \quad (9)$$

La Figura 5 muestra un ejemplo de un perfil de velocidad suavizado superpuesto al perfil de velocidad medido, filtrado y corregido.

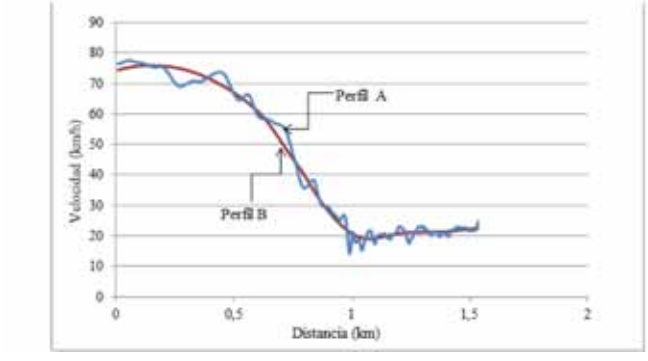


Figura 5: *Ejemplo de perfil de velocidades suavizado superpuesto sobre el original.*

De este modo, el perfil de velocidad con el que se aplica el análisis queda libre de datos anómalos, con los registros de velocidad y posición acoplados y sin el ruido producido por pequeñas aceleraciones locales. Con este procedimiento, se generaron 51 perfiles de velocidad válidos para el análisis, para un rango de pendientes entre el 2 y 8 % sobre longitudes entre 200 y 2.400m.

3.4.4.- RESUMEN DE PERFILES DE VELOCIDAD PROCESADOS

Una vez aplicados los procesos de depuración, filtrado, ajuste y suavizado, se obtuvieron los 51 perfiles de velocidad para el posterior análisis. El perfil de velocidad se puede caracterizar con 4 valores de velocidad: La velocidad de entrada a la pendiente (Vi), la velocidad máxima en la pendiente (Vmax), la velocidad mínima en la pendiente (Vmin) y la velocidad de salida de la pendiente (Vf). La Tabla 2 presenta estas variables además de la geometría de cada pendiente sobre la cual se obtuvo el perfil de velocidad

Nº	i (%)	L (m)	CN	Vi (km/h)	Vmin (km/h)	Vf (km/h)	Vmax (km/h)
1	5,1	1550	40,3	75	20	22	76
2	7,5	1415	79,6	81	24	24	81
3	3,5	1247	15,3	75	44	52	75
4	5,9	1168	40,7	73	34	53	80
6	2,9	516	4,3	77	66	66	77
7	4,0	697	11,2	63	27	27	63
8	3,1	976	9,4	81	41	48	81
10	4,1	646	10,9	89	73	84	89
11	2,4	1122	6,5	68	43	43	73
12	3,6	2035	26,4	91	24	53	91
13	2,6	831	5,6	83	30	73	83
15	4,3	973	18,0	82	67	71	85
16	5,5	979	29,6	93	59	69	93
17	2,7	1640	12,0	93	68	73	93
21	4,7	886	19,6	84	24	49	84
26	6,4	1170	47,9	77	32	57	77
27	4,6	703	14,9	85	48	48	85
28	2,2	414	2,0	92	31	31	92
31	4,1	886	14,9	94	24	52	94
32	5,4	938	27,4	54	16	16	54
34	5,4	1195	34,8	78	27	46	84
35	4,4	1358	26,3	104	34	45	104
37	4,0	795	12,7	112	98	106	112
38	5,0	602	15,1	81	40	69	81
39	4,3	244	4,5	78	51	63	78
40	4,9	523	12,6	70	46	57	72
41	3,3	540	5,9	75	20	22	76
42	4,8	1446	33,3	70	24	39	76
43	4,1	746	12,5	83	54	58	89
44	2,8	708	5,6	81	75	83	85
45	2,9	1187	10,0	90	76	85	90
46	3,8	680	9,8	87	64	68	87
47	6,7	680	30,5	96	76	84	95
48	3,6	949	12,3	94	68	68	94
49	3,7	379	5,2	93	66	66	93
51	3,3	687	7,5	93	68	76	93
52	4,1	415	7,0	92	62	67	92
55	2,2	378	1,8	94	76	80	94
56	4,2	539	9,5	86	66	66	86
57	2,7	425	3,1	80	62	69	79
58	3,7	566	7,7	71	52	52	71
60	3,8	587	8,5	77	50	50	77
61	1,9	544	2,0	69	56	60	59
63	5,8	577	19,4	72	25	30	72
64	7,9	306	19,1	61	31	31	65
65	3,9	442	6,7	78	60	65	78
66	4,5	463	9,4	78	40	40	78
67	5,5	602	18,2	62	22	23	66
68	2,8	755	5,9	81	10	10	81
69	6,2	571	21,9	81	37	47	81
70	3,0	673	6,1	80	54	57	80

Tabla 2: *Resumen de datos característicos de perfiles de velocidad procesados*

4.- ANÁLISIS DE PERFILES DE VELOCIDAD

4.1.- COMPORTAMIENTO DE LA VELOCIDAD

En un perfil de velocidad ideal, la velocidad de entrada a la pendiente coincide con la velocidad máxima en la pendiente, y la velocidad mínima coincide con la velocidad de salida de la pendiente. Esta última corresponde a la velocidad de equilibrio: aquella velocidad en la cual las fuerzas resistivas al movimiento y las fuerzas tractrices se igualan, resultando en una aceleración nula. En las siguientes secciones se analizan estas 4 velocidades.

4.1.1.- VELOCIDAD DE ENTRADA

La velocidad de entrada a la pendiente depende de las condiciones del diseño anterior. Si la pendiente está precedida de una recta, la velocidad de entrada será superior a la que se logre en presencia de curvas, restricciones de velocidad u otra.

Por tanto, es previsible que exista variabilidad en la velocidad de entrada. En las mediciones realizadas, se consideraron curvaturas bajas en la entrada, de manera de visualizar la variabilidad en la velocidad de entrada en las condiciones más favorables.

La Figura 6 muestra el diagrama de frecuencia acumulada de la velocidad de entrada, asociado a una distribución de probabilidades normal, con media igual a 85 km/h y desviación estándar de 11 km/h. El test de Anderson-Darling y el valor p muestran que el ajuste a la distribución normal es significativo.

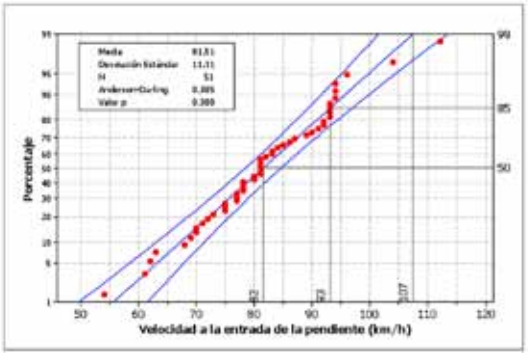


Figura 6: *Distribución de frecuencia acumulada de velocidades de entrada medidas en terreno*

El percentil 50 de la Figura 6 representa el valor de velocidad media y posee un valor de 82 km/h. El percentil 85 representa la velocidad de operación. El valor obtenido fue de 93 km/h. El percentil 99 representa al conductor más rápido que ingresa a la pendiente.

Notar que la velocidad de ingreso a las pendientes definidas por el Manual de Carreteras de Chile, de 88 km/h, equivale aproximadamente al percentil 72 de la distribución. Es decir, se encuentra bajo la velocidad de operación.

4.1.2.- VELOCIDAD DE SALIDA

La velocidad de salida depende de la geometría de la pendiente. Por tanto, en la medida que CN varíe, la velocidad de salida variará también. Por tal motivo las distribuciones de frecuencia acumulada no son únicas. Teniendo en cuenta la agrupación de valores de CN, la Figura 7 muestra los diagramas de frecuencia acumulada para CN alto, intermedio y bajo.

En la Figura se puede apreciar que en la medida que CN es más bajo, la velocidad de operación a la salida es más alta. Esto es consistente con lo que intuitivamente se espera: cuando la pendiente es más elevada y de mayor longitud, existe una mayor pérdida de velocidad. En este caso, la velocidad de operación representada por el percentil 85, pasa de 80 km/h a 69 km/h y luego a 58 km/h en la medida que CN aumenta.

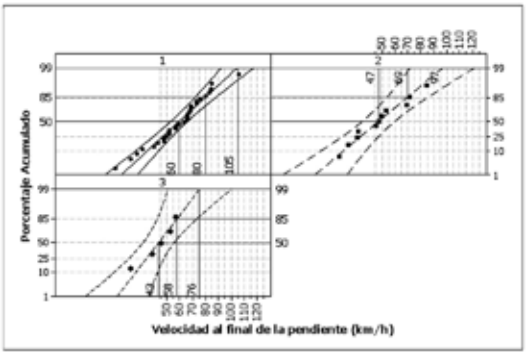


Figura 7: *Distribución de frecuencia acumulada de velocidades de salida medidas en terreno, agrupadas según el valor de CN*

4.1.3.- PÉRDIDA DE VELOCIDAD EN LA ENTRADA DE LA PENDIENTE

La pérdida de velocidad corresponde a la diferencia entre la velocidad de entrada (Vi) y la velocidad mínima (Vmin) en la pendiente. La Figura 8 muestra ésta pérdida con respecto a cada una de las categorías geométricas de la pendiente para cada uno de los grupos de CN.

La Figura muestra que la pérdida de velocidad varía desde 26 km/h para CN bajos hasta 46 km/h para valores de CN elevados. Esta diferencia es muy superior al umbral de 15 km/h establecido por AASHTO (2011) para definir la necesidad de emplazar pistas auxiliares.

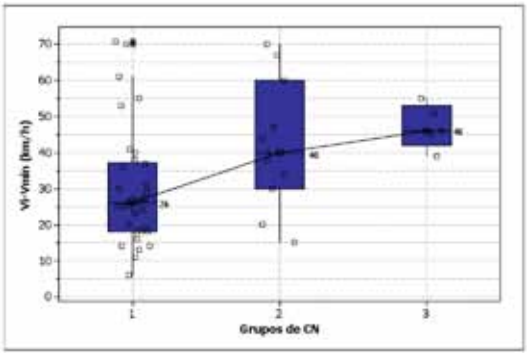


Figura 8. *Pérdida de velocidad en la pendiente para cada grupo de CN*

4.1.4.- GANANCIA DE VELOCIDAD EN LA SALIDA DE LA PENDIENTE

Al contrario de lo que explican los modelos, en terreno se observó una ganancia de velocidad en el último tramo de la pendiente. Esta ganancia se grafica en la Figura 9, a través de los diagramas de caja de la velocidad mínima (Vmin) y de la velocidad de salida de la pendiente (Vf), para cada grupo de CN. Se puede ver que en el grupo 1 de CN que la ganancia de velocidad, expresada como la diferencia entre Vf menos Vmin es 10 km/h. En el grupo 2 la ganancia es de 16 km/h y en grupo 3 de 19 km/h. A partir de estos resultados se puede deducir que el perfil observado difiere en forma de los perfiles predichos por los modelos y se acerca más a los resultados empíricos obtenidos por Verweij.

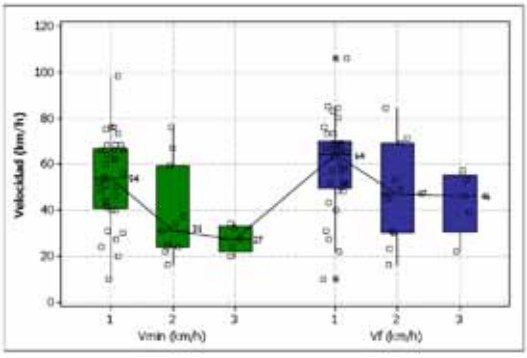


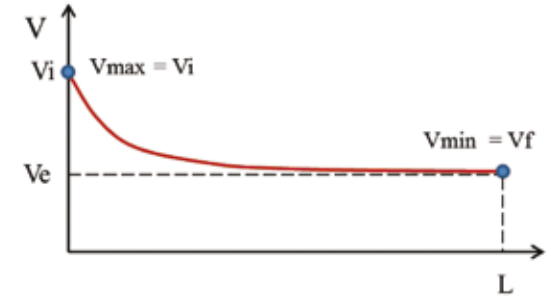
Figura 9: *Diagramas de caja de velocidad mínima en la pendiente y la velocidad de salida de la pendiente según grupos de CN*

4.2.- ANÁLISIS DE LA FORMA DEL PERFIL

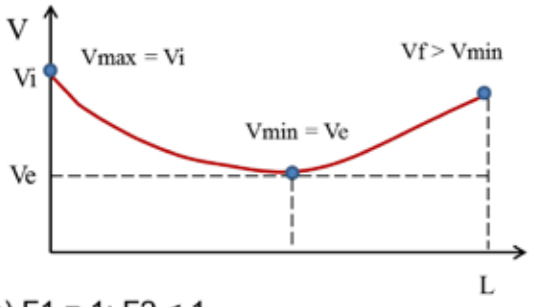
Los resultados descritos en la sección anterior permiten identificar un patrón de comportamiento de cada perfil de velocidad, el cual se puede sintetizar en dos factores de forma (F1 y F2) de acuerdo a las Ecuación 10.

$$F1 \quad \frac{Vi}{V\,max} \quad ; \quad F2 \quad \frac{V\,min}{Vf} \qquad (10)$$

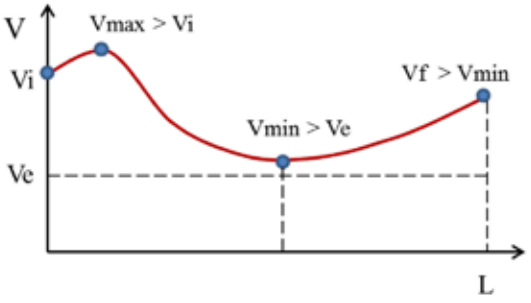
La Figura 10 ilustra casos típicos de factores de forma identificados en terreno. En todas ellas L representa la longitud de la pendiente.



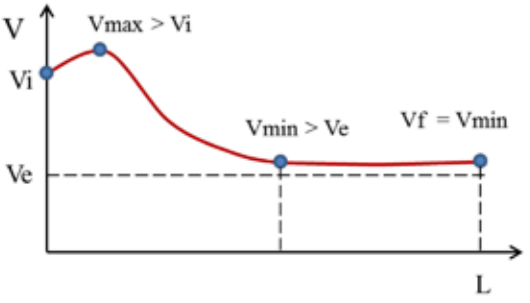
a) F1 = 1; F2 = 1



b) F1 = 1; F2 < 1



c) F1 < 1; F2 > 1



d) F1 < 1; F2 = 1

Figura 10: *Factores de forma para diversos perfiles de velocidad de vehículos pesados en pendientes ascendentes.*

La Figura 10a) muestra el caso de un perfil ideal en el cual la velocidad máxima (Vmax) coincide con la velocidad de entrada (Vi) (F1=1) y la velocidad de equilibrio (Ve) coincide con la velocidad mínima (Vmin) y la velocidad de salida de la pendiente (Vf) (F2=1). Este es el tipo de modelo que se utiliza en la mayoría de las normas de diseño. La Figura 10b) muestra un perfil similar en forma al obtenido por Verwij (2008). Las Figuras 10c) y 10d representan otras posibles formas de perfiles de velocidad, de acuerdo a los datos obtenidos en terreno en este estudio.

Se calcularon los factores de forma para todos los perfiles medidos en terreno. Los resultados se sintetizan en la Figura 11, que muestra para cada grupo de CN los factores de forma F1 y F2 calculados para las 51 pendientes.

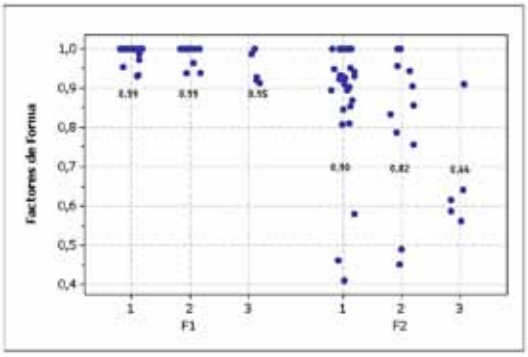


Figura 11: *Factores de forma de los perfiles de velocidad procesados para distintos valores de CN.*

En la Figura 11 se aprecia que el factor de forma F1 varía entre 0,95 y 0,99 para los tres grupos de CN. Por tanto, la velocidad de entrada a la curva es efectivamente similar a la velocidad máxima en la pendiente.

Para el caso de F2 la situación es diferente. El factor de forma F2 < 1 muestra que existe una ganancia de velocidad en el 75 % de los casos y que ésta ganancia de velocidad es mayor en la medida que la pendiente es más pronunciada y de mayor longitud, caso correspondiente al grupo de valores 3 de CN. Asumiendo que un valor aceptable para F1 y F2 es 1,0 ± 0,05, se tiene que:

- El 56 % de los perfiles medido se asemejan en forma a los modelos teóricos
- En el 14 % de los perfiles se observó que la velocidad de entrada corresponde a la velocidad máxima (F1 = 1,0 ± 0,05)
- En el 68 % de los perfiles se observó una ganancia de velocidad

4.3.- CÁLCULO DE RELACIÓN PESO/POTENCIA

Se seleccionaron los perfiles de velocidad sin distorsiones por ganancia de velocidad. De estos perfiles se seleccionó la pendiente, longitud, velocidad inicial y velocidad de salida. Con esto datos, se utilizó el modelo de Rakha et al (2001), para obtener por retro-cálculo la relación PP efectiva de los vehículos pesados medidos en terreno. La Tabla 3 muestra los resultados obtenidos.

Los valores de PP se pueden agrupar en 3 conglomerados de 106 a 199 kg/kW de 230 a 274 kg/kW y de 378 a 429 kk/kW. Sin embargo los valores usuales de relaciones peso potencia para vehículos pesados de unidad simple y articulados es de hasta 150 kg/kW. Valores superiores de la relación peso/potencia corresponden a configuraciones de alto tonelaje, tales como vehículos bi-tren doble o triple. Para el cálculo de la potencia media se consideran como datos anómalos.

Perfil Nº	I (%)	L (m)	Vi (km/h)	Vmin (km/h)	Ve (km/h)	PP (kg/kW)
6	2,9	516	77	66	58	140
7	4,0	697	63	27	24	274
11	2,4	1122	68	43	37	250
17	2,7	1640	93	68	58	146
27	4,6	703	85	48	43	137
28	2,2	414	92	31	26	378
41	3,3	540	75	20	17	429
43	4,1	746	83	54	48	133
44	2,8	708	81	75	65	129
46	3,8	680	87	64	57	119
48	3,6	949	94	68	60	117
49	3,7	379	93	66	59	117
52	4,1	415	92	62	55	116
55	2,2	378	94	76	65	150
56	4,2	539	86	66	59	106
58	3,7	566	71	52	46	150
60	3,8	587	77	50	44	153
61	1,9	544	69	56	46	230
65	3,9	442	78	60	53	124
66	4,5	463	78	40	35	167
70	3,0	673	80	54	47	169

Tabla 3: *Características de perfiles utilizados para el cálculo de la relación peso/potencia*

Los valores de velocidad de equilibrio calculados con la expresión de Lan y Menendez (2003) (Ver Ec 11). En esta expresión la eficiencia del motor y la resistencia al rodado son V 367, 35 equilibrio variables dePPe(nftradai)al modelo. Para el cálculo, se adoptó una eficiencia del motor (η) del 95 rc% y una resistencia al rodado (f_{rc}) de 0,0139. Los resultados de la Tabla 3 muestran que la velocidad de equilibrio (Ve) calculada, es sistemáticamente inferior a la velocidad mínima (Vmin). En promedio, La velocidad mínima resultó 1,2 veces superior a la velocidad de equilibrio para las relaciones peso/potencia (PP) retro-calculadas.

$$V_{equilibrio} \quad 367,35 \frac{}{PP(f_{rc} \quad i)} \qquad (11)$$

4.4.- COMPARACIÓN CON NORMATIVA CHILENA

La normativa Chilena utiliza un perfil de velocidad estandarizado adaptado del Manual de Capacidad de Carreteras (TRB, 2000). Puesto que el modelo de la normativa Chilena se expresa en un gráfico, fue necesario construir un modelo numérico en base al modelo de Rakha et al (2001) a fin de reconstituir los perfiles de velocidad. Se consideró para ello un rango de pendientes entre el 1 % y el 8 %, una longitud entre 0 y 4.200 m y una velocidad de entrada de 88 km/h. Para lograr el ajuste del modelo al utilizado en la normativa se consideró un vehículo pesado con una razón peso/potencia entre 144 y 210 kg/kW. Con estos datos se logró replicar el modelo graficado en el Manual de Carreteras de Chile.

Posteriormente se seleccionaron del total de perfiles de la Tabla 1 aquellos en que la razón PP se encontraba dentro del rango en el cual se construyó el perfil de velocidad. Estos se graficaron en conjunto con los perfiles de velocidad de la normativa de Chile, como lo muestra la Figura 12.

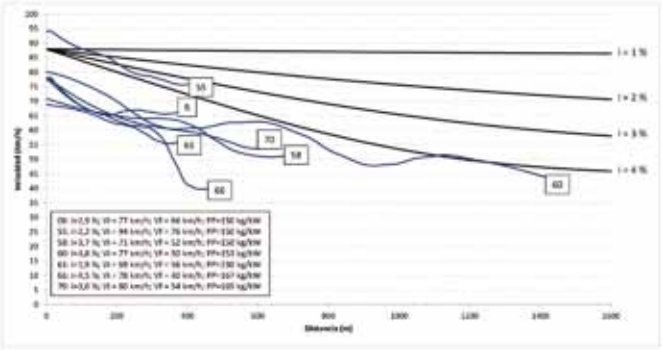


Figura 12. *Comparación de datos empíricos con perfil de velocidad de la normativa Chilena.*

En la Figura 12 se aprecia que los patrones generales de comportamiento de los perfiles de velocidad medidos son similares para pendientes bajas en el primer tramo de la pendiente. Existe un desfase de velocidad inicial (Vi) con respecto al perfil de velocidad de la normativa debido ésta sólo usa un valor de velocidad inicial. Puesto que la velocidad de entrada a la pendiente depende de las condiciones geométricas del trazado anterior a la pendiente, el usar un solo valor de velocidad inicial no resulta adecuado.
Los perfiles 6, 55, 58 y 60 están asociados a una razón peso/potencia de alrededor de 150 kg/kW, valor de potencia que es distinto asignado al vehículo tipo usado para construir el perfil de velocidad de la normativa. Esto marca una diferencia relevante al momento de modelar el perfil de velocidad bajo principios mecanicistas.

5.- CONCLUSIONES

Se realizaron 70 mediciones de perfiles de velocidades en 6 rutas del sur de Chile mediante el método de seguimiento vehicular. Se utilizó un GPS de alta precisión que entrega datos discretos cada 0,1 s, lo que hace posible tener una visión global del comportamiento de la velocidad del camión en la pendiente. Luego del procesamiento de datos, se obtuvieron 51 perfiles de velocidad válidos para realizar el análisis.

En este trabajo se consideraron las pendientes completas, y no sólo la parte homogénea de la pendiente, por lo cual el perfil de velocidad incluye los cambios de velocidad al inicio y fin de pendiente, producto de las variaciones paulatinas de inclinación a la entrada y salida de la pendiente inducidos por curvas verticales.
La velocidad de entrada a la pendiente está condicionada por la condición del trazado precedente. En terreno se verificó que la velocidad de entrada se distribuye normal, y que el percentil 85, correspondiente a la velocidad de operación, es superior al valor de velocidad empleado en la normativa Chile. En este sentido, parece razonable aumentar la diversidad de posibilidades de velocidad de entrada a la pendiente considerando por ejemplo velocidades asociadas a terreno plano, ondulado y montañoso.
La velocidad de salida por el contrario, está condicionada por la longitud e inclinación de la pendiente, pero también por el peso/potencia del vehículo pesado. En terreno se observó que en el 68 % de los perfiles mostraban una ganancia de velocidad en el último tercio de la pendiente, resultado consistente con las observaciones de Verweij.
Esto quiere decir que a la velocidad mínima se da que la fuerza tractriz del vehículo en combinación con su peso, es superior a las fuerzas resistentes, quedando un remanente de potencia para acelerar, lo cual lleva a que el vehículo no alcance la velocidad de equilibrio, particularmente en pendientes con valores de CN bajos.

En base a la revisión de los perfiles obtenidos en terreno y a la literatura revisada, se concluyó además que:
• Los fenómenos de transición de velocidad en la entrada y salida de las pendientes no están incluidos en los modelos físicos de la ecuación de equilibrio dinámico, por lo cual las condiciones iniciales no están debidamente incluidas en los modelos existentes.

• El efecto sobre la liberación de potencia en transiciones de pendientes heterogéneas es un fenómeno que no está suficientemente estudiado en los modelos, y que explica en parte las oscilaciones de velocidad observadas en los perfiles.

Por lo tanto es necesario re-formular los modelos de cálculo de perfil de velocidad para incluir estos patrones de comportamiento en la formulación y aproximar de mejor manera los modelos al comportamiento empírico.

Una de las limitaciones de este trabajo fue el no contar con una estimación más precisa de la relación peso/potencia, debido a que no se contó en la investigación con plazas de pesaje móvil para obtener los datos de los vehículos seguidos. Por tal motivo se optó por realizar un retrocálculo en base a velocidades mínimas en perfiles similares a los que establecen los modelos teóricos.

Otro aspecto no considerado fue la estimación en terreno de headway geo-referenciado producido entre el vehículo líder y el seguidor, lo cual permitiría una mejor estimación del error de medición de velocidad con el método de seguimiento vehicular. Por tal motivo se optó por realizar simulación de error en base a datos de terreno y modelos calibrados de brechas, con el fin de contar con un orden de magnitud del error de la medición realizada con el mecanismo de seguimiento vehicular. Se obtuvo un error medio entre 1 y 2,2 km/h, el cual se considera satisfactorio, pero que puede mejorarse mediante mediciones en terreno de headway. •

6- REFERENCIAS

AASHTO (2011). A Policy on Geometric Design of Highways and Streets. American Association of State Highway and Transportation Officials, Estados Unidos.

Archilla, A. y Fernández de Cieza, A. (1996). Truck Performance on Argentinean Highways, Transportation Research Record, 1555, 114 – 123.

AUSTROADS (2009). Guide to Road Design Part 3: Geometric Design. Association of Australian and New Zealand Road Transport and Traffic Authorities, Australia.

Che-Puan, O. (2004). Driver`s Car Following Headway on Single Carriageway Roads. Journal Kejuruteraan Away, 16(2) 15 – 27.

DGC (1999). Norma 3.1–IC: Características geométricas: Trazado. Dirección General de Carreteras. Ministerio de Fomento, España.

Fitch, J.W. (1994). Motor Truck Engineering Handbook. 4th Ed. SAE, Estados Unidos.

Echaveguren T. y Vargas, S. (2007). Metodología de Análisis y Diseño de Lechos de Frenado. Revista de Ingeniería de Construcción, 22(3), 175 – 184.

Echaveguren, T., Sepúlveda, P., y Vargas-Tejeda, S. (2011). Evaluación de Precisión de Mediciones de Velocidad de Operación en Carreteras Obtenidas con GPS. Artículo #91. XV Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte, Santiago, Chile.

Gaziz, D., Herman, R. y Rothery, R. (1961). Nonlinear Follow the Leader Models of Traffic Flow. Operations Research, 9(4), 545 – 567.

Gillespie, T. D. (1985). Methods for predicting truck speed loss on grades. Report UMTRI – 85 – 39/1. University of Michigan Transport Research Institute. Estados Unidos.

INVIAS (2008). Manual de Diseño Geométrico, Instituto Nacional de Vías. Ministerio de Transportes. Colombia.

Lan, Ch-J. y Menendez, M. (2003). Truck Speed Profile Models for Critical Length of Grade. Journal of Transportation Engineering, 129(4), 408 – 419.

Lee, S. y Lee, D. (2000). Validation of the 10 MHP rule in Highway Design Consistency Procedure. Proceedings of 2nd International Symposium on Highway Geometric Design. 364 – 376. Alemania.

MOP (2010) Instrucciones y Criterios de Diseño. En Manual de Carreteras, Volumen 3. Ministerio de Obras Públicas, Chile.

Rakha, H., Lucic, I., Demarchi, S., Setti, J. y Van Aerde, M. (2001). Vehicle Dynamics Model for Predicting Maximum Truck Acceleration Levels. Journal of Transportation Engineering, 127(5). 418 – 425.

Rakha, H. y Lucic, I. (2002). Variable Power Vehicle Dynamics Model for Estimating Truck Accelerations. Journal of Transportation Engineering, 128(5). 412 – 419.

Rakha, H. y Yu, B. (2004). Truck Performance Curves Reflective of Truck and Pavement Characteristics. Journal of Transportation Engineering, 130(6). 753 – 767.

Racelogic (2008). VBOX Mini User Guide. Reino Unido.

Verweij, C. (2000). Evaluating Truck Speeds on Vertical Alignments. Proceedings of 2nd International Symposium on Highway Geometric Design, 486 – 498. Alemania.

TRB (2000). Highway Capacity Manual, Transportation Research Board, Washington D.C. Estados Unidos.

Wong, J.Y. (2001). Theory of Ground Vehicles, 3rd Ed. Wiley, Nueva York.

Wolshon, B. y Hatipkarasulu, Y. (2000). Results of Car Following Analyses Using Global Positioning System. Journal of Transportation Engineering, 126(4), 324 – 331.

MODELO DINÁMICO PARA DETERMINAR LA EFICIENCIA DE DISTINTOS GEOSINTÉTICOS USADOS COMO ANTI-REFLEJO DE FISURAS

AUTORES:
Enrique **Fensel,** Gerardo **Botasso,** Julián **Rivera,** Luis **Ricci,** Luis **Del Bono**
LEMaC: Centro de Investigaciones Viales, UTN Facultad Regional La Plata

RESUMEN

Con el objeto de evaluar en laboratorio la eficiencia de Geosintéticos, de distintas características y en distintas posiciones relativas, usados como agentes anti-reflejo de fisuras, en el LEMaC se diseñaron distintos modelos de evaluación mediante el uso de equipamientos que permitan aplicar cargas dinámicas, como lo es el equipo de Wheel Tracking Test y el de Módulo de Rigidez.

Para ello se conformaron probetas replicando paquetes estructurales de diseño, según la capa existente y la de refuerzo, respetando las características mecánicas, posición y espesores de cada componente, sometiendo las mismas a cargas dinámicas repetidas, con distintas temperaturas de ensayo.

En este trabajo se presenta la evaluación según el paquete estructural diseñado en la rehabilitación de la obra Autopista Vespucio Norte de la República de Chile, para este caso se instrumentó una metodología de evaluación con aplicación de cargas repetidas con el equipo de Módulo de Rigidez descripto en la Norma UNE EN 12697-26.

Las probetas representativas del paquete estructural fueron climatizadas en la cámara del equipo de ensayo a 30 ºC por un plazo mínimo de 2 horas, condición de temperatura utilizada en el ensayo, y una vez transcurrido el proceso de acondicionamiento térmico se procedió a solicitarlas a un esfuerzo de flexión simple, la carga fue aplicada por un período mínimo de 5000 ciclos o hasta que la fisura se haya propagado al nivel superficial de la mezcla asfáltica de la capa de rodamiento.

Se evaluó la cantidad de ciclos que fueron necesarios para reflejar la fisura hasta la superficie de rodamiento y se registraron los distintos estadios de su evolución desde la aparición de la primer fisura, haciendo paradas cada 100 ciclos, realizando un relevamiento fotográfico y mensurando la proyección de la fisura.

Bajo estas condiciones se pudo establecer un nivel comparativo de eficiencia entre los modelos planteados.

1. INTRODUCCIÓN

La Autopista Vespucio Norte Express, también conocida como Autopista Vespucio Norte, Vespucio Norte Express o Vespucio Norte, es una de las vías expresas que, junto a Autopista Central, Costanera Norte y Vespucio Sur, compone la red de autopistas urbanas de Santiago de Chile. Tiene por objeto disminuir los tiempos de desplazamiento, aumentar los niveles de seguridad de los usuarios, aportar al desarrollo urbano de la ciudad y mejorar la calidad de vida de las personas. Conecta el sector de El Salto (comuna de Huechuraba) con la Ruta CH-78, a través de la Avenida Américo Vespucio. Contempla una longitud de 29 kilómetros de doble calzada, 25,5 kilómetros de calles de servicio, cuatro puentes, 20 estructuras entre pasos a desnivel y enlaces, 25 pasarelas peatonales, 22 paneles de información dinámica y vallas segregatorias de vías expresas en toda su longitud. Fue inaugurada el 4 de enero de 2006, su ubicación esta referida en el Plano Nº 1.

A raíz del terremoto que afectó a la República de Chile en febrero del 2010, esta autopista sufrió daños en distintas escalas. Para proceder a su rehabilitación, se diseñaron distintas soluciones a aplicar en función de la evaluación del índice de estado realizado.

Para el caso de dos de las soluciones propuestas, se le ha encargado al Centro de Investigaciones Viales LEMaC, perteneciente a la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Plata, proceda a realizar una valoración comparativa de eficiencia en el accionar de los Geosintéticos interpuestos como S.A.M.I. cumpliendo la función de anti-reflejo de fisuras, con el objeto de adoptar la mas efectiva de estas dos soluciones.

Plano Nº 1: Ubicación de la obra

2. OBJETIVOS DEL TRABAJO

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar comparativamente la eficiencia de dos sistemas de rehabilitación de pavimentos instrumentados en la Autopista Vespucio Norte, mediante la réplica en laboratorio de dos soluciones propuestas y ejecutadas en tramos experimentales. Vale destacar que las dos soluciones de rehabilitación evaluadas han sido propuestas por el comitente del trabajo, según obra realizada en AU Vespucio Norte / Salida N° 17 Carril 6, Santiago de Chile. La empresa ha declarado haber realizado las reparaciones necesarias a fin de garantizar el recalce de las losas mediante el tomado de fisuras, y toda otra tarea que garantice la no existencia de movimientos verticales, desprendimientos y formaciones de baches en la calzada existente.

El análisis comparativo tiene en cuenta los siguientes dos sistemas de rehabilitación de pavimentos rígidos:

Sistema 1:

Sistema 2:

Para el primer modelo, y según lo referido por la empresa, para la muestra de Geogrilla enviada a este Centro de iguales características que la colocada en obra, se exigían las siguientes Especificaciones Técnicas:

Geomalla Estructural EGA 1X1 T-N, fabricada a base de fibra de vidrio cubierta por una capa bituminosa y autoadhesiva

TIPO EGA 1X1T-N		Especificación
Material Base		Fibra de vidrio
Rotura (KN/m)	Dirección Longitudinal (X)	100
	Dirección Transversal (MX)	100
Densidad (gr/cm³)		2,6
Elongación a la rotura (%)		≤4
Resistencia a la rotura (N/cm²)		750
Aperturas (mm x mm)		25,4x25,4
Módulo Elástico (GPa)		67
Temperatura de trabajo (C°)		-100°<T°<280°
Temperatura de ablandamiento		840°
Superficie Tratamiento		Bitumen/PVC
Ancho mínimo de rollo		2,0 m

Para el segundo modelo planteado, se utilizó un **Geocompuesto**, fabricado en Argentina, con un espesor nominal e = 2,0 mm, cuyas características determinadas en laboratorio por este Centro son las siguientes:

Propiedades	Norma	Unidad		Geocompuesto
Físicas				
Determinación de la masa por unidad de área	IRAM 78002	gr/m²		2960
Determinación del espesor a presiones prefijadas	IRAM 78004	mm		2,3 (a 2kPa)
Mecánicas				
Ensayo de penetración estática (pistón CBR)	IRAM 78011	Carga	kN	5,4
		Deformación	mm	60,2
Ensayo de tracción con probetas anchas dirección paralela a fabricación	IRAM 78012	Carga	kN/m	29,5
		Deformación	%	21,4
Ensayo de tracción con probetas anchas dirección perpendicular a fabricación		Carga	kN/m	31,2
		Deformación	%	29,2

Las propiedades evaluadas han sido determinadas como promedio de probetas extraídas según norma, no obstante, los valores pueden diferir para distintos lotes dada la heterogeneidad del recubrimiento de arena del producto.

El Geocompuesto utilizado está conformado por una lámina de Geotextil Tejido de polipropileno y adosado en sus caras una membrana de Cemento Asfáltico altamente Modificado, la que en una de sus caras posee adherido un granzeado de arena silícea, con la intención de que esta terminación le confiera una mayor adherencia con la mezcla asfáltica que recibirá como capa superior, y la otra cara del geocompuesto está comprendida por un film protector de muy bajo espesor, el que se retira para su colocación (que se realiza en frío), cara que así tratada le confiere al Geocompuesto una capacidad auto adherente.

Fotografía Nº 1: Geocompuesto con capa adherente en el molde

3. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

Dado el espesor del refuerzo estructural de 15,0 cm, no nos ha permitido trabajar en el equipo de WTT (Whell Tracking Test), según lo establecido en la Norma UNE EN 12697-22, dispositivo utilizado por el LEMaC como modelo de ensayo de solicitación dinámica y repetida, para determinar la eficiencia de Geosintéticos en distintos paquetes estructurales de refuerzos evaluados con anterioridad.

Es por ello que se decide utilizar como modelo de aplicación de cargas repetidas al equipo de Módulo de Rigidez descripto

en la Norma UNE EN 12697-26, el cual se muestra en la Fotografía Nº 2.
Este equipo permite interponer como probeta de ensayo un refuerzo con un espesor de 15 cm. como el utilizado en la rehabilitación planteada y además ejerce la aplicación de una carga punzante linealmente distribuida, en el mismo plano en donde se encuentra la fisura del modelo.
De esta forma queda conformado un sistema que se puede denominar:

Fotografía Nº 2: Equipo empleado con muestras en acondicionamiento

De esta forma queda conformado un sistema que se puede denominar:

"Reflexión de Fisuras por flexión simple con cargas repetidas"

consistente en solicitar vigas simplemente apoyadas a un esfuerzo de flexión con cargas dinámicas repetidas.

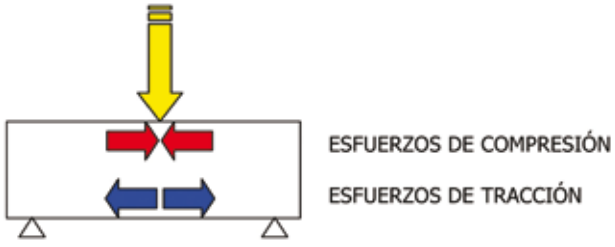


Gráfico Nº 1: Esquema de ensayo
"Reflexión de Fisuras por flexión simple con cargas repetidas"

El equipo empleado consta de un actuador neumático, que posibilita la variación de cargas en un rango de 0 a 500 kg, y a diversas frecuencias, desde 0,2 Hz a 20 Hz. Todo el equipo se encuentra en una cámara termostatizada que permite trabajar a temperaturas comprendidas entre 5 y 40 ºC y mantener acondicionadas las muestras de tal manera de eliminar las diferencias de comportamiento por susceptibilidad térmica de la mezcla asfáltica.

En este caso y luego de plantear distintos tipos de configuraciones, se ha desarrollado el ensayo con las siguientes condiciones de borde:

Carga Máxima:	P = 400 kilogramos
Frecuencia:	F = 0,5 Hz (según curva de carga y descarga planteada en la Norma UNE EN 12697-26)
Temperatura:	T = 30 ºC ± 0,5 ºC.
Distancia entre apoyos:	D = 250 mm.
Datos de las Probetas:	
	Altura: h = 17 cm.
	Ancho: a = 10 cm.
	Largo: l = 30 cm.

4. CONFECCIÓN DE PROBETAS

Para el ensayo se han confeccionado dos series de probetas, replicando a lo planteado en obra, las primeras incorporan como elemento retardador de fisuras una Geogrilla de fibra de vidrio intercalada entre una capa asfáltica de 80 mm de espesor como capa inferior y una carpeta de rodamiento de 70 mm de espesor en su parte superior, la cual se comparó con la segunda serie de probetas que incorporan el producto Geocompuesto con capa adherente como elemento retardador de fisuras sobre el cual se colocó una capa de mezcla asfáltica de 150 mm de espesor, siguiendo las indicaciones del comitente, según lo planteado en las Especificaciones Técnicas del Pliego de la obra.

4.1. SISTEMA 1

Se confeccionaron probetas especiales, con dos placas de hormigón separadas 0,5 cm, dicho huelgo ha sido rellenado con una placa de poliestireno expandido con el objetivo de simular una junta real del pavimento de hormigón existente o una fisura que tenderá a su propagación en el plano vertical. Sobre las losas de hormigón se aplicó un único riego de imprimación con una emulsión asfáltica del tipo CRR-1 según la clasificación de la norma IRAM 6698, con una dotación de 0,9 lts/m^2, recomendada en el Pliego de Especificaciones Técnicas Generales de la Dirección Nacional de Vialidad Nacional de la Argentina, siendo estos valores los habitualmente usados.

Una vez curado el riego, se colocó una capa de mezcla asfáltica de 80 mm de espesor, y sobre ésta se colocó otro riego de la misma emulsión con una dotación de 0,5 lts/m^2 según las recomendaciones generales dadas para las aplicaciones de Geogrillas de este tipo, luego de curado el riego se aplicó la Geogrilla con una leve presión, sobre este producto se moldeó la carpeta de rodamiento asfáltica con concreto asfáltico convencional denso en caliente de 70 mm de espesor.
En este contexto, el comitente informa las Especificaciones a cumplir por mezcla asfáltica utilizada en la obra. A partir de ello, con materiales locales, se elaboraron mezclas asfálticas con las características presentadas en la Tabla Nº 1.

Parámetro		Valor
Ensayo Marshall VN-E 9	Nº golpes por cara	50
	Estabilidad (kg)	950
	Fluencia (mm)	3,9
	Relación Estabilidad-Fluencia (kg/cm)	2436
	Porcentaje de Vacíos en mezcla	5,8
	Densidad Marshall (gr/cm^3)	2,308
	Densidad Rice (gr/cm^3)	2,451
	Porcentaje de Cemento Asfáltico	5,3

Tabla Nº 1: Parámetros de Mezcla Asfáltica Convencional empleada.

4.2. SISTEMA 2

Para la segunda serie de ensayos, se confeccionaron probetas especialmente diseñadas, con dos placas de hormigón separadas 0,5 cm, bajo las mismas condiciones que en el modelo anterior. El hormigón de la losa fue dosificado ad-hoc para el sistema propuesto. Como contralor se confeccionaron probetas de hormigón cilíndricas las cuales arrojaron una resistencia media a compresión de 39,6 MPa, constatándose que se alcanzaron resistencias típicas habitualmente utilizadas en los hormigones de pavimentación.

En esta segunda serie, sobre las losas de hormigón con la junta intermedia, se ejecutó el riego de imprimación de acuerdo a la circunstancia de obra, que según los datos recabados como recomendación del fabricante del Geocompuesto se aconseja una dotación de 0,5 lts/m^2. Este riego se ha ejecutado con una emulsión asfáltica comercial del Tipo CRR – 1 según la clasificación de la norma IRAM 6698.

SOBRE LA EMULSION	
VISCOSIDAD Saybolt Furol a 25°C	34 seg.
RESIDUO ASFÁLTICO POR DESTILACION	65,2%
RESIDUO SOBRE TAMIZ	0,01%
SOBRE EL RESIDUO ASFALTICO	
PENETRACION (25ºc,100g, 5s) 0,1mm	52
PUNTO DE ABLANDAMIENTO	52,3ºC

Tabla Nº 2: Caracterización del Riego.

Una vez curado el riego se colocó sobre dicha capa el producto Geocompuesto con capa adherente, presionando levemente la misma mediante rodillado.

A posteriori se colocó una mezcla asfáltica densa convencional, con un espesor de 150 mm y se compactó según la práctica habitual en confección de probetas de gran tamaño a densidad prefijada y con martillo neumático, realizada en dos capas.
La siguiente secuencia representa un moldeo típico de las probetas, para el caso de la Geogrilla, donde se confeccionaron panes de 300 mm x 300 mm de lado los cuales fueron luego aserrados para obtener 3 vigas de 100 mm x 300 mm.

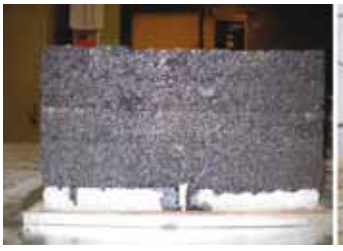
Fotografía Nº 4: Moldes modificados con losas de hormigón y junta de poliestireno
Fotografía Nº 5: Aplicación de riego de imprimación sobre losas de Hº

Fotografía Nº 6: Colocación de primera capa de mezcla asfáltica.

Fotografía Nº 7: Aplicación riego de liga previo a la colocación de la Geogrilla

Fotografía Nº 8: Colocación de la Geogrilla de fibra de vidrio

Fotografía Nº 9: Colocación de la capa de mezcla asfáltica de rodamiento



Fotografía Nº 10: Desmolde de la probeta

Fotografía Nº 11: Aserrado de la probeta

5. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

Cada probeta, confeccionadas mediante los procedimientos anteriores descriptos, y colocadas en el equipo, se climatizaron en la cámara del mismo a 30 ºC por un plazo mínimo de 2 horas. Una vez transcurrido el proceso de acondicionamiento térmico se procedió a ejecutar la aplicación de los ciclos de carga por un período mínimo de 5000 ciclos o hasta que la fisura se haya propagado al nivel superficial de la mezcla asfáltica (capa de rodamiento).

Se evaluó la cantidad de ciclos que fueron necesarios para reflejar la fisura hasta la superficie de rodamiento y se registraron los distintos estadios de su evolución, haciendo paradas cada 100 ciclos, tomándose fotografías y midiendo la altura de la fisura.

Para una mejor visualización de la aparición de las fisuras y su posterior evolución, se pintó la cara expuesta de mezcla asfáltica con pintura a la cal, de tal manera que el color blanco sea un contraste al desarrollo de las fisuras.

A continuación se presentan las planillas de ensayos resultantes:

Reflexión de Fisuras por Flexión Simple - Carga Repetida **LEMaC / UTN - FRLP**

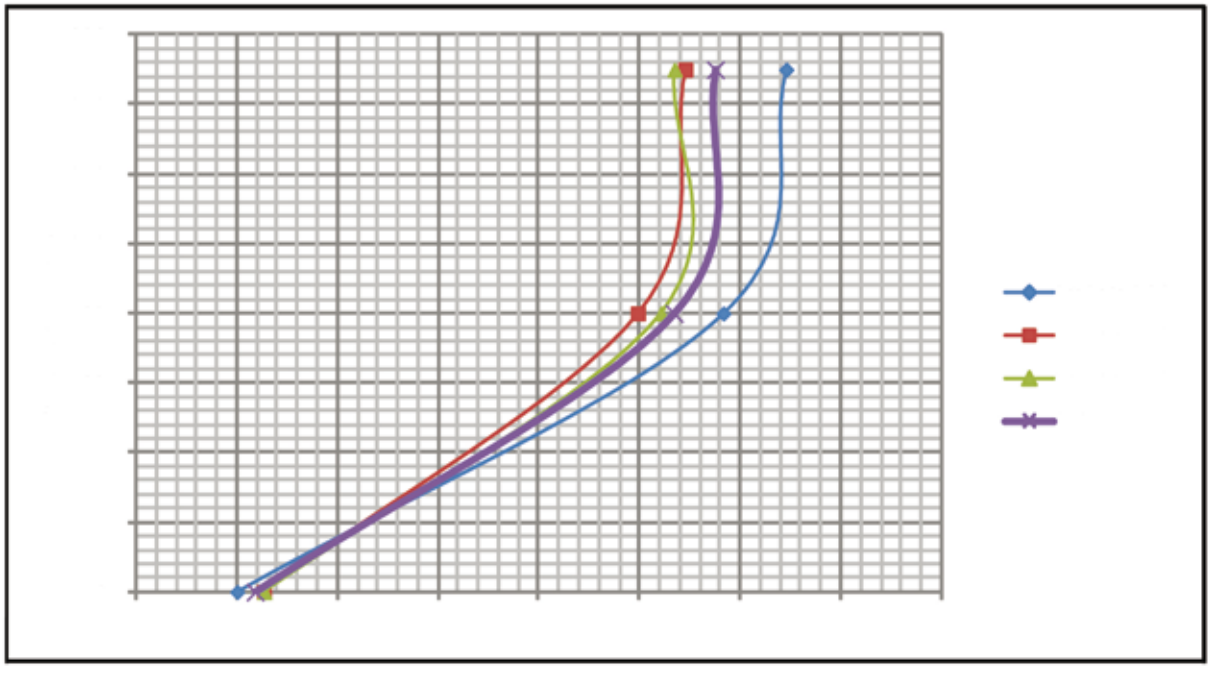
N° de Lab. =	-	**Producto =**	GEOGRILLA FIBRA DE VIDRIO			**N° Expte. =**	-
Fecha =	13/03/2012	**Temp. =**	**30 °C**	**H.R.% =**	40	**N° Informe =**	1

Este ensayo ha sido efectuado siguiendo los lineamientos propios del LEMaC

Celda de carga =	500	kg	**Frecuencia de carga =**	0,5	Hz
Carga controlada =	400	kg	**Ciclos a ensayar =**	1500	ciclos
Separación e/ apoyos =	250	mm	**Tiempo de acond. =**	2	hs

Paquete estructural evaluado			
Capa	Material	Características	Observaciones
Sustrato pre fisurado =	HORMIGÓN	Espesor = 20 mm	-
Interfase 1 =	RIEGO IMPRIMACIÓN	Dotación = 0,90 l/m^2	CRR-1
Capa 1 =	MEZCLA ASFÁLTICA	Espesor = 80 mm	-
Interfase 2 =	RIEGO LIGA	Dotación = 0,50 l/m^2	CRR-1
Interfase 3 =	GEOGRILLA	-	FIBRA DE VIDRIO
Carpeta de rodamiento =	MEZCLA ASFÁLTICA	Espesor = 70 mm	-

Probeta N°	**1**	**2**	**3**	**PROMEDIO**
Período de climatización (hs)	2	2	2	
Ciclos que aparece la 1° fisura en Capa 1	200	253	254	236
Ciclos que aparece la fisura en Geogrilla	1166	996	1042	1068
Ciclos que aparece la fisura en la superficie	1291	1090	1069	1150

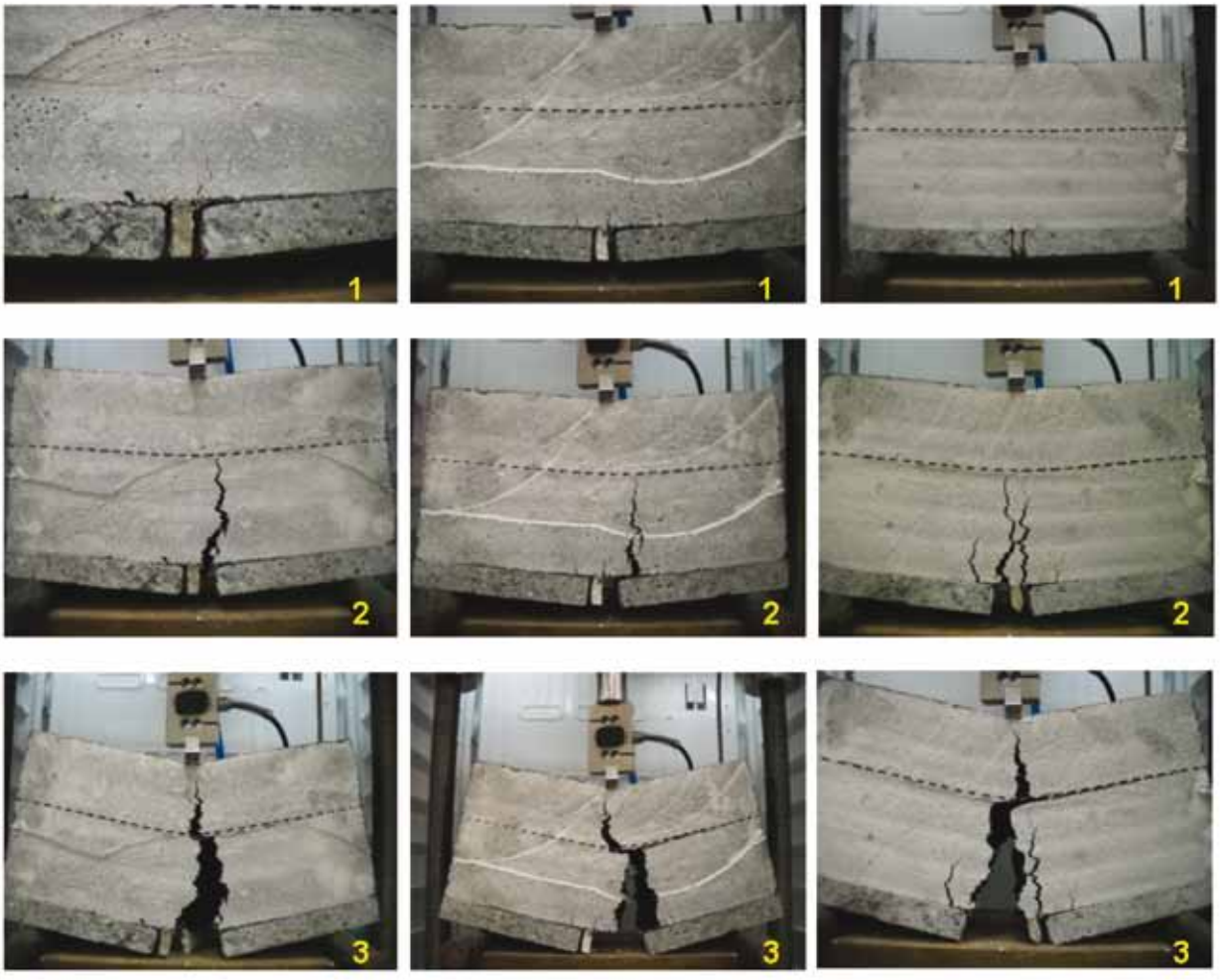


Reflexión de Fisuras por Flexión Simple - Carga Repetida **LEMaC / UTN - FRLP**

N° de Lab. =	-	**Producto =**	GEOGRILLA FIBRA DE VIDRIO			**N° Expte. =**	-
Fecha =	13/03/2012	**Temp. =**	30 °C	**H.R.% =**	40	**N° Informe =**	1

Este ensayo ha sido efectuado siguiendo los lineamientos propios del LEMaC

Celda de carga =	500	kg	**Frecuencia de carga =**	0,5	Hz
Carga controlada =	400	kg	**Ciclos a ensayar =**	1500	ciclos
Separación e/ apoyos =	250	mm	**Tiempo de acond. =**	2	hs



Fotos Probeta N° 1 **Fotos Probeta N° 2** **Fotos Probeta N° 3**

Probeta N° 1	**Probeta N° 2**	**Probeta N° 3**
FOTO 1 - INICIO DEL ENSAYO	FOTO 1 - INICIO DEL ENSAYO	FOTO 1 - INICIO DE ENSAYO
FOTO 2 - FISURA ENTRE 3 Y 4	FOTO 2 - FISURA ENTRE 3 Y 4	FOTO 2 - FISURA ENTRE 3 Y 4
FOTO 3 - FIN ENSAYO	FOTO 3 - FIN ENSAYO	FOTO 3 - FIN ENSAYO

Reflexión de Fisuras por Flexión Simple - Carga Repetida **LEMaC / UTN - FRLP**

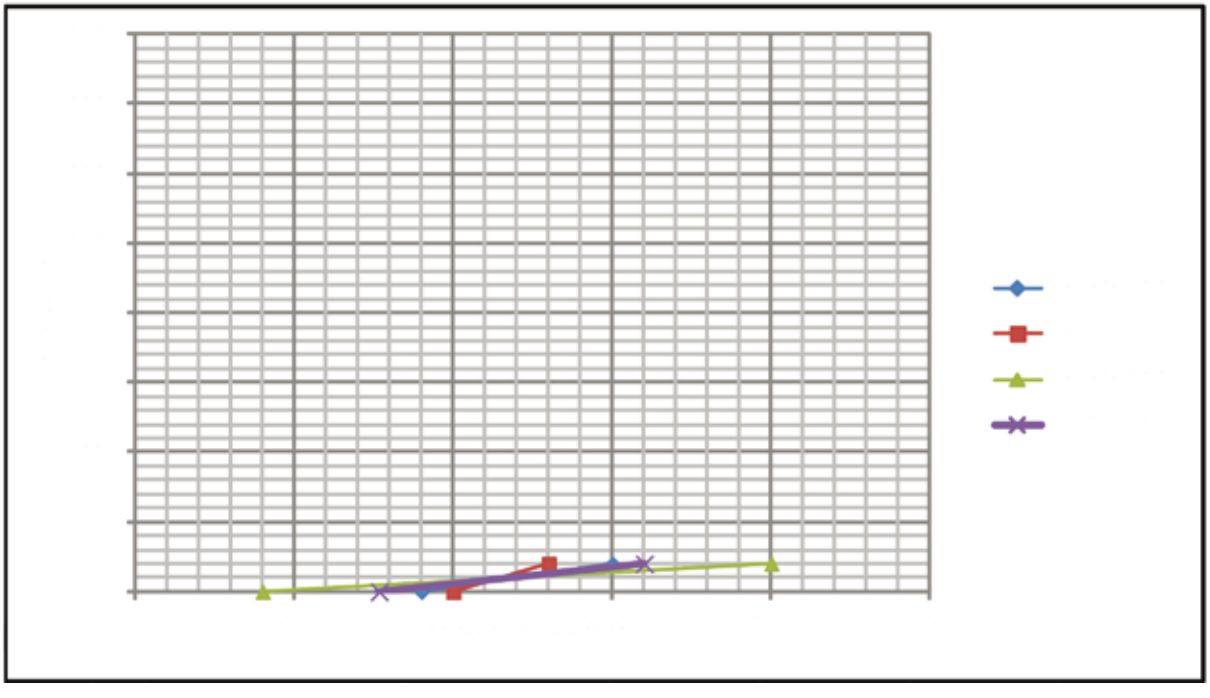
N° de Lab. =	-	**Producto =**	GEOCOMPUESTO			**N° Expte. =**	-
Fecha =	15/03/2012	**Temp. =**	**30 °C**	**H.R.% =**	40	**N° Informe =**	2

Este ensayo ha sido efectuado siguiendo los lineamientos propios del LEMaC

Celda de carga =	500	kg	**Frecuencia de carga =**	0,5	Hz
Carga controlada =	400	kg	**Ciclos a ensayar =**	5000	ciclos
Separación e/ apoyos =	250	mm	**Tiempo de acond. =**	2	hs

Paquete estructural evaluado			
Capa	Material	Características	Observaciones
Sustrato pre fisurado =	HORMIGÓN	Espesor = 20 mm	-
Interfase 1 =	RIEGO IMPRIMACIÓN	Dotación = 0,90 l/m^2	CRR-1
Interfase 2 =	GEOCOMPUESTO	Espesor = 1,5 mm	CON CAPA ADHERENTE
Carpeta de rodamiento =	MEZCLA ASFÁLTICA	Espesor = 150 mm	-

Probeta N°	**1**	**2**	**3**	**PROMEDIO**
Período de climatización (hs)	2	2	2	
Ciclos que aparece la 1 fisura en Capa 1	900	1000	400	767
Ciclos que aparece la fisura a 8 mm en sustrato	1500	1300	2000	1600
Ciclos que aparece la fisura en la superficie	NO	NO	NO	NO

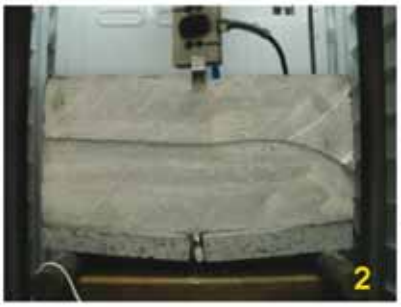


Reflexión de Fisuras por Flexión Simple - Carga Repetida **LEMaC / UTN - FRLP**

N° de Lab. =	-	**Producto =**	GEOCOMPUESTO			**N° Expte. =**	-
Fecha =	15/03/2012	**Temp. =**	30 °C	**H.R.% =**	40	**N° Informe =**	2

Este ensayo ha sido efectuado siguiendo los lineamientos propios del LEMaC

Celda de carga =	500	kg	**Frecuencia de carga =**	0,5	Hz
Carga controlada =	400	kg	**Ciclos a ensayar =**	5000	ciclos
Separación e/ apoyos =	250	mm	**Tiempo de acond. =**	2	hs



Fotos Probeta N° 1 **Fotos Probeta N° 2** **Fotos Probeta N° 3**

Probeta N° 1	**Probeta N° 2**	**Probeta N° 3**
FOTO 1 - INICIO DEL ENSAYO	FOTO 1 - INICIO DEL ENSAYO	FOTO 1 - INICIO DE ENSAYO
FOTO 2 - FISURA 8 mm	FOTO 2 - FISURA 8 mm	FOTO 2 - FISURA 8 mm
FOTO 3 - FIN ENSAYO	FOTO 3 - FIN ENSAYO	FOTO 3 - FIN ENSAYO

6. ANÁLISIS COMPARATIVO

Como valor comparativo, más allá de la evidencia fotográfica presentada, se pueden confeccionar las Curvas de Evolución de Fisuras, h_{fisura} (altura de fisura) versus ciclos de carga.

La gráfica que se adjunta permite visualizar la ventaja de la incorporación del Geocompuesto como retardador de las fisuras frente a la Geogrilla para este caso en particular y según la configuración detallada.

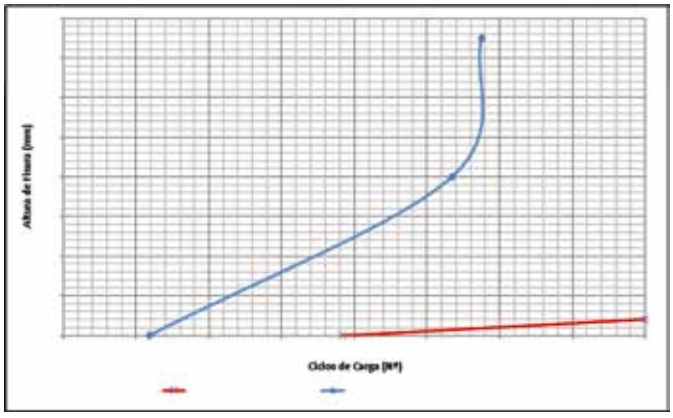


Gráfico Nº 2: Curvas de Evolución de Fisuras

Nota: en virtud de la escala gráfica y para una mejor visión de las curvas comparativas, no se grafica hasta los 5000 ciclos ensayados para la Geomembrana, en donde la curva se mantiene prácticamente constante hasta el fin de los ciclos.

Del análisis comparativo se puede decir que:

El esquema de refuerzo original (Sistema 1) se comenzó a fisurar alrededor del ciclo número 236 en promedio de las tres probetas, apareciendo una fisura en la fibra más traccionada de la capa de mezcla asfáltica inferior. La fisura tuvo su evolución hasta la Geogrilla con una suave pendiente, llegando al ciclo 1068, al poco de algunos ciclos la fisura atravesó la Geogrilla y aceleró su propagación para llegar a la superficie en 1150 ciclos.

En cuanto a la alternativa propuesta (Sistema 2), no se registró aparición de fisuras hasta los 767 ciclos en promedio en la fibra más traccionada de la capa de mezcla asfáltica de 150 mm de espesor. No obstante ello, la fisura no prosperó quedando en una magnitud inferior a los 10 mm de altura para los 5.000 ciclos.

7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES.

7.1. EN RELACIÓN CON EL MODELO UTILIZADO

La utilización del equipo de Flexión simple bajo Carga Repetida como modelo de propagación de fisuras es utilizado en otros países del mundo y se pueden citar ejemplos en Brasil en donde, como en el caso que se presenta, se pueden obtener comparaciones relativas del comportamiento de las alternativas ensayadas.

Vale decir que, ni la frecuencia de la carga ni su intensidad son comparables a ejes reales de solicitación. Pero sí, el modelo respeta la forma dinámica con que son aplicadas las cargas. De esta forma los tiempos de propagación obtenidos son sólo indicadores relativos comparables para estas mismas condiciones de borde.

Se suma también a esto la temperatura del ensayo, en este caso el modelo de ensayo ha sido a 30 ºC, situación ésta que permite representar, en intervalos de tiempo acorde al ensayo, la aparición de las fisuras.

Resulta así importante considerar esta situación ya que es posible que el comportamiento de los modelos pueda registrar variaciones según se modifiquen las condiciones de borde.

En referencia al sistema de apoyo utilizado en las losas de hormigón se destaca que permite simular los efectos de desplazamientos verticales y horizontales solidarios con la aplicación de la carga que se producen en este sistema, y se constituye en la modelización del pavimento existente, considerando movimientos verticales aún superiores a los presentados en la calzada luego de las reparaciones realizadas.

7.2. EN RELACIÓN CON EL DESEMPEÑO DE LOS MODELOS

Modelo con Geogrilla de fibra de vidrio: Los esfuerzos de tracción fueron absorbidos por la mezcla asfáltica en los primeros 80 mm, llegando a la ubicación de la Geogrilla en donde la tensión de tracción es muy superior a la originalmente resistida por la fibra inferior de mezcla asfáltica en contacto con las losas del pavimento de hormigón, cuando la capa inferior está fisurada. De esta manera en la posición relativa que ocupa la Geogrilla queda sobre exigida y rápidamente es vencida la resistencia en esta interfaz, quedando solamente la capa superior de mezcla asfáltica como elemento resistente.

El mecanismo de propagación de fisuras suele darse como un mecanismo que se retroalimenta, mientras más avance la fisura en forma longitudinal a través de la capa (menor espesor resistente), menor es la sección resistente del paquete estructural, y por lo tanto son mayores las tensiones concentradas para una misma carga dada, repitiéndose este proceso cada vez con mayor intensidad.

Modelo con **Geocompuesto**: La posición relativa del Geocompuesto, al estar en la fibra más traccionada del refuerzo, es la adecuada para resistir las altas tensiones de tracción que se dan en el vértice de la fisura. La alta resistencia a tracción del Geotextil tejido componente del **Geocompuesto**, más las prestaciones adherentes de los mastic asfálticos tanto superior como inferior al Geotextil, dotan a este producto de una combinación de aptitudes adecuadas para retardar la fisuración refleja.

El Geocompuesto, al controlar las deformaciones por tracción de la fibra inferior, ha neutralizado la propagación de dichas tensiones en la capa de mezcla asfáltica de 150 mm de espesor. Por lo tanto la estructura resistente se ha mantenido intacta en toda su altura, impidiendo el aumento de las tensiones de tracción en el paquete estructural, y por lo tanto reduciendo el avance vertical de las fisuras.

Si establecemos una comparativa en el momento de aparición de las primeras fisuras se puede establecer que el sistema que incluye al Geocompuesto retarda la aparición de las fisuras en 3,25 veces respecto al sistema que incluye a la Geogrilla, sin poder fijar una proporción respecto a la aparición de fisuras en la superficie de la capa de rodamiento, dado que hasta los 5.000 ciclos ensayados el sistema con el Geocompuesto, no presenta tal situación.

Finalmente para las condiciones de ensayo enunciadas podemos decir que, el Sistema 2 que emplea el **Geocompuesto** con capa adherente manifiesta un mejor desempeño que el sistema originalmente propuesto con Geogrilla de fibra de vidrio. •

8.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Botasso G., Fensel E., Rivera J., Ricci L., Delbono L. 2010. Evaluación de Polyfil SRV (Geocompuesto) como Sistema de Membrana Antifisura SAMI en pavimentos rígidos. LEMaC. Argentina.

Loria L., Navas A., Sebaaly Peter. 2009. Evaluación de métodos de diseño de sobrecapas asfálticas contra reflejo de grietas. XV CILA Congreso Ibero-Latino Americano del Asfalto. Portugal.

Martinez F., Angelone S. Desarrollo de un equipo de Test para valorar la resistencia a la reflexión de fisuras de mezclas asfálticas. XXXV Reunión del asfalto, IMAE, Rosario, Argentina. Año 2008.

Montestrusque G. Bloqueo del agrietamiento por reflejo con el uso de geomalla. 11 Congreso Ibero- latinoamericano del Asfalto. Año 2001.

Prieto J. N. et. al. Application of the wheel reflective cracking test for assessing geosynthetics in anti-reflection pavement cracking systems. Geosynthetics International, 2007, 14, No. 5.

Ricci L., Botasso G., Delbono L., Fensel E., Rivera J., Seligmann M. 2010. Evaluación de un Geocompuesto como Sistema de Membrana Antifisura S.A.M.I. XXXVI Reunión del Asfalto. Argentina.

Ricci L., Fensel E., Delbono H., Botasso G. 2011. Evaluación de distintas membranas tipo S.A.M.I. para rehabilitación de pavimentos asfálticos deteriorados. XVI CILA – Congreso Ibero-Latinoamericano del Asfalto. Brasil.

Rocha R. Estudo da Prevenção de Trincas de Reflexão em Pavimentos Semi-rígidos. Instituto Tecnológico de Aeronáutica. San Jose Dos Campos. Brasil. Año 2009.

Rodrigues R.M., Montestruque Vilchez G. 2010. Implementación computacional de un modelo para la previsión de la propagación de fisuras en recapados asfálticos. Instituto Tecnológico Aeroespacial (ITA). Brasil.

Rodríguez C., Dal Farra A. 1998. Geotextiles en Repavimentación Asfáltica– Balance y Perspectivas Actuales de su Aplicación en la República Argentina. Comisión Permanente del Asfalto. Argentina.

CONSTRUIMOS, MANTENEMOS, CREAMOS.
www.arhelport.com
helport

PARÁMETROS COMUNES PARA LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS VIALES

AUTOR:
Ing. Luis Miguel **Girardotti** (*)
Barimont S.A. Consultora – Firma asociada a la Cámara Argentina de Consultoras de Ingeniería (CADECI)

RESUMEN
La evaluación de proyectos en general y de proyectos viales en particular requiere de la adopción de un conjunto de parámetros que inciden en forma significativa en los resultados.
A los efectos de que las evaluaciones económicas resulten comparativas y, de ese modo, los proyectos puedan ordenarse prioritariamente, es necesario que todos los proyectos sean evaluados con los mismos parámetros.
En este trabajo se sugieren metodologías para la determinación de los siguientes parámetros a utilizar en las evaluaciones de proyectos viales:
• Valor del tiempo de pasajeros y ocupantes de vehículos.
• Tasas de accidentes para distintos tipos de infraestructura vial.
• Costo derivado de accidentes por muertes, lesiones, discapacidades, gastos administrativos y daños materiales.
• Precio sombra de los combustibles.

1. VALOR DEL TIEMPO DE PASAJEROS Y OCUPANTES DE VEHÍCULOS

1.1 Introducción
El tiempo, valuado apropiadamente, constituye uno de los componentes del costo de viaje en cualquier modo de transporte, conjuntamente con los costos operativos, propios del modo de que se trate.

El tiempo constituye un recurso que se comporta de una manera particular. Se podría decir que es un recurso intangible, aunque perceptible y medible. A diferencia de los recursos materiales, tales como el combustible o los neumáticos, el tiempo se consume sin poder evitarlo y tampoco es posible reservarlo. No obstante puede asegurarse que tiene valor desde el momento en que la mayoría de los pasajeros y dadores de cargas están dispuestos a pagar para reducir el tiempo de viaje.

Los beneficios provenientes de los ahorros de tiempo de viaje constituyen una parte importante de los beneficios totales, ya sea valuados a precios del usuario o a precios sociales. En el caso del transporte urbano, los ahorros de tiempo constituyen uno de los principales beneficios de cualquier mejora que se proponga.

En general, puede decirse que el valor del tiempo no resulta ser un valor único para todos los individuos dado que las personas tienen distintas apreciaciones sobre la utilidad que representa un determinado ahorro de tiempo de viaje. El valor que cada individuo asigna a su tiempo depende de sus ingresos, del motivo de viaje, del momento en que realiza el viaje y de la duración del mismo.

El valor del tiempo se calcula para ser utilizado en dos de los procesos que habitualmente se realizan en la disciplina del planeamiento del transporte. Estos procesos son la elección del modo y/o de la ruta para la realización de un viaje y el cálculo de beneficios por mejoras en el sistema de transporte. Por esta razón podría afirmarse que existen en realidad dos conceptos diferenciados sobre valor del tiempo. Uno es el que cada individuo asigna al suyo propio y tiene en cuenta para elegir el modo y la ruta de viaje y el otro es el valor que representa para la economía el tiempo de las personas. El primer concepto es el utilizado en los procesos de asignación de viajes y división modal (elección de ruta y modo) y el segundo en la evaluación de proyectos de transporte.

1.2 Criterios para la valoración de tiempo
No existe ninguna duda sobre la asignación de valor al tiempo insumido en viajes cuando éstos se realizan durante el tiempo de trabajo o tiempo remunerado. Con respecto al tiempo de viaje con motivos distintos a trabajo se adopta el criterio de que a todo aumento de satisfacción personal debe asignársele un valor, dado que dicho aumento contribuye al bienestar de la comunidad.

De acuerdo con lo que coinciden todos los economistas y los planificadores de transporte, el valor del tiempo de viaje con motivo trabajo es la productividad marginal del individuo que viaja, es decir su salario o ingreso, incluyendo los costos asociados al empleo, tales como aportes jubilatorios obra social y otros. El tiempo de viaje por negocios se valoriza de la misma manera.

Admitiendo que el salario o ingreso remunera a las personas para que dediquen su tiempo a trabajar y renuncien al ocio, entonces el valor del tiempo de viaje por motivos diferentes a trabajo/negocios deberá ser valorado como diferencia entre el salario/ingreso y los valores del esfuerzo y las habilidades puestos en el trabajo. Este valor del tiempo deberá ser necesariamente menor que el salario/ingreso. Como resulta imposible cuantificar el esfuerzo y las capacidades para el trabajo, generalmente se concluye en adoptar un valor del 30% del valor por motivo trabajo, valor que si bien arbitrario resulta razonable.

Además de la discriminación del valor del tiempo por motivo de viaje, y debido a la distinta asignación personal del valor del tiempo que efectúan las personas, se adoptan valores diferenciados al tiempo de viaje en modos privados y en modos públicos. Para ello se consideran dos niveles de ingreso: alto, correspondiente a ocupantes de automóviles y camionetas y bajo, correspondiente a ómnibus y colectivos.

La información necesaria para la determinación del valor del tiempo proviene de la Encuesta Permanente de Hogares (EPH) del INDEC, realizada en 31 aglomerados urbanos que componen unos 18.000 hogares y 57.000 individuos. Esta encuesta expandida es representativa de una población de 8 millones de hogares y 25,2 millones de individuos.

La EPH es realizada trimestralmente, contándose con los microdatos de las encuestas realizadas desde 2003[1] . Para este trabajo se utilizó la información más reciente, correspondiente al año 2011. El siguiente cuadro muestra los ingresos mensuales por decil de la población:

Ingreso Total Individual ($/mes) — **Año 2011**

Decil	Trimestre				Estimación Junio 2012
	1	2	3	4	
01	367	355	386	417	460
.02	835	832	915	972	1,073
03	1,114	1,129	1,255	1,325	1,464
04	1,478	1,412	1,623	1,632	1,803
05	1,894	1,864	2,030	2,071	2,287
06	2,228	2,243	2,597	2,621	2,895
07	2,745	2,779	3,172	3,110	3,435
08	3,359	3,417	4,021	3,853	4,255
09	4,463	4,477	5,262	5,092	5,625
10	8,109	8,095	9,657	9,128	10,082
Promedio	2,659	2,660	3,092	3,022	3,338

Este cuadro fue elaborado a partir de los microdatos de la EPH mediante un procesamiento en hoja de cálculo utilizando tablas dinámicas.

La estimación de los ingresos a Junio 2012 se realizó proyectando los ingresos del 4to. trimestre de 2011 a la tasa mensual de variación del ingreso promedio observada en el año 2011, la que resultó ser de 1,43% mensual.

Se adoptó la hipótesis de que el 70% de la población pertenece al estrato de bajos ingresos (pasajeros de modos públicos) y el 30% al de altos ingresos (pasajeros de modos privados). De acuerdo a esa distribución, se calcularon los valores de salarios horarios. Esos valores horarios fueron afectados por un factor que tiene en cuenta los aportes realizados al sistema de seguridad social y a las obras sociales por los empleados y los empleadores, dado que se trata de ingresos futuros, en un caso, y de prestaciones en el otro.

	Altos Ingresos
Ingreso promedio ($/mes)	6,654
Horas anuales (horas/año)	2000
Salario horario ($/hora)	39.92
Factor aportes	1.37
Valor hora ($/hora)	54.70
	Bajos Ingresos
Ingreso promedio ($/mes)	1917
Horas anuales (horas/año)	2000
Salario horario ($/hora)	11.50
Factor aportes	1.37
Valor hora ($/hora)	15.76

El factor aportes está conformados de la siguiente manera:

Aportes	Empleado	Empleador	Total
Jubilatorio	11%	17%	28%
Obra Social	3%	6%	9%
Total	14%	23%	37%

De acuerdo al método de cálculo desarrollado, el valor del tiempo de viaje resultante es el siguiente:

A valores de junio 2012

Tipo de vehículo	Categoría	Motivo	$/hora
Automóvil	Conductor	Trabajo	54.70
		Otros motivos	16.41
	Pasajero (1)	Trabajo	27.35
		Otros motivos	8.20
Omnibus	Pasajero	Trabajo	15.76
		Otros motivos	4.73

(1) Para pasajeros de automóviles de adopta un 50% del valor del conductor.

La Dirección Nacional de Vialidad calcula el valor del tiempo juntamente con los costos operativos de vehículos. Estas publicaciones se realizan aproximadamente una vez por año. La última corresponde a agosto de 2011 y presenta los siguientes valores:

A valores de agosto de 2011

Tipo de vehículo	Categoría	Motivo	$/hora
Automóvil	Conductor	Trabajo	50.85
		Otros motivos	15.26
	Pasajero (1)	Trabajo	23.50
		Otros motivos	7.05
Omnibus	Pasajero	Trabajo	23.50
		Otros motivos	7.05

(1) Para pasajeros de automóviles la DNV adopta un 46,21% del valor del conductor.

[1] Los microdatos son los registros correspondientes a cada hogar y a cada individuo encuestados. Los archivos conteniendo los microdatos se encuentran disponibles en la página del INDEC, en formato compatible con hoja de cálculo.

Utilizando la metodología propuesta en este trabajo se calculó el valor del tiempo correspondiente a 3er. trimestre de 2011, coincidente con la fecha de los valores de la DNV, esto permite comparar los resultados de ambas metodologías.

A valores del 3er. trimestre 2011

Tipo de vehículo	Categoría	Motivo	$/hora
Automóvil	Conductor	Trabajo	51.89
		Otros motivos	15.57
	Pasajero (1)	Trabajo	25.95
		Otros motivos	7.78
Omnibus	Pasajero	Trabajo	14.07
		Otros motivos	4.22

(1) Para pasajeros de automóviles de adopta un 50% del valor del conductor.

Se observa que para automóvil los valores de ambas metodologías difieren entre 2% y 10%, mientras que para ómnibus la diferencia es de -40%.

En un trabajo realizado en 1979 por la entonces Dirección Nacional de Planeamiento de Transporte, se utiliza el criterio del ingreso promedio de la población para caracterizar a los pasajeros de ómnibus y colectivos "por considerarse que en ese modo de transporte toda familia, perteneciente a cualquier estrato socioeconómico, puede realizar viajes ya sea con motivo trabajo o placer ". En otras palabras, lo que se quiere significar es que los usuarios de transporte público están representados por el promedio de la población.

Aplicando dicho criterio, los valores del tiempo para modos púbicos son los siguientes:

A valores del 3er. trimestre 2011
Utilizando el ingreso medio de la población

Tipo de vehículo	Categoría	Motivo	$/hora
Omnibus	Pasajero	Trabajo	25.42
		Otros motivos	7.62

En este caso las diferencias con los valores de la DNV son de 8,2%, mucho más próximas.
A valores de junio 2012, el cuadro para ómnibus, calculado con la presente metodología es el siguiente:

Utilizando el ingreso medio de la población

Tipo de vehículo	Categoría	Motivo	$/hora
Omnibus	Pasajero	Trabajo	27.44
		Otros motivos	8.23

La aplicación de este último criterio da resultados más acordes con lo que razonablemente podría aparecer como más representativo de la realidad.

Otro aspecto que se deberá tener en cuenta es el crecimiento de los ingresos. La valoración del tiempo de viaje deberá ser ajustada de acuerdo al crecimiento del ingreso per cápita. Generalmente se utiliza un conjunto único de valores del tiempo por lo que es recomendable que ese conjunto corresponda al año medio del período de análisis.

La metodología propuesta permite determinar el valor del tiempo de viaje utilizando información disponible en cualquier momento, no siendo necesaria la actualización de valores más antiguos.

2. CONSIDERACIÓN DE LOS ACCIDENTES VIALES EN LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS

2.1 Introducción

Los proyectos viales deben ser realizados de acuerdo a normas de diseño seguras, las que en los últimos años han evolucionado notablemente. En contrapartida, los diseños realizados con estas normas resultan más caros que con las normas antiguas, lo que hace necesaria la consideración de la reducción de accidentes en la evaluación de proyectos viales a los efectos de que los proyectos más seguros sean parte de los programas de inversiones.

La consideración de beneficios por reducción de accidentes viales enfrenta dos dificultades, las que son:
• Dificultad para valorizar correctamente los accidentes.
• Dificultad para predecir la reducción de accidentes que producirá un determinado proyecto.

Ambas dificultades se relacionan con la debilidad estadística que presenta la información sobre accidentes disponible en nuestro país.

La consideración de la reducción de accidentes en nuestro país ya estaba contemplada en la evaluación de proyectos en la década del 70, tal como se observa en la Guía para Estudios de Factibilidad de Obras Viales (Guía Amarilla), realizada por Sociedad Argentina de Estudios para la Dirección Nacional de Vialidad en 1972.

El presente trabajo intenta aportar elementos que ayuden a una adecuada incorporación de los costos de accidentes en el análisis económico de proyectos viales.

[2] *Los En ambas escalas las denominaciones fueron traducidas del inglés por el autor.*

2.2 Categorización de los accidentes

A los efectos de la valoración o apreciación de los accidente es necesario en primer lugar categorizarlos. La categorización se realiza con respecto a la severidad del accidente.

En Estados Unidos la policía, que interviene en todos los accidentes viales, informa los accidentes según seis categorías de severidad creciente: 1) menor; 2) moderado; 3) serio; 4) severo; 5) crítico y 6) fatal. La FHWA (autoridad vial de ese país) utiliza una clasificación de cinco categorías: 1) daños materiales solamente; 2) posible (víctimas leves); 3) evidente (víctimas de gravedad); 4) incapacitante (víctimas muy graves e incapacidades) y 5) fatal (víctimas fatales) .

Las autoridades viales de Estados Unidos establecen valores promedio para cada una de las categorías para ser utilizadas en el costeo de accidentes y en evaluación de proyectos. El siguiente cuadro muestra los valores fijados, expresados en dólares del año 2000. Valores expresados en dólares por vehículo involucrado para daños solamente y en dólares por víctima para el resto de las categorías.

Se observa que la categoría "crítico", en el subtotal de costos de las víctimas, presenta valores mayores que para la categoría "fatal". Eso es debido a que aquella categoría incluye los costos de pérdida de capacidades y rehabilitación.

El concepto pérdida de calidad de vida incluye valores arbitrariamente fijados que tratan de valorizar los perjuicios intangibles que sufren víctimas y deudos, tales como pena, dolor, sufrimiento y daño moral. Como se observa, en el caso de Estados Unidos, esos valores son extraordinariamente altos, lo que puede verificarse también en la Unión Europea.

Para nuestro país es imposible adoptar categorizaciones como las anteriores por falta de información. La categorización más frecuentemente utilizada y aceptada en la mayoría de los países en desarrollo es la siguiente:

- **Fatal.** Accidente en el cual se produce por lo menos una víctima fatal.
- **Grave.** Accidente en la que se produce por lo menos un herido grave, pero sin víctimas fatales.
- **Leve.** Accidente en el que se produce por lo menos un herido leve, pero sin víctimas fatales ni heridos graves.
- **Daños materiales solamente.** Accidente en el que no se producen víctimas de ningún tipo.

2.3 Valor o costo de accidentes viales

El valor de los accidentes tiene tres componentes. En primer lugar están los costos directos o gastos generados por un accidente tales como bienes destruidos o dañados, gastos de intervención policial, judicial y de seguros, gastos médicos, etc. Estos gastos son cuantificables con el auxilio de estadísticas o bien, a falta de éstas, de estimaciones.
En segundo lugar están los costos de pérdidas de ingresos o producción. La cobertura de estos costos no se realiza efectivamente en el momento del accidente, sino que estos costos significan bienestar perdido que sufrirá la sociedad en el futuro.

Finalmente, y en tercer lugar, están los costos intangibles que constituyen lo que se denomina *sufrimiento, pena y daño moral*, que aparecen como consecuencia de los accidentes. En este rubro se inscriben los daños que sufren los deudos de los fallecidos y las víctimas no mortales, tales como tratamientos dolorosos, rehabilitaciones y discapacidades[3].

[3] Por razones obvias resulta imposible valorar una vida y aún los daños físicos de los heridos. La vida humana es el valor más importante a salvaguardar por la sociedad al igual que el evitar el sufrimiento, pero dado que nunca existen los recursos suficientes para realizar todas las obras que evitarán la pérdida de vidas y el sufrimiento de las víctimas no fatales, es necesario elegir aquellos proyectos que sean económicamente viables y que reduzcan la producción de accidentes y para tal fin es necesario poner valor a la vida y al daño moral.

Componente de costos de accidentes	Severidad						
	Daños Solamente	1 Menor	2 Moderado	3 Serio	4 Severo	5 Crítico	6 Fatal
Componentes de víctimas							
Médicos	0	2,380	15,625	46,495	131,306	332,457	22,095
Servicios de emergencia	31	97	212	368	830	852	833
Pérdida de ingresos	47	2,321	32,339	92,529	134,448	588,013	786,899
Administrativos	167	1,143	13,843	38,967	70,718	156,244	147,960
Subtotal	245	5,941	62,019	178,359	337,302	1,077,566	957,787
Componentes materiales							
Demoras del tránsito	803	777	846	940	999	9,148	9,148
Daños materiales	1,484	3,844	3,954	6,799	9,833	9,446	10,273
Subtotal	2,287	4,621	4,800	7,739	10,832	18,594	19,421
Total	2,532	10,562	66,819	186,098	348,134	1,096,160	977,208
Pérdida de calidad de vida		4,455	91,137	128,107	383,446	1,306,836	2,389,179
TOTAL	2,532	15,017	157,956	314,205	731,580	2,402,996	3,366,387

Fuente: The Economic Impact of Motor Vehicle Crashes 2000, National Highway Traffic Safety Administration, mayo 2002.

Para la segunda y tercera categoría de costos se deben aplicar procedimientos específicos a los efectos de cuantificarlos. Para ello pueden aplicarse diversos métodos. Estos métodos son los siguientes:

• **Producción bruta.** También llamado capital humano. En este método se cuantifican las pérdidas de ingresos, de acuerdo a los salarios medios.
Para el caso de los fallecidos se toman los ingresos perdidos descontados desde el fallecimiento hasta la edad correspondiente a la esperanza media de vida.
• **Producción neta.** Este método difiere del anterior en que en lugar de los ingresos brutos se consideran los ingresos netos, como diferencia entre los ingresos brutos y el consumo del individuo fallecido.
• **Seguros de vida.** Según este método el costo de los accidentes es el valor en que están asegurados los participantes en los mismos. No es un método aceptable por la diferencia de criterio con que se aseguran las personas.
• **Fallos judiciales.** A los inconvenientes de la falta de información se le deben agregar las diferencias que presentan los fallos ante casos similares.
• **Disposición a pagar.** Este constituye un método aceptable pero para que pueda ser aplicado se deberían realizar encuestas, las que hasta este momento no fueron realizadas.

De acuerdo a las recomendaciones de organismos tales como el Banco Mundial, la Administración Federal de Carreteras (FHWA, EE.UU) y el Laboratorio de Investigaciones en Transporte (TRL, Reino Unido) se considera que el mejor método es el primero de los nombrados, es decir el método de la Producción Bruta.

Con respecto al tercer ítem, o costos de dolor humano, no existe una metodología ni siquiera aproximada de cuantificación, aunque se conviene que es necesario asignarle un valor.

Los antecedentes citados anteriormente muestran valores extremadamente altos, difícilmente aplicables en nuestro país, si bien el valor de una vida y el sufrimiento debería ser igual para todas las sociedades, los valores deben ser acordes con los recursos disponibles de manera que todos los aspectos de los proyectos sean considerados.

2.4 Valor de una Vida

Para la estimación del valor de una vida se recurre al método del valor presente de los ingresos que la víctima hubiera tenido desde el momento del fallecimiento hasta la esperanza media de vida.

Los ingresos medios se obtienen de la Encuesta Permanente de Hogares, ya utilizada para determinar el valor del tiempo, y ese valor es de 3.338 pesos por mes, a valores de junio 2012.
Las víctimas pueden ser de distintas edades, ser activas o pasivas y tener ingresos propios o no. Para determinar el valor correspondiente a cada rango de edad y situación de actividad se recurre a criterios aplicados en un trabajo realizado por FIEL .

En dicho estudio se le asigna a los distintos rangos de edades y situación de actividad factores de asignación de ingresos. El siguiente cuadro muestra los valores asignados a cada edad, suponiendo una tasa de desocupación de 7% (supuesta a largo plazo) y un factor de aportes de 1,37.

Rangos de edad	Categoría de actividad	Condición ocupacional	Factor de asignación	Ingreso promedio $/mes	Porcentaje en la población	Edad media años	% de fatalidades por rango	Valor actual ingresos $
0 – 12	PNEA		10%	425	21.95%	6	8.00%	294,188
13 – 17	PNEA		30%	1,276	8.79%	15	8.47%	540,798
18 - 64	PEA	Ocupados	100%	4,573	42.32%	41	72.76%	582,228
		Desocupados	100%	4,253	3.19%	41		
	PNEA	Desoc. vol.	100%	4,253	13.52%	41		
> de 64	PNEA		20%	851	10.23%	69	10.78%	61,666
Promedio				2,938	100.00%	39	100.00%	499,596

Para la estimación del ingreso promedio de cada rango etario se parte de la distribución por edades de la población del país según el censo 2010.

Luego para cada rango de edad, de acuerdo al trabajo de FIEL, se asigna un valor según la siguiente expresión:

$$I_e = f_a \cdot (1 - t_d) \cdot IM \cdot f_s$$

Ie = ingreso medio del rango etario.
fa = factor de asignación del ingreso al rango etario, estimado por FIEL[5].
IM = ingreso medio individual de la población ocupada (EPH).
td = tasa de desocupación.
$(1 - td)$ = probabilidad de encontrar trabajo. Este factor no se aplica a los ocupados.
fs = factor de aporte a la seguridad social.

Esta expresión calcula el valor que cada rango etario y condición de actividad tiene de acuerdo a una distribución estimada y la probabilidad de encontrar trabajo.

Para cada rango de edades se calcula el valor presente de los ingresos a partir de la edad media hasta la esperanza media de vida. En cada caso se consideran los ingresos correspondientes a cada rango. Por ejemplo: para el rango de 0 a 12 años se considera el ingreso correspondiente a ese rango desde los 6 hasta los 12 años, luego se considera el ingreso del rango siguiente y así sucesivamente hasta la esperanza media de vida[6].
Luego se calcula el promedio ponderado según el porcentaje de fallecimientos en accidentes de tránsito en cada rango de edad.
La distribución de los fallecimientos por edad es la siguiente:

[5] A diferencia del estudio de FIEL, para los desocupados se adopta un factor de asignación igual al 100% por tratarse del salario de oportunidad del desocupado. Sí se aplica el factor (1-td) como probabilidad de encontrar trabajo.
[6] La esperanza media de vida en Argentina es de 78 años.

Fuente: Agencia Nacional de Seguridad Vial

Otro aspecto que debe ser considerado es el del crecimiento del ingreso, dado que la economía tiene un crecimiento histórico positivo. Suponiendo un crecimiento de la economía a largo plazo de 4% y adoptando el crecimiento poblacional 2001-2010 de 1,13%, el crecimiento del ingreso será de 2,8%. Esta metodología permite determinar un valor de la vida representativo de toda la población, independientemente de cualquier clasificación, ya sea por edad o por situación de actividad.

El siguiente cuadro muestra el valor de una vida, según la metodología propuesta:

Valor presente de los ingresos perdidos (12%)		499,596
Gastos asociados	15.0%	74,939
Subtotal		574,535
Sufrimiento, pena y daño moral	38%	218,323
Valor de una vida		792,858

Los gastos asociados son los servicios de emergencia, gastos médicos y administrativos y legales, estimados en 15%, de acuerdo a la bibliografía citada.

El porcentaje correspondiente a sufrimiento, pena y daño moral es el valor recomendado en la publicación Overseas Note 10 del Transport Research Laboratory (1995).

El único antecedente con que se cuenta en Argentina para comparar el monto calculado es un valor que surge de información estadística sobre riesgos del trabajo publicada por la Superintendencia de Seguros de la Nación. De dicha estadística se desprende que el valor pagado, por todo concepto, por las aseguradoras de riesgos del trabajo por un fallecido en accidente laboral es de $249.487, a valores de enero 2010, valor que actualizado a mayo de 2012, mediante el Indice de Salarios Nivel General, es de $440.000. Es un valor menor que el estimado en este trabajo, pero también se debe entender que se trata de poblaciones distintas, siendo la población laboral asegurada más estrecha que la población total, ya que cubre solamente a 8,4 millones de personas, aproximadamente.

Existe, además, un trabajo (Miller, 2000) en el que se determina el valor estadístico de una vida (VOSL, según sus siglas en inglés[7]) para un conjunto de países. El siguiente cuadro muestra esos valores para un grupo de países de América Latina, entre ellos la Argentina.

VOSL: estimaciones para América Latina
Miles de u$s 1995

País	Rango de valores		Mejor estimación	PBI/cápita
	Límite inferior	Límite superior		
Argentina	1,000	1,500	1,200	8,720
Brasil	500	900	680	4,820
Chile	600	900	650	4,598
México	500	800	500	3,529
Perú	300	800	360	2,490
Uruguay	700	1,100	820	5,857
Venezuela	400	800	520	3,678
Media Mundial	630	900	650	4,608
Estados Unidos	3,300	4,500	3,670	28,206
Unión Europea	2,500	3,600	2,730	20,714

Fuente: Miller (2000)

Se observa que para Argentina se consignan valores entre un millón y un millón y medio de dólares de 1995, siendo 1,2 millones la mejor estimación. Estos valores son citados en el Manual de Evaluación Económica de Proyectos de Transporte, del BID, y contrastan con los estimados en este trabajo, del orden de los 175.000 dólares de 2012.

2.5 Costos de víctimas no fatales [8]

Este es otro aspecto en que se debería ubicar información a los efectos de mejorar la calidad de las estimaciones. A continuación se realizan estimaciones groseras basadas en algunas averiguaciones y aplicación de juicio técnico.

Herido Leve			**$/HL**
Servicio de emergencia:			500
Tiempo de internación:	1	día	500
Medicamentos:			500
Honorarios médicos			700
Pérdida de días de trabajo:	5	días	835
Pérdida de calidad de vida:	8%	(1)	243
Total			3,277

Herido Grave (2)			**$/HG**
Servicio de emergencia:			500
Tiempo de internación:	30	días	15,000
Medicamentos:			5,000
Honorarios médicos			7,000
Rehabilitación			15,000
Pérdida de días de trabajo:	40	días	6,676
Pérdida de calidad de vida:	100%	(1)	49,176
Total			98,352

(1) Porcentajes recomendados por la publicación Overseas Note 10 (TRL, 1995)
(2) Incluye discapacidades temporarias y permanentes

El ítem pérdida de calidad de vida es el valor asignado al sufrimiento y daño moral.

2.6 Costos de los daños materiales [8]

La única información estadística sobre daños materiales de accidentes viales proviene de la Superintendencia de Seguros de la Nación. Para el período julio 2009 - junio 2010, los siniestros pagados por las compañías de seguros son los siguientes:

Hecho Generador	Siniestros Pagados $	Número de Siniestros	Promedio $/siniestro
Daños a cosas	941,895,923	874,371	1,077
Daño parcial	658,989,870	422,874	1,558
Daño total	277,836,790	10,242	27,127
Siniestro medio	1,878,722,583	1,307,487	1,437

Esta estadística no es directamente aplicable dado el alto número de siniestros denunciados. Es evidente que las compañías de seguros cubren una cantidad muy grande de accidentes, algunos de mínima importancia, que no son registrados en ninguna estadística accidentológica. Por ejemplo la Agencia Nacional de Seguridad Vial, del Ministerio del Interior, registra 180.029 accidentes para el año 2009 y 174.828 para el año 2010, cifras significativamente menores a la señalada por la estadística de seguros. Por otro lado los pagos realizados por las compañías de seguros son a los asegurados, los que generalmente pueden ser más de uno en cada accidente.

Este es un aspecto que debe ser investigado a los efectos de contar con datos de mejor calidad. Mientras tanto se realizó una estimación grosera, basada en algunos casos particulares y en el juicio técnico.

Promedio de vehículos involucrados por accidente:			1.5	veh/acc.
Categoría				
Daños solamente:	5,000	$/veh	7,500	$/acc.
Accidente leve:	10,000	$/veh	15,000	$/acc.
Accidente grave	20,000	$/veh	30,000	$/acc.
Accidente fatal	30,000	$/veh	45,000	$/acc.

2.7 Tasas de accidentes

El cálculo de los beneficios por reducción de accidentes se realiza a través de la diferencia de las tasas accidentológicas aplicadas a las situaciones sin y con proyecto.

Las tasas de accidentes para secciones de camino vienen expresadas como *número de accidentes por recorrido (vehículo-kilómetro)*. Generalmente la unidad de recorrido es 100 millones de vehículo-kilómetro.

En el caso de intersecciones o ubicaciones puntuales, las tasas de accidentes vienen expresadas como número de accidentes por vehículos entrantes o pasantes. Generalmente la unidad es millón de vehículos entrantes o pasantes.

En el caso de contar con estadísticas confiables de accidentes para la situación sin proyecto se podrán determinar las tasas para dicha situación . En caso contrario se deberán aplicar tasas que se correspondan con las características del camino existente.

Para la situación con proyecto se deberán utilizar tasas de accidentes que correspondan a las características del proyecto.
En Argentina la recopilación y procesamiento de estadísticas de accidentes es incipiente. La Dirección Nacional de Vialidad (DNV) publica estadísticas de accidentes en la Red Nacional sin concesionar. Se cuenta con información para los años 2003, 2004 y 2005. Se dispone también de información sobre accidentes en la Red Nacional concesionada para año 1996.

Las tasas accidentológicas que resultan de ambas fuentes son las siguientes:

Tasas de accidentes	Unidades	Dirección Nacional de Vialidad (1) Año				OCCOVI RN 9 (2)
		2003	2004	2005	Promedio	1996
Accidentes totales	at/10^8 VKM	19,82	20,17	21,53	20,51	32,13
Accidentes con víctimas	acv/10^8 VKM	15,36	13,69	14,28	14,44	15,36
Accidentes fatales	af/10^8 VKM	4,22	3,71	3,47	3,80	2,90
Mortalidad	m/10^8 VKM	5,59	4,78	4,37	4,91	3,78
Accidentes con heridos	ach/10^8 VKM	11,14	9,98	10,81	10,64	12,47
Daños solamente	ads/10^8 VKM	4,46	6,48	7,25	6,06	16,77
Muertos por accidente		1,32	1,29	1,26	1,29	1,30

Fuente: DNV, OCCOVI (1) Caminos de 2 carriles (2) Autopista de 4 carriles

DNV 2003-2005
OCCOVI 1996
Caminos rurales

Tipo de Camino	Tasas de Accidentes (1)			
	Total	Daños Solamente	Con Heridos	Fatales
Caminos 2 carriles	20.51	6.06	10.64	3.80
Autopista 4 carriles	32.13	16.77	12.47	2.90

(1) Accidentes por 100,000,000 VKMA

La información disponible en la base de datos de accidentes de la DNV permite solamente la clasificación de los accidentes en tres categorías: fatales, con heridos y daños solamente.

El registro de accidentes, cualquiera sea la fuente, es más riguroso cuanto mayor sea la gravedad de los accidentes, por lo que puede suponerse que las tasas de accidentes con víctimas representan correctamente la situación real.

El cuadro anterior muestra información proveniente de fuentes distintas. La información que corresponde a caminos de 2 carriles (rutas nacionales no concesionadas) proviene de los partes policiales, en los que posiblemente se registren menos accidentes que los realmente ocurridos, sobre todo los de menor gravedad. Para autopistas, la información proviene de los concesionarios, los que por encontrarse operando el camino probablemente recolecten información más completa. Esa seguramente debe ser la razón por la cual las tasas de accidentes totales, daños solamente y con heridos son mayores que en caminos de 2 carriles, mientras que la tasa de accidentes fatales es menor en autopistas.

A los efectos de comparación se obtuvo información sobre tasas de accidentes de Estados Unidos, país que tiene muy buena información estadística.

La información obtenida corresponde a dos estados: Kansas y Oregon. Los siguientes cuadros muestran dichas tasas:

Estado de Kansas
Años 2004-2008
Caminos rurales

Tipo de Camino			Tasas de Accidentes (1)				VKMA (2)	TMDA Medio
Carriles	IND/DIV	Control Acc.	Total	Daños Solamente	Con Heridos	Fatales		
2	IND	Sin	95.64	76.31	17.98	1.35	37,261	8,141
4	IND	Sin	141.63	108.07	32.58	0.98	1,016	20,093
4	IND	Parcial	93.60	67.11	26.49	0.00	340	29,069
4	DIV	Sin	52.56	40.49	11.60	0.47	845	18,417
4	DIV	Parcial	59.37	45.52	12.85	0.99	5,432	20,069
4	DIV	Total	41.52	32.44	8.73	0.36	28,987	32,052
6	DIV	Total	20.10	16.28	3.82	0.00	1,204	86,857

(1) Accidentes por 100,000,000 VKMA
(2) Millones

Camino de 2 carriles

Tipo de Camino			Tasas de Accidentes (1)				VKMA (2)	TMDA Medio
Carriles	IND/DIV	Control Acc.	Total	Daños Solamente	Con Heridos	Fatales		
2	IND	Sin	95.64	76.31	17.98	1.35	37,261	8,141
Distribución porcentual				79.79%	18.80%	1.41%		

Multicarriles (autovías)

Tipo de Camino			Tasas de Accidentes (1)				VKMA (2)	TMDA Medio
Carriles	IND/DIV	Control Acc.	Total	Daños Solamente	Con Heridos	Fatales		
4	IND	Sin/Parcial	129.60	97.81	31.05	0.74	1,356	21,778
4	DIV	Sin/Parcial	58.45	44.85	12.68	0.92	6,277	19,830
Autovías			71.09	54.25	15.94	0.89	7,633	20,176
Distribución porcentual				76.32%	22.43%	1.25%		

Autopistas

Tipo de Camino			Tasas de Accidentes (1)				VKMA (2)	TMDA Medio
Carriles	IND/DIV	Control Acc.	Total	Daños Solamente	Con Heridos	Fatales		
4	DIV	Total	41.52	32.44	8.73	0.36	28,987	32,052
6	DIV	Total	20.10	16.28	3.82	0.00	1,204	86,857
Autopistas			40.67	31.79	8.53	0.34	30,191	34,238
Distribución porcentual				78.17%	20.98%	0.85%		

[8] Las estimaciones realizadas en este trabajo, si bien se trata de valoraciones groseras, fueron realizadas en forma conservadora. La utilización de estimaciones similares permiten considerar estos aspectos, que son necesarios, sin introducir desvíos en la evaluación.

[9] Se deberá contar con registro de accidentes de todo tipo de por lo menos un (1) año completo y datos de tránsito del mismo año sobre toda la extensión del proyecto.

Se observa que los caminos indivisos (IND) tienen mayores tasas que los de calzadas divididas (DIV), con la excepción de los caminos de 4 carriles sin control o con control parcial de accesos (autovías), en los que las tasas de accidentes fatales son mayores para los divididos.

A medida que aumenta el grado de control de accesos y el número de carriles, es decir a medida que aumenta la categoría del camino, disminuyen las tasas.

Lo mismo sucede con las tasas del Estado de Oregon, para el que sólo se pueden calcular tasas de accidentes totales y de muertes.

Estado de Oregon
Años 2003
Caminos rurales

Tipo de Camino	Tasas de Accidentes		VKMA (3)	TMDA Medio
	Total (1)	Muertes (2)		
Autopista	15.87	0.36	7,531	22,008
Arteriales Principales	48.01	1.74	8,164	4,933
Arteriales Menores	63.78	1.48	2,905	2,591
Colectores Mayores	78.05	1.98	756	913
Colectores Menores	80.51	0.00	5	244
Caminos Locales	500.96	0.00	3	333

(1) Accientes por 100,000,000 VKMA
(2) Fallecidos por 100,000,000 VKMA
(3) Millones

Comparando las tasas de accidentes de Argentina con las de ambos estados se puede concluir con lo siguiente:

- Las tasas de accidentes totales de EE.UU son mayores que las de Argentina, lo que revela que en nuestro país existe subregistración de accidentes, posiblemente los de daños solamente.
- En ambos casos las tasas de accidentes fatales disminuyen a medida que aumenta la categoría del camino.
- Las tasas de accidentes con víctimas de EE.UU son mucho menores que las de Argentina.

Como conclusión, puede decirse que el tema accidentes puede introducirse adecuadamente en el análisis económico de proyectos viales. Para cada caso en particular se deberá recolectar información sobre los accidentes ocurridos y determinar las tasas de accidentes sin proyecto. En caso de no contar con información específica podrá usarse la información de la DNV[10].

Las tasas de accidentes con proyecto pueden ser determinadas razonablemente bien a partir de los porcentajes de reducción que se observan en los cuadros anteriores, de acuerdo al tipo de camino que se proyecte. Por ejemplo, en el caso de un proyecto de duplicación de calzada, asumiendo un diseño vial de acuerdo a las mejores prácticas de seguridad, la reducción de los accidentes podría ser la siguiente:

[10] La Dirección Nacional de Vialidad publica anualmente el Informe SIAT (Sistema de Información de Accidentes de Tránsito) sobre las rutas nacionales no concesionadas.

Coeficientes de reducción:

De 2 carriles a autovía:

Total	Daños Solamente	Con Heridos	Fatales
0.74	0.71	0.89	0.66

De 2 carriles a autopista

Total	Daños Solamente	Con Heridos	Fatales
0.43	0.42	0.47	0.26

Fuente: elaboración propia a partir de la información del Estado de Kansas

2.8 Cálculo de beneficios por reducción de accidentes

La forma en que se calculan los beneficios para una sección de camino es la siguiente:

$$B_a = \left[\left(tf_0 - tf_1\right)\cdot Cf + \left(tg_0 - tg_1\right)\cdot Cg + \left(tl_0 - tl_1\right)\cdot Cl + \left(td_0 - td_1\right)\cdot Cd\right]\cdot 365\cdot TMDA_a \cdot L\cdot 10^{-8}$$

Donde:

B_a = beneficios anuales por reducción de accidentes.
tf_0, tf_1 = tasas de accidentes fatales sin y con proyecto respectivamente.
tg_0, tg_1 = tasas de accidentes graves sin y con proyecto respectivamente.
tl_0, tl_1 = tasas de accidentes leves sin y con proyecto respectivamente.
td_0, td_1 =tasas de accidentes con daños solamente sin y con proyecto respectivamente.
Cf = valor de un accidente fatal.
Cg = valor de un accidente grave.
Cl = valor de un accidente leve.
Cd = valor de un accidente con daños solamente.
$TMDA_a$ = tránsito medio diario anual en el año considerado.
L = longitud de la sección en kilómetros.

3. PRECIO DE LOS COMBUSTIBLES

3.1 Introducción

En general los costos y los beneficios de una actividad son valuados a los precios que la entidad o empresa explotadora debe pagar por ellos y esos precios son los de mercado. No obstante los precios de mercado, también llamados financieros, no necesariamente reflejan los verdaderos precios para la sociedad. Los impuestos, los subsidios, los cupos y los monopolios distorsionan los precios por lo que deben ser corregidos a los efectos de ser utilizados en el análisis económico de proyectos desde el punto de vista social.

El principal objetivo del análisis económico es el evaluar la contribución de un proyecto al bienestar general y para ello es necesario eliminar las distorsiones de los precios utilizando los denominados “precios sombra”, “precios económicos”, “precios de cuenta”, “precios de eficiencia” o “costos de oportunidad”. Estos precios de bienes y servicios se suelen llamar unificadamente “precios sociales”.

Los bienes pueden ser clasificados en “transables” o “no transables”. Los primeros son aquellos que pueden ser comerciados internacionalmente, o bien, aunque no lo sean por prohibiciones o por barreras arancelarias, existe un mercado internacional que fija un precio para ellos. Los bienes no transables son aquellos

que por sus características no pueden ser importados o exportados, tales como los bienes raíces y la mayoría de los servicios.

El criterio que habitualmente se sigue para la determinación de los precios sociales es el siguiente:
• Para los bienes transables se utiliza el precio de frontera más el costo de disponer del bien en el sitio del proyecto, libre de todo arancel e impuesto.
• Para los bienes no transables se utiliza el precio de mercado eliminando impuestos y subsidios.

3.2 Precio sombra de los combustibles

El combustible de vehículos y equipos es un bien transable, y por lo tanto tiene un costo de oportunidad que es el precio de frontera del petróleo más el costo de refinación, distribución y comercialización y los márgenes de refinación y de venta.

El precio del combustible se determina de la siguiente manera:

$$P_C = P_P + C_{RDC}$$

Donde:

P_C = precio del combustible en $/litro.
P_P = precio del petróleo ($/l).
C_{RDC} = costo de refinación, distribución y comercialización, incluye los márgenes de refinación y venta ($/l).

Se adopta como precio del petróleo el precio a que se comercializa el petróleo argentino, ese precio es el denominado WTI[11], cuya cotización, en dólares por barril, es conocida. El precio del petróleo en pesos por litro se determina de la siguiente manera:

$$P_P(\$/l) = \frac{WTI(u\$s/bb)}{158{,}97(l/bb)} \cdot Tc(\$/u\$s)$$

Los costos de refinación, distribución y comercialización fueron determinados a partir de información disponible en la página de la Agencia de Información de Energía de Estados Unidos[12]. En dicha fuente se puede consultar la apertura del precio de mercado de la nafta (gasolina regular) y del gasoil (diesel) en los siguientes ítems:
• Costo de refinación.
• Costo de distribución y comercialización.
• Costo de la materia prima (petróleo crudo).
• Impuestos.
El siguiente cuadro muestra la distribución de los componentes del precio de la nafta y el gasoil, promedio año 2011.

DISTRIBUCION DE LOS COMPONENTES DEL PRECIO DE LOS COMBUSTIBLES

	Nafta Promedio 2011		Gasoil Promedio 2011	
Precio	0.930 u$s/litro		1.015 u$s/litro	
	Porcentaje	**Monto**	**Porcentaje**	**Monto**
Distr. y com.	9%	0.084	12%	0.122
Refinación	11%	0.102	13%	0.132
Crudo	69%	0.642	63%	0.639
Impuestos	11%	0.102	12%	0.122

Fuente: Agencia de Información de Energía (EE.UU).

De acuerdo a la fuente, en Estados Unidos el precio del gasoil es superior al de la nafta, entre otras cosas porque ese combustible es utilizado también para la calefacción residencial. Para corregir esa distorsión se supone que en Argentina el costo de distribución y comercialización del gasoil es igual al de la nafta, hipótesis razonable ya que ambos productos se distribuyen en forma similar.
Los valores obtenidos son los siguientes:

Costos de Refinación, Distribución y Comercialización
En u$s/litro

Tipo de combustible	Refinación	Distribución y comerc.	Subtotal C_{RDC}
Nafta	0.102	0.084	0.186
Gasoil	0.132	0.084	0.216

En $/litro (1)

Tipo de combustible	Refinación	Distribución y comerc.	Subtotal C_{RDC}
Nafta	0.460	0.377	0.837
Gasoil	0.594	0.377	0.970

(1) Tipo de cambio: 4.50 $/u$s

De acuerdo a la cotización WTI de mayo de 2012 (95 u$s/bb), el precio sombra de los combustibles (nafta y gasoil) es:

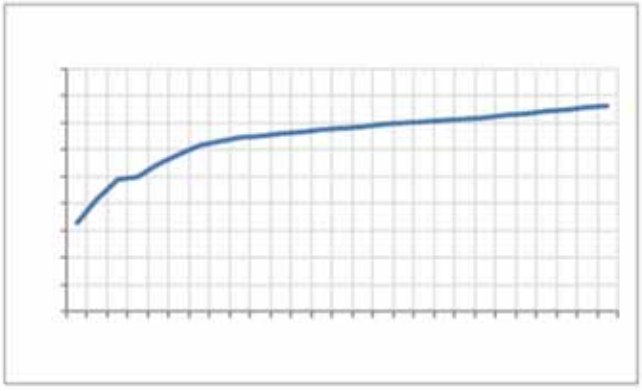
Nafta: Pn = 0,186 + 0,598 = 0,784 u$s/litro
Pn = 0,837 + 2,689 = 3,526 $/litro

Gasoil: Pg = 0,216 + 0,598 = 0,814 u$s/litro
Pg = 0,970 + 2.689 = 3,659 $/litro

[11] WTI (West Texas Intermediate) es el precio internacional de referencia con que se comercializa el petróleo de exportación e importación de Argentina.
[12] http://www.eia.gov/energyexplained/index.cfm?page=gasoline_factors_affecting_prices
http://www.eia.gov/energyexplained/index.cfm?page=diesel_prices

Los costos de refinación, distribución y comercialización determinados en este trabajo, a partir de información de Estados Unidos, pueden ser considerados como válidos en nuestro país. La producción de combustibles es un proceso que es igual en prácticamente todo el mundo, por lo que se admite que los costos de refinación, distribución y comercialización son costos estándar, aplicables a cualquier país.

La aplicación de esta metodología requiere que se proyecte el valor del petróleo dado que el análisis económico de un proyecto vial se extiende por varios años, 20 años en la generalidad de los casos. Las proyecciones del valor del petróleo las realiza el Departamento de Energía de Estados Unidos[13]. Los siguientes gráfico y cuadro muestran la última proyección disponible (junio 2012).



Precio del Petróleo Cudo (dólares 2012 por barril)

2009	2010	2015	2020	2025	2030	2035
65.73	83.67	123.21	133.51	139.71	145.96	152.80

Por ejemplo si se trata de un proyecto cuyo período de análisis se extiende hasta 2034 se puede adoptar un precio del petróleo en el punto medio de ese período, año 2023. Para ese año el precio del crudo será de 138 u$s/barril. El precio sombra de los combustibles será:

Nafta: Pn = 0,837 + 3,906 = 4,743 $/litro
Gasoil: Pg = 0,970 + 3,906 = 4,876 $/litro

3.3 Precio de los combustibles sin impuestos

Habitualmente se utiliza como precio sombra de los combustibles el precio de mercado sin impuestos. Esto tiene el inconveniente de que el precio interno, aunque sea corregido por impuestos y/o subsidios, no necesariamente refleja el costo de oportunidad de los combustibles, ya que existe intervención del Estado en la fijación de los precios que se abonan a la producción de crudo.

El precio sin impuesto puede ser determinado de dos maneras. La primera es descomponiendo el precio al público, en surtidor, en los distintos ítems en que está formado. Este es un método teórico basado en la siguiente formulación:

[13] *http://www.eia.doe.gov/oiaf/aeo/index.html*

$$Ps = Pfot + ICLG + IVA + IB + Mg + Fl$$
$$ICLG = t \;\; Pfot$$
$$IVA = \frac{(Ps \square IVA)}{1 + Tiva} \; Tiva$$
$$IB = i \;\; (Ps \square IVA)$$
$$Mg = b \;\; Ps$$

Donde:

Ps = precio del combustible en surtidor ($/litro).
$Pfot$ = precio del combustible ex-planta ($/litro).
$ICLG$ = impuesto a los combustibles líquidos y gaseosos ($/litro).
t = tasa del ICLG, 62% para las naftas y 19% para el gasoil.
IVA = impuesto al valor agregado ($/litro).
$Tiva$ = tasa del IVA, 21%.
IB = impuesto a los ingresos brutos ($/litro).
i = tasa de ingresos brutos, 3%.
Mg = margen del vendedor ($/litro)
b = tasa del margen del vendedor, 10,5% para las naftas y 7% para el gasoil.
Fl = transporte desde la planta a la estación de servicio, 0,0225 $/litro.

El precio económico o sin impuestos se determina de la siguiente manera:

$$Pe = Ps - ICLG - IVA - IB = Pfot + Mg + Fl$$

Según este método la descomposición de los precios de los combustibles, en la Ciudad de Buenos Aires, mayo de 2012, es la siguiente:

Naftas			
Precio surtidor	Ps:	6.07	$/l
Tasa ICLG	t:	62%	
Tasa IVA	Tiva:	21%	
Tasa IB	i:	3%	
Margen %	b:	10.50%	
Flete	Fl:	0.0225	$/l
ICLG	ICLG =	1.72	$/l
IVA	IVA =	0.75	$/l
Ing. Brut.	IB =	0.16	$/l
Margen	Mg =	0.64	$/l
Precio FOT	Pfot =	2.77	$/l
Precio económico	Pe =	3.43	$/l
Impuestos	Imp =	2.63	$/l

Gasoil			
Precio surtidor	Ps:	5.84	$/l
Tasa ICLG	t:	19%	
Tasa IVA	Tiva:	21%	
Tasa IB	i:	3%	
Margen %	b:	7.00%	
Flete	Fl:	0.0225	$/l
ICLG	ICLG =	0.70	$/l
IVA	IVA =	0.89	$/l
Ing. Brut.	IB =	0.15	$/l
Margen	Mg =	0.41	$/l
Precio FOT	Pfot =	3.67	$/l
Precio económico	Pe =	4.10	$/l
Impuestos	Imp =	1.74	$/l

El segundo método consiste en bajar la información de precios de combustibles que se publica en el sitio de la Resolución SE 1104/2004 de la Secretaría de Energía de la Nación[14]. Este sitio exhibe la información sobre precio final, precio sin impuestos

y volúmenes de venta de los distintos combustibles que se expenden en las estaciones de servicio del país.
El siguiente cuadro muestra los valores medios ponderados de los precios de los combustibles en la CABA para el mes de mayo 2012.

Tipo de Combustible	Precios ($/l)		Impuesto $/l	% de Impuesto
	S/Imp.	Final		
Gasoil Grado 1	3.42	5.78	2.37	40.90%
Gasoil Grado 2	3.76	5.60	1.83	32.77%
Gasoil Grado 2b	3.57	5.42	1.85	34.11%
Gasoil Grado 3	4.90	6.45	1.55	23.98%
Gasoil Promedio	4.08	5.84	1.76	30.08%
Nafta Super	3.39	5.83	2.44	41.89%
Nafta Premiun	4.00	6.55	2.56	39.00%
Nafta Promedio	3.59	6.07	2.48	40.87%

Fuente: elaboración propia.

3.4 Resumen de precios

El cuadro siguiente muestra los valores calculados con los distintos métodos desarrollados en este trabajo. •

Aportes	Empleado	Empleador	Total
Jubilatorio	11%	17%	28%
Obra Social	3%	6%	9%
Total	14%	23%	37%

Precios a mayo 2012.
Fuente: elaboración propia.

BIBLIOGRAFÍA

"COSTOP, Costo de Operación de Vehículos", Dirección Nacional de Vialidad, agosto 2011.

"El Valor del Tiempo de Viaje por Carretera en Argentina", Dirección Nacional de Planeamiento de Transporte, revista Temas de Transporte, junio 1979.

"The Value of Time in Economic Evaluation of Transport Projects", Kenneth M. Gwilliam, Infrastructure Notes 5, Banco Mundial, enero 1997.

"Valuation of Time Savings, Toolkit for the Economic Evaluation of World Bank Projects", Institute for Transport Studies, University of Leeds, 2003.

"Motor Vehicle Accident Costs, FHWA, 1994".

http://safety.fhwa.dot.gov/facts_stats/t75702.cfm

"Costing Road Accidents in Developing Countries, Overseas Note 10", Transport Research Laboratory, RU, 1995.

"The Economic Impact of Motor Vehicle Crashes 2000", National Highway Traffic Safety Administration, EE.UU.

"Valuation of Accident Reduction, Toolkit for the Economic Evaluation of World Bank Projects", Institute for Transport Studies, University of Leeds, RU, 2003.

"Crash Cost Estimates by Maximum Police-Reported Injury Severity Within Selected Crash Geometries", publicación FHWA-HRT-05-051, EE.UU, 2005

"Variations between Countries in Values of Statistical Life", Ted Miller, Journal of Transport Economics and Policy, mayo 2000.

"Handbook on Economic Analysis of Investment Operations", Pedro Belli, Jock Anderson, Howard Barnum, John Dixon, Jee-Peng Tan, Banco Mundial, 1998.

"Manual de Evaluación Económica de Proyectos de Transporte", Ginés de Rus Mendoza, Ofelia Betancor Cruz y Javier Campos Méndez, BID, 2006.

[14] Los precios de venta de los hidrocarburos en los distintos canales de comercialización para todo el territorio nacional, según informan mensualmente los operadores inscriptos en la RES 1104, se obtienen de: http://res1104.se.gov.ar/consultaprecios.eess.php..

CUARTAS POTENCIAS, LEYES DE FATIGAS Y ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE ELLO

AUTOR:
Ing. Rafael **Álvarez Loranca** (*)
(*) Ingeniero Consultor

RESUMEN
En los cálculos que se realizan para el dimensionamiento de los firmes nuevos y para el refuerzo de los existentes, se realizan unas simplificaciones de forma habitual de las que, algunas veces, no sabemos en qué porcentaje afectan a la solución de diseño que obtenemos.

En el presente artículo se analiza la llamada ley de equivalencia de la cuarta potencia para pasar el número de ejes de un determinado peso a otro peso diferente, se exa- minan las características generales de las leyes de fatiga que utilizamos y, por último, se analiza la llamada Ley de Miner y su aplicación en algunos casos.

De todo ello se pretende que el técnico conozca un poco mejor las decisiones que toma y qué, a causa de ello, se decida a profundizar un poco más en el diseño y análisis de los firmes.

Palabras clave: Dimensionamiento, Modelo analítico, Ley de fatiga, Cargade tráfico, Eje, Vehículo pesado, Ley de Miner

1. INTRODUCCIÓN
H ay temas que se dan por conocidos y fijos y que, por lo tanto, no se piensa en exceso sobre ellos cuando se utilizan. Uno de los temas que admitimos de forma general es que el efecto de una carga de tráfico sobre el firme, comparado con el efecto que produce un eje estándar viene dado por la relación de las cargas elevada a la cuarta potencia.

Dado que la relación es cómo- da de usar y fácil de recordar, se utiliza en múltiples casos sin analizar más a fondo si es correcta o no.

También las leyes de fatiga las asumimos para el cálculo sin hacer muchas preguntas. Otra herramienta, también muy utilizada y casi imprescindible si queremos hacer un cálculo a fatiga por etapas, que no nos cuestionamos, es la Ley de Miner.

En el presente artículo se intenta profundizar algo en estos temas para intentar mejorar los procesos de cálculo en los que se utilicen los temas anteriores.

2. CUARTA POTENCIA
En el proceso de reducir todo el variopinto tráfico que circula por una carretera a ejes estándar, muchas veces surge la duda de que equivalencia habrá entre ejes estándar de diferente valor.

Comúnmente se utiliza como factor de paso la relación del peso de los ejes elevada a la cuarta potencia, de acuerdo con un estudio de la AASHTO de hace ya muchos años. Por ejemplo en españa se utiliza todavía el eje estándar de 13 toneladas y en América suele ser el de 8,2 toneladas, lo cual implica que un eje estándar español equivale a 6,31 ejes estándar americanos (Foto 1).

Foto 1. *Generalmente se utiliza como factor de paso o de equivalencia entre dos ejes la relación de su peso elevada a la cuarta potencia, de acuerdo con un antiguo estudio de la AASHTO, lo que implica que un eje estándar español de 13 t equivale a 6,31 ejes estándar americanos, de 8,2 t. En la foto, degradaciones del pavimento en un firme de tipo flexible.*

Si utilizamos los valores de los ejes estándar de un cierto tráfico para realizar un cálculo a fatiga, conviene recordar que las leyes de fatiga indican el número de veces que la repetición de una deformación o tensión llevan a la ruina de un firme.

Por lo tanto, las leyes de fatiga no están diseñadas para un tipo de ejes estándar determinado, sino que, conoci- das las tensiones o deformaciones que ese eje estándar produce en el firme que se estudia, permiten conocer el número de veces que se puede repetir dicha carga hasta la rotura a fatiga.

entonces, cómo veremos, la utilización de la ley de la cuarta potencia u otras similares para pasar los ejes de 13 toneladas a 8,2 y vicever- sa no tiene sentido cuando lo sencillo es calcular en el modelo multicapa las tensiones y deforma- ciones que se producen con el eje estándar que corresponda en su caso.

Lo que sí es importante es utilizar las leyes de fatiga correspondientes a cada tipo de material, ya que los diseños de estos son diferentes a través del mundo, varian- do en el esqueleto granular, en los porcentajes de betún, etc. lo que hace diferentes las leyes de fatiga en cada caso.

Estudiemos el caso de un análisis a fatiga de un firme tanto con la carga de 13 toneladas como con la de 8,2 toneladas. elijamos una sección de la Norma española y obtengamos las deflexiones y tensiones con las dos cargas, ver Figura 1.

Figura 1. *Cálculo analítico de la sección sometida a la carga de 13 toneladas.*

En el caso del eje estándar de 13 toneladas obtenemos:
• Deformación horizontal máxima MB: 102 µdef, y
• Deformación vertical máxima granulares: 257 µdef.

Entrando con estos valores en las leyes de fatiga del CeDeX, obtenemos:
• Mezcla bituminosa: 4.063.745 ejes de 13 toneladas, y
• Capas granulares: 7.469.439 ejes de 13 toneladas.
Ahora hagamos el cálculo con carga de 8,2 toneladas, ver Figura 2.

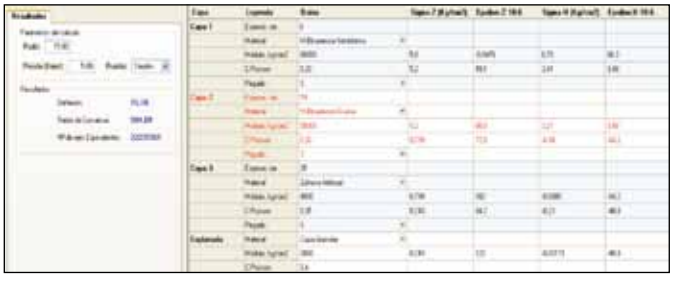


Figura 2. *Cálculo analítico de la sección sometida a la carga de 8,2 toneladas.*

Lo primero que se observa es que la deflexión ha pasado de 24 a 15,1 1/100 mm.

Vamos a comprobar si son pro- porcionales a las cargas aplica-das y observamos que, cierta- mente, existe esta proporcionalidad:

(24/9,2) = (15,1/5,8)

Las deflexiones son pues propor- cionales a las cargas. Igualmente se puede comprobar que las deformaciones y tensiones que se obtienen en el cálculo, son también proporcionales a las cargas, como cabría esperar.

Las deformaciones que se obtienen en este caso son:
• Deformación horizontal máxima MB: 64,2 µdef, y
• Deformación vertical máxima granulares: 162 µdef.

Si utilizásemos estos valores en las leyes de fatiga del CeDeX, obtendríamos:
• Mezcla bituminosa: 22.231.551 ejes de 8,2 toneladas, y
• Capas granulares: 38.821.018 ejes de 8,2 toneladas.

Es decir pasaríamos de 4.063.745 a 22.231.551 por lo que la equivalencia entre ejes de 13 toneladas y ejes de 8,2 toneladas para esta sección sería de:
(22.231.551/4.063.745) = 5,47

Foto 2. *Si se utilizan modelos y leyes de fatiga la equivalencia entre dos ejes no coincide con la ley de la cuarta potencia, además esa relación debe obtenerse en función de la capa que ocasiona la fatiga, sea ésta la capa bituminosa del pavimento, sea la capa granular de base o explanada, por ejemplo. En la foto, agrietamiento superficial de un pavimento bituminoso.*

Foto 3. *Los ensayos de fatiga que se realizan en España simulan un tráfico tipo T3, aunque se extrapolan a situaciones de tráfico superiores. Tampoco tienen en cuenta la degradación que se produce en las capas de apoyo del material ensayado, ni los cambios climáticos que se producen a lo largo del año en servicio, temperatura y humedad principalmente. En la foto, prensa dinámica para la obtención de leyes de fatiga.*

Mientas que, si utilizásemos la ecuación de la cuarta potencia, la relación sería de 6,31 utilizando 13 toneladas y 8,2 toneladas cómo hasta ahora.

Parece evidente que esto suceda porque la ley de fatiga no es exponencial a la cuarta potencia sino logarítmica. También nos indica que, en función de la capa que produzca la fatiga en el firme y en función de la ley de fatiga que se vaya a emplear, así debemos manejar la equivalencia entre ejes de diferentes cargas (Foto 2).

Así, la relación para la ley de fatiga de capas granulares es de 5´19, diferente a la de las capas de mezcla bituminosa. Por ello debemos obtener la relación para pasar ejes de 13 toneladas a ejes de 8,2 toneladas, en función de cuál es la capa que ocasione la fatiga, como se ha indicado.

Como ejemplo de otras leyes de fatiga diferentes a las españolas, la ley de fatiga para las capas de mezcla asfáltica utilizada en Brasil viene dada por la expresión:

$$N = 1{,}09 * 10^{-6} * (1/\varepsilon_t)^{3{,}512}$$

Si introducimos en esta ley de fatiga las deformaciones que hemos obtenido en el modelo multicapa para los dos ejes, que son 64,2 µdef y 102 µdef, obtenemos los siguientes números de ejes hasta rotura:

- Con la deformación el eje de 8,2 toneladas: $577*10^6$, y
- Con la deformación el eje de 13 toneladas: $113*10^6$.

La relación con esta ley de fatiga es de 5´08, diferente a la que se obtiene para la ley de fatiga de mezclas bituminosas que se emplea en españa.

Conviene llamar la atención sobre los diferen- tes resultados que da la ley de fatiga brasileña de la española, obteniéndose en la primera un número de ejes muy superior, indicativo probablemente, del mayor porcentaje de betún de sus mezclas y del diferente diseño de las mismas.

3. LEYES DE FATIGA

Llegados a este punto, conviene también echar un vistazo a las leyes de fatiga, como se consiguen y como se utilizan.

Las leyes de fatiga se obtienen en nuestro país realizando unos ensayos de laboratorio donde no se superan, de acuerdo con la NLT correspondiente, los 600.200 ciclos. La elección de este valor de ciclos de carga, está limitado lógicamente por la necesidad de que el ensayo no dure un tiempo elevado. este número máximo de ciclos que se utiliza en el ensa- yo, equivale al tráfico que soporta una carretera con una IMD de pesados de 125 vehículos por día, por el carril de proyecto durante 20 años, con un aumento anual medio de tráfico del 3%.

Este valor equivale a un tráfico T3 y, ciertamente, no se encuentra próximo al límite superior del mismo (200). Por encima de este valor de tráfico, los datos obteni- dos de las leyes de fatiga, son extrapolaciones que se suponen funcionarán razonablemente bien, aunque se aplique a firmes donde está previsto que la IMD de pesados, para su categoría más alta, supere los 4.000 vehículos por día (Foto 3).

Hay que recordar que como el ensayo se realiza a 10 Hercios, 10 ciclos por segundo, el tiempo que se tarda en hacer el ensayo, con el valor máximo de repeticiones que indica la NLT, es de 60.020 segundos que viene a ser algo así como 16,66 horas.

Otro punto que no se refleja en el ensayo, es que las capas que se ensayan individualmente están, en la realidad, apoyadas uniformemente en la capa subyacente que le proporciona apoyo uniforme y que, además, este apoyo va perdiendo capacidad conforme va evolucionando el firme al ir disminuyendo los módulos de elasticidad de las capas del firme.

Esto es, si la capa inferior de mezcla bituminosa, apoya inicialmente sobre una capa de zahorra artificial de 5.000 kg/cm^2 de módulo de elasticidad, en la parte final de la vida cabe suponer que ese valor, así como el de las capas por debajo de ella, se haya reducido considerablemente, por lo que al disminuir el apoyo, las deformaciones de la capa de mezcla bituminosa habrán aumentado, acelerando su rotura por fatiga (Foto 3).
El tema de las leyes de fatiga yo creo que no debemos c o n s i - derarlo resuelto, pues me parece que está todavía abierto a posibles mejoras.

Por ejemplo, en algo que se podría avanzar fácil- mente, es en el estudio de la variación de las leyes de fatiga en función de la temperatura. Es decir, obtener las leyes de fatiga variando la temperatura a la que se realiza el ensayo, considerando temperaturas más altas y más bajas.

Si las variaciones fueran de una cierta importancia, entonces habría que pensar en utilizar las leyes de fatiga correspondientes a las temperaturas de zonas cálidas, frías, etc., según corresponda al lugar donde se esté realizando el estudio y a los problemas que se quieran resolver.

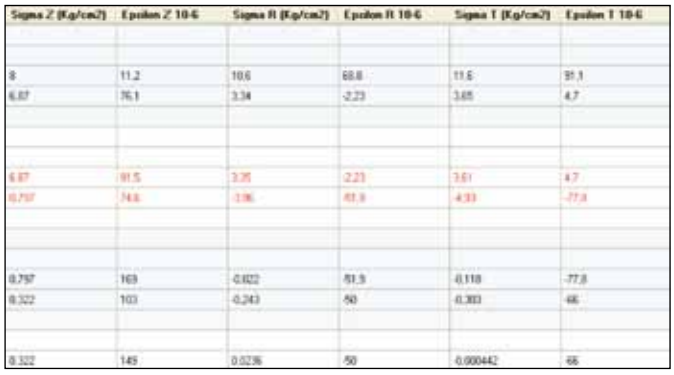


Figura 3 . *Cálculo analítico de la sección 131 sometida a la carga de 13 toneladas.*

4. LEY DE MINER

Otra ley que aplicamos a menudo en el cálculo, es la denominada Ley de Miner, que figura expresada de la forma siguiente en la excelente Instrucción para el diseño de firmes de la Red de Carreteras de Andalucía:

"En la realización del cálculo estacional se aplicará la ley de Miner, según la cual las capas de mezcla bituminosa van acumulando la fatiga. Por tanto, si en una situación con un módulo ei, es capaz de soportar Ni aplicaciones de carga antes de que se agote, la fracción de fatiga producida por ni aplicaciones de carga será:
fi=ni/Ni [5.2]
el final de la vida de servicio se producirá cuando:
∑fi=1 [5.3]
Donde:
ni: el número de aplicaciones de la carga tipo con un módulo de mezcla ei.
Ni: La vida de fatiga del firme con el módulo ei."

Se puede realizar un estudio detallado sobre la sección 131 de la Norma 6.1 IC, ver Figura 3, estableciendo unos módulos de elasticidad de:

- 60.000 kg/cm² para una capa de 6 cm de espesor de mezcla bituminosa densa.
- 50.000 kg/cm² para una capa de 19 cm de espesor de mezcla bituminosa gruesa.
- 5.000 kg/cm² para una capa de 25 cm de espesor de zahorra artificial.
- 2.100 kg/cm² para la explanada o estructura de tierras semiinfinita.

Como puede observarse del análisis realizado, la sección es capaz de aguantar hasta rotura, prácticamente 11 millones de ejes equivalentes de 13 toneladas, produciéndose la fatiga en la capa de mezcla bituminosa gruesa, con una deformación horizontal máxima de 77,8 µdef.

Para hacer el estudio fácil, supongamos que el tráfico previsto en el carril analizado es de 11 millones de ejes estándar distribuidos uniformemente a lo largo de 20 años, lo que da un valor de 550.000 ejes estándar por año.

Teniendo en cuenta que la capa que produce la fatiga es la de mezcla bituminosa gruesa, vamos a fijarnos en la deformación horizontal que se tiene que producir cada año, para que, habiendo pasado el tráfico previsto, el firme sea capaz de aguantar el que queda por producirse.

Es decir, Si en el primer año han pasado 550.000 vehículos, quedan por pasar 10.450.000. Si entro con este valor en la ley de fatiga, obtengo que el valor de la deformación horizontal al cabo de ese año, debe de ser de 78,7 centésimas, superior lógicamente a la que hemos obtenido para el paso de 11.000.000 de ejes estándar. Si repetimos el proceso para el segundo año, el firme debe estar previsto para que pasen 9.900.000 ejes estándar, lo que nos da una deformación en la ley de fatiga de 80.

Si repetimos el procedimiento hasta el final, obtendremos la Tabla 1.

AÑO	EJES AÑO	EJES ACUMULADOS FIN AÑO	EJES QUE FALTAN PRINCIPIO AÑO	DEFORMACIÓN (EPSILON T)
1	550.000	550.000	11.000.000	77,8
2	550.000	1.100.000	10.450.000	78,7
3	550.000	1.650.000	9.900.000	80
4	550.000	2.200.000	9.350.000	81,3
5	550.000	2.750.000	8.800.000	82,6
6	550.000	3.300.000	8.250.000	84,1
7	550.000	3.850.000	7.700.000	85,7
8	550.000	4.400.000	7.150.000	87,4
9	550.000	4.950.000	6.600.000	89,4
10	550.000	5.500.000	6.050.000	91,5
11	550.000	6.050.000	5.500.000	93,9
12	550.000	6.600.000	4.950.000	96,7
13	550.000	7.150.000	4.400.000	99,8
14	550.000	7.700.000	3.850.000	103,5
15	550.000	8.250.000	3.300.000	107,9
16	550.000	8.800.000	2.750.000	113,4
17	550.000	9.350.000	2.200.000	120,6
18	550.000	9.900.000	1.650.000	130,4
19	550.000	10.450.000	1.100.000	145,6
20	550.000	11.000.000	550.000	176,8

Tabla 1. *Cálculo de la deformación en todos los años de la vida útil (20 años)*

Para que la sección del firme alcance el valor de la deformación transversal indicada, lógicamente tiene que ser con una disminución de los módulos de elasticidad, que se producen en un firme al ir circulando el tráfico por dicho firme y por los efectos climáticos, principalmente del agua.

De esta forma el firme, de acuerdo con la teoría de las leyes de fatiga utilizada, duraría los 20 años previstos.

Si ahora nos detenemos un momento y aplicamos la ley de Miner a los años que hemos estudiado, nos encontramos lo siguiente.

El primer año pasan 550.000 ejes estándar y la sección se fatiga cuando pasan 11.000.000, por lo que es fácil constatar que se ha consumido el 0,05 por uno, es decir el 5 por ciento, de la vida útil del firme.

Perfecto, pensaremos, así en 20 años llegaremos al 100% como estaba previsto. El problema es, que al año siguiente siguen pasando 550.000 ejes estándar, pero la sección del firme ahora se fatiga a los 10.450.000, con lo que el tanto por uno de la capacidad de resistir la fatiga que agotamos el 2º año, es de 0,053, es decir el 5,3 por ciento.

Ya se ve lo que va a pasar, porque el tráfico se mantiene el mismo todos los años, pero la resistencia a fatiga del firme va disminuyendo con el tiempo. Todo ello puede resumirse en la Tabla 2.

AÑO	FATIGA FIN AÑO (%)	FATIGA ACUMULADA FIN AÑO (%)
1	0,050	0,050
2	0,053	0,103
3	0,056	0,158
4	0,059	0,217
5	0,063	0,280
6	0,067	0,346
7	0,071	0,418
8	0,077	0,495
9	0,083	0,578
10	0,091	0,669
11	0,100	0,769
12	0,111	0,880
13	0,125	1,005
14	0,143	1,148
15	0,167	1,314
16	0,200	1,514
17	0,250	1,764
18	0,333	2,098
19	0,500	2,598
20	1,000	3,598

Tabla 2. *Fatiga acumulada aplicando la ley de Miner.*

Como puede verse, aplicando la ley de Miner, el firme se agotaría prácticamente en el año 13, y no en el 20 como se ha calculado. Si observamos con detenimiento, en seguida nos damos cuenta que con el último año solamente ya se agota el firme. es evidente que tienen que pasar 550.000 ejes y se agota con 550.000, pues ahí tenemos ya el 100% de agotamiento a fatiga del firme (Foto 4).

Foto 4. *Utilizando modelo analítico y leyes de fatiga, si se aplica la ley de Miner, el firme se agota mucho antes que los 20 años para los que se ha calculado, en el ejemplo se agotaría en el año 13. En la foto, agrietamiento superficial producido en un firme de tipo semirrígido.*

Dado que la ley de Miner se utiliza de forma frecuente cuando se hace un estudio por etapas en un firme, parece interesante conseguir una solución, que la haga compatible con la teoría del cálculo a fatiga.

Parece que el problema se resolvería, si la fórmula del porcentaje de fatiga de cada etapa, viniese dado por la fórmula:

$$f_i = n_i / (N_i + \sum_0^i n_i)$$

o lo que es igual:

$$f_i = n_i / N_0$$

Es fácil ver, que para el caso presente de tráfico unifor- me, la fórmula se cumple, pero qué pasaría en el caso de tráfico variable a lo largo de los años de estudio (ver Tabla 3).

Obviamente también se cumple, porque:

$$\sum n_i = N_0$$

Así como en este caso, en el que los módulos de elasticidad de las capas del firme varían y por ello disminuyen por el paso del tráfico, parece que la ley de Miner, en su versión normal, da resultados que no concuerdan con el cálculo que se hace habitualmente a fatiga, no es posible afirmar, que cuando se utiliza en etapas en las que los módulos de elasticidad varíen por motivos estacionales, más o menos calor o más o menos humedad, si lo indicado por dicha Ley es correcto o no, hasta que se hagan análisis al respecto, comparando los resultados del estudio a fatiga con la aplicación de la Ley de Miner, en esos casos.

AÑO	EJES AÑO	EJES ACUMULADOS	EJES QUE FALTAN	LEY DE MINER	MINER CORREGIDA
1	407500	407500	11000000	0,037	0,037
2	422500	830000	10592500	0,040	0,038
3	437500	1267500	10170000	0,043	0,040
4	452500	1720000	9732500	0,046	0,041
5	467500	2187500	9280000	0,050	0,043
6	482500	2670000	8812500	0,055	0,044
7	497500	3167500	8330000	0,060	0,045
8	512500	3680000	7832500	0,065	0,047
9	527500	4207500	7320000	0,072	0,048
10	542500	4750000	6792500	0,080	0,049
11	557500	5307500	6250000	0,089	0,051
12	572500	5880000	5692500	0,101	0,052
13	587500	6467500	5120000	0,115	0,053
14	602500	7070000	4532500	0,133	0,055
15	617500	7687500	3930000	0,157	0,056
16	632500	8320000	3312500	0,191	0,058
17	647500	8967500	2680000	0,242	0,059
18	662500	9630000	2032500	0,326	0,060
19	677500	10307500	1370000	0,495	0,062
20	692500	11000000	692500	1,000	0,063
			SUMA	3,396	1,000

Tabla 3. *Aplicación de la ley de Miner corregida.*

5. LEY DE MINER ESTACIONAL

Una de las formas más habituales en que se utiliza la ley de Miner es dividiendo el año en trimestres, aplicando a cada trimestre los módulos de elasticidad de la mezcla bituminosa correspondientes a las temperaturas medias de cada uno de dichos trimestres. Aplicando el tráfico de cada trimestre a cada sección de firme, el cálculo a fatiga será más afinado.

Por desgracia, muchas veces no se tiene conocimiento de una posible división del tráfico por trimestres, pero sí podemos aplicar las condiciones medias trimestrales en vez de valores medios anuales, para ver si existe alguna diferencia.

De acuerdo con la anteriormente citada Instrucción para el diseño de *firmes de la Red de Carreteras de Andalucía*, los módulos de elasticidad para las mezclas bituminosas que se utilizan en la sección en estudio, son los indicados en la Tabla 4.

	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO	INVIERNO
MB DENSA	60.000	30.000	60.000	90.000
MB GRUESA	50.000	25.000	50.000	75.000

Tabla 4. *Módulos de elasticidad de las mezclas bituminosas (en kg/cm²) de acuerdo con la Instrucción de Andalucía.*

Si calculamos la sección con esos módulos de elasticidad, manteniendo los valores de las capas granulares, que no se verán afectados por la temperatura, tendremos losvalores para la deformación horizontal de la capa de mezcla bituminosa gruesa, que es la que produce la fatiga de la secciónde firme, indicados en la Tabla 5.

ESTACIÓN CLIMÁTICA	DEFORMACIÓN HORIZONTAL (μdef)
Primavera y otoño	77,8
Verano	111,0
Invierno	63,3

Tabla 5. *Deformación horizontal en mezcla según estaciones climáticas*

ESTACIÓN CLIMÁTICA	EJES
Primavera y otoño	11.000.000
Verano	3.200.000
Invierno	26.000.000

Tabla 6. *Ejes hasta fatiga del firme según estaciones climáticas.*

Con estos valores se obtienen los valores incluidos en la Tabla 6 de ejes estándar que pueden pasar hasta la fatiga del firme, redondeando los valores obtenidos en el cálculo.
Analizando los ejes están-dares que se admiten hasta fatiga en cada estación, se deduce que el paso de un eje estándar en verano equivale al paso de 3,45 ejes, en las condiciones estándar medias de primavera y otoño. Igualmente el paso de un eje en invierno equivale al paso de 0,423 ejes estándar en las condiciones de primavera y otoño (Foto 5).

Foto 5. *Un eje estándar en verano equivale al paso de 3,45 ejes de primavera u otoño, y un eje en invierno equivale a 0,423 ejes primaverales u otoñales. Sin embargo, la penalidad que supone el mayor efecto del verano no se compensa con la mejora producida en invierno, lo que supone un aumento de los ejes estándar del 46,9% en las condiciones climáticas de verano y primavera. El número de ejes que circula anualmente debería aumentarse del orden del 45% para tener en cuenta estas variaciones estacionales de temperatura.*

Hay que fijarse el daño que produce el tráfico en verano, más de 3 veces superior al daño en condiciones medias. El daño que produce sin embargo en invierno es menos de la mitad. Esto puede esperarse dado que en verano las capas de mezclas bituminosas tienen un módulo de elasticidad más bajo y estructuralmente aguantan menos. Todo lo contrario sucede en invierno.

En conjunto, el tráfico que pasa durante los cuatro trimestres, teniendo en cuenta los coeficientes de ajuste encontrados, supone, si partimos de los 550.000 ejes estándar por año anteriores, lo que supone un valor de 137.500 ejes estándar por trimestre, un total anual de:

137.500*1+137500*3,45+137.500*1+137.500*0,423=
807.984 ejes estándar anuales

Es decir, la penalidad que supone el verano pesa tanto que no se compensa con la mejora del invierno. Esto supone un aumento de los ejes estándar, en condiciones climáticas de primavera y verano del 46,9 %.

¿Qué pasa con la ley de Miner? Pues en este caso dice exactamente lo mismo que el cálculo a fatiga. Si comenzáramos el cálculo tomaríamos tráfico igual para cada uno de los cuatro trimestres y los porcentajes de fatiga entre el tráfico que pasa por trimestre, 137.500 y los ejes de fati- ga darían los valores de la Tabla 7

Primavera y otoño	137.500/11.000.000 = 0,0125
Verano	137.500/3.200.000 = 0,043
Invierno	137.500/26.000.000 = 0,0053

Tabla 7. *Ley de fatiga de la Shell para mezclas bituminosas.*

Lo que supone una suma para los cuatro trimestres de 0,0732, es decir un aumento sobre el valor medio 0,05, que correspondería al tráfico de 550.000 ejes en 20 años, del 46,5%. El valor es prácticamente igual al encontrado por el método de fatiga, ya que se basan en las mismas relaciones.

Esto supone que, utilizando las leyes de fatiga para mezclas bituminosas habituales en España, donde no interviene el módulo de elasticidad, con las simplificaciones normalmente admitidas, calculando por trimestres, el número de ejes que circula anualmente por una sección de firme debería aumentarse del orden de un 45% para tener en cuenta las variaciones estacionales de temperatura. Expresándolo de forma más sencilla, los valores de los módulos de elasticidad de las capas de mezcla bituminosa densa y gruesa generalmente utilizados de 60.000 kg/cm^2 y de 50.000 kg/cm^2 no serían los valores medios anuales que se deberían contemplar (Foto 5).

¿Qué pasaría si se utilizase una ley de fatiga para las mezclas bituminosas que tuviese en cuenta el módulo de elasticidad de dichas mezclas?

vamos a hacer la prueba con la ley de fatiga de la Shell que es la indicada en la Tabla 8.

$$\mathbf{eps} = (0{,}856 * V_b + 1{,}08) * Sm^{-} - 0{,}36 * N^{-} - 0{,}2$$

$$\mathbf{N} = (((0{,}856 * V_b + 1{,}08) / (Sm \wedge 0{,}36 * eps)) \wedge 5)/5{,}28$$

Tabla 8. *Ley de fatiga de la Shell para mezclas bituminosas.*

En esta fórmula V_b es el volumen de betún en la mezcla, Sm es el módulo de elasticidad de la mezcla bituminosa y eps es la deformación horizontal en la parte baja de la capa de mezcla bituminosa.

Aplicando esta fórmula a una mezcla con un 4,5% de betún, se obtendrían los resultados de la Tabla 9.

BET S/A (%)	Vb (%)	E (MPa)	EPSILON T (μdef)	N
4,50	9,50	5000	77,8	15.349.412
4,50	9,50	2500	111,0	9.041.257
4,50	9,50	7500	63,3	20.749.465

Tabla 9. *Resultados del cálculo aplicando la ley de fatiga de la Shell.*

Utilizando los resultados obtenidos de forma análoga a como se ha hecho anteriormente, se obtienen los coeficientes de equivalencia siguiente:

- ejes en verano: 15.349.412/9.041.257 = 1,698 ejes, y
- ejes en invierno: 15.349.412/20.749.465 = 0,740 ejes.

Con estos coeficientes, el número de ejes por año viene dado por: 137.500*1+137500*1,698+137.500*1+137.500*0,74 = 610.150

Qué solo tiene una desviación algo inferior al 11% de la cifra media 550.000.

Es decir los valores medios anuales que se utilizan en españa para los módulos de elasticidad de las mezclas bituminosas, generalmente se adaptan mucho mejor a las leyes de fatiga que tienen en cuenta el módulo de elasticidad de la mezcla bituminosa.

Por otra parte indicar que cambiando de ley de fatiga, los ejes totales resultantes hasta fatiga pasan a ser 15.349.412 en vez de los 11.000.000 de ejes obtenidos con la otra ley.

Es evidente que las mezclas bituminosas para las que se desarrolló la ley de fatiga de la Shell son diferentes a las que existen en españa, pero sí parece claro que es necesario trabajar más para conocer la influencia que el módulo de elasticidad de la mezcla bituminosa, variado o no por la temperatura, puede tener en los cálculos a fatiga.

6. CONCLUSIONES

En el cálculo de estructuras de firmes nos movemos en el mundo de la ingeniería y es necesario hacer simplificaciones para abordar los problemas.

Esto no quita para que seamos conscientes de lo que esas simplificaciones suponen para el resultado final del cálculo.

La adopción de valores medios de temperatura, o de humedad de la que no he hablado, en plan general, puede llevar a variaciones importantes en el comportamiento de los firmes en función de las oscilaciones reales de la temperatura en la zona que se analice. •

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

I. "Interim revision of the South African mechanistic-empi- rical pavement. Design method for flexible pavements". H L Theyse, M de Beer, J W Maina, L Kannemeyer.

II. "Analytical modelling of visco-elastic behaviour of hot-mix asphalt". J komba, J W Maina, J K Anochie- Boateng, and J O'Connell.

III."Axi-symmetric analysis of vertically inhomogeneous elastic multilayered systems". J. W. Maina, CSIR Built environment, Pretoria, South Africa, Y. Ozawa & K. Matsui, Tokyo Denki University, Saitama, Japan.

Iv. "Fatigue". David Roylance, Department of Materials Science and engineering. Massachusetts Institute of Technology.

v. "Wes track fatigue performance prediction using Miner's law".Bor-wen Tsai, John T. Harvey, and Carl L. Monismith.

vI. "Fatigue performance of asphalt concrete mixes and its relationship to asphalt concrete pavement perfor- mance in California". John T. Harvey, Assistant Research engineer. Institute of Transportation Studies University of California at Berkeley.

vII. "The prediction of fatigue life of asphalt mixtures using four-point bending tests". J.C. Pais, University of Minho, Portugal; M.J.C. Minhoto, Polytechnic Institute of Bra- gança, Portugal.

vIII. "Asphalt fatigue life prediction models – a literature review". Pud Baburamani.

IX. AASHO Road Test 1960.

YPF junto a la construcción.

YPF, líder en la comercialización de asfaltos e insumos energéticos para la construcción, acompaña todas las etapas de la misma y asegura un servicio personalizado que se adapta a las necesidades de cada cliente.
Beneficios únicos de una empresa que garantiza la mejor calidad en sus productos, una distribución y logística especializadas, la seguridad de un abastecimiento que llega a todo el país y cuenta con servicios técnicos móviles.

YPF. Solución integral para la industria de la construcción.

YPF

NUESTRA ENERGÍA

LOS NUEVOS DISEÑOS DE BARRERAS DE SEGURIDAD CAEN ANTE EL PRIMER OBSTÁCULO

AUTOR:
Michael **Dreznes** (IRF)

***Michael Dreznes**, de la IRF, se siente frustrado por la lenta implementación de nuevos diseños de barreras.*

El Informe Mundial sobre Equipos de Construcción 2014 fue elaborado por un equipo de periodistas especializados de World Highways y Aggregates Business, junto con figuras líderes de la industria. En este artículo, en medio de las presiones para crear nuevos diseños de barreras, nos complace presentar la opinión experta de Mike Dreznes, vicepresidente ejecutivo de la International Road Federation [Federación Internacional de Carreteras]. Los "abogados astutos" de todo el mundo serán quienes obligarán tanto a los ingenieros como a las autoridades viales a acelerar el uso de las técnicas más avanzadas en seguridad de barreras, sostiene. ¿Por qué las autocomplacientes autoridades de autopistas tardaron tanto en darse cuenta de los beneficios de las nuevas tecnologías, como cables flexibles y barreras móviles? ¿Y por qué los extremos de las barreras siguen siendo un área de preocupación clave?

La inercia es el mayor problema de la industria de las barreras para carreteras, pero no la energía cinética de un vehículo fuera de control, sino la resistencia al cambio por parte de los ingenieros viales y las autoridades viales. Esa es la incómoda conclusión de Michael Dreznes, Vicepresidente Ejecutivo de la International Roads Federation (IRF), que es igualmente contundente respecto de quiénes considera que originarán un cambio en la industria: los abogados.

"Hago presentaciones en todo el mundo y siempre pregunto '¿cuántos ingenieros de diseño se encuentran presentes en la sala, cuántos consultores y cuántos abogados?'.

"En EE.UU. en particular, es posible encontrar casi tantos abogados como ingenieros de diseño en mis presentaciones y los abogados son astutos, en cualquier parte del mundo. Se toman el tiempo y el trabajo de entender las reglamentaciones y mejores prácticas del diseño de carreteras y muy a menudo también saben qué está ocurriendo, quizá hasta mejor que algunos de los ingenieros de diseño.

"Algunos ingenieros de diseño no hacen los esfuerzos necesarios para mantenerse actualizados respecto de los avances en seguridad vial. Algunos de estos ingenieros de diseño toman un trabajo previo, hacen modificaciones menores y lo presentan para el siguiente proyecto, y si antes habían cometido un error, lo cometen otra vez… Se trata de una verdadera frustración y se observa en todo el mundo. No me canso de decirles a estos ingenieros de diseño que ya no es suficiente hacer lo mismo de siempre. Mueren 1.240.000 personas en las carreteras de todo el mundo. Es necesario que hagamos algo diferente para superar el desafío del Decenio de Acción y reducir en un 50% las víctimas fatales antes de 2020. Me recuerda a la cita de Einstein: 'La locura es hacer lo mismo una y otra vez y esperar resultados diferentes'. Debemos hacer las cosas diferente para que las carreteras todo el mundo sean más seguras".

Ahora Dreznes está en lo que solo puede describirse como una cruzada. "Quiero creer que estas autoridades viales y consultores de diseño no están utilizando productos y mejores prácticas de avanzada no porque no les importe, sino por falta de conocimiento de su existencia. Mi pregunta para los ingenieros viales es: '¿Cómo saben lo que deben saber y cómo hacen para aprender lo que deben saber?'

"Deben resolverlo", comentó, pero agregó que muchos ingenieros de diseño no asisten a seminarios, no escuchan webinars ni leen el material publicado. En realidad, cree que estamos llegando a

Foto 1: Las terminaciones de las barreras son un área de preocupación para Dreznes
Foto 2: El camino libre para despegar – La IRF realiza una campaña para que se reemplacen los extremos abatidos.

un punto en que será necesario realizar exámenes anuales para verificar si los ingenieros están actualizados y habilitados para ejercer.

"Ahora vivimos una situación donde los bancos de desarrollo multinacionales están financiando carreteras que se están construyendo en base a un diseño de 1978, utilizando productos obsoletos e inadecuados para el parque automotor actual".

Destaca que los cambios en los vehículos estadounidenses son el principal ejemplo de los cambios que enfrenta la industria. A fines de la década de 1980, EE.UU. (y la UE en la década de 1990) implementó normas para las pruebas de barreras y estableció 820 kg para la categoría de auto liviano. Para 2009, cuando los reguladores estadounidenses preparaban las reglamentaciones MASH actuales, el peso del auto más pequeño en EE.UU. había aumentado a 1.100 kg. El motivo de esos aumentos eran las prestaciones de seguridad adicionales y el equipo de control de emisiones. También mencionó cambios en el parque automotor por el aumento de los vehículos con un centro de gravedad más alto, tales como los vehículos deportivos utilitarios y de doble tracción que pueden cruzar medianas más anchas e irrumpir en el trayecto del tránsito que se aproxima en dirección contraria.

"Como más estadounidenses están usando estos vehículos deportivos utilitarios, monovolumen y camionetas pickup, las alturas promedio de los vehículos están aumentando y elevando el centro de gravedad promedio más lejos del suelo", explica Dreznes. "Por eso, está aumentando la altura de las barreras y hemos observado que muchos estados aumentaron la altura de sus barreras de acero estándares de 27,75 pulgadas [705 mm] a 31 pulgadas [790 mm]".

La inercia, en forma de legado, también es un problema cuando un diseño particular demuestra ser inefectivo o hasta peligroso, porque puede ofrecer resistencia a cambiar las instalaciones existentes. Dreznes es particularmente mordaz respecto de esta mentalidad: "Somos la única industria del mundo que sacrificará la salud y la seguridad por la movilidad y la velocidad".

SE ESTÁN DESARROLLANDO MENOS NUEVOS PRODUCTOS DE SEGURIDAD VIAL SEGÚN LOS NUEVOS CRITERIOS

Mencionó el método de extremos abatidos o inclinados en la terminación de barreras de impacto, que demostró ser causa de vuelcos o de hacer volar al vehículo por el aire en situaciones del mundo real y de prueba. Después de escuchar una presentación de Dreznes en un país en particular, un abogado desafió a un miembro de la autoridad vial nacional que se encontraba en la audiencia a reemplazar todos los terminales con extremos abatidos o a enfrentar acciones legales la próxima vez que ocurriera un accidente grave en una de estas instalaciones. El ingeniero replicó que la autoridad no arreglaría ninguno de los terminales porque arreglar uno solo implicaría admitir efectivamente un problema y tendría que arreglar las más de 80.000 de esas instalaciones, lo cual era prohibitivamente costoso.

Dreznes continúa con la historia: "Entonces el abogado dijo: 'Ser impecune (carecer de dinero) no es una defensa legal'. Agregó que todas las nuevas instalaciones deberían presentar el diseño más actualizado y que se deberían enumerar los terminales defectuosos existentes a fin de preparar un cronograma realista para su reemplazo. Los terminales más peligrosos se deberían identificar mediante su historial de choques, ubicación, volúmenes de tránsito y velocidad de la carretera para ser reemplazados en primer lugar, seguidos del resto según el cronograma.

"Si se produjera un accidente, la autoridad vial podría demostrar que ya está reemplazando todas las instalaciones similares y que fue lamentable que ocurriera un accidente donde el terminal todavía no se había reemplazado. El abogado explicó que en ese caso no podría presentar cargos contra la autoridad vial".

Los extremos abatidos continúan siendo una especie de punto de referencia para Dreznes. Si bien en EE.UU., partes de Europa y algunos otros países están prohibidos en los extremos de aproximación de una barrera, en otras partes del mundo siguen siendo comunes (y aún se instalan porque están contemplados en las normas). Esto impulsó la campaña para que se reemplacen los extremos abatidos [End Turn-Down Ends] de la IRF.

Dreznes comentó: "En el mercado existen algunos terminales muy buenos y realmente efectivos que fueron probados de acuerdo con normas estadounidenses o europeas que cuestan apenas un poco más que un extremo abatido típico". Respecto de si un tipo de terminal es preferible a otro, explica: "Eso depende del recorrido, el límite de velocidad y el perfil de tránsito de la carretera, que son precisamente los factores que los ingenieros deberían considerar para cada proyecto".

En la actualidad, algunos países en desarrollo están buscando seriamente mejorar su registro de seguridad vial y están comenzando a exigir productos probados. "Es simple: debería existir una prohibición mundial relativa al uso de productos de seguridad en carreteras no probados. Si los ingenieros de todo el mundo utilizaran solo productos especificados que han sido probados de acuerdo con una norma reconocible, las cifras de muertes y lesiones graves causadas por impactos en estas instalaciones en carreteras bajarían drásticamente".

No obstante, como incluso los productos probados deben ser adecuados para la tarea e instalados correctamente, el ingeniero aún debe diseñar el sistema de barrera de forma tal que se adecue a las condiciones de la carretera.

"No se puede simplemente llamar por teléfono y pedir 10 km de defensas metálicas y 20 terminales.

Los ingenieros viales deben entender las diferentes clasificaciones de barreras en base a las características de contención y desviación y dónde se podría utilizar una u otra. No es ciencia espacial: la mayor parte es sentido común", expresó con frustración.

La transición entre un sistema de barrera deformable normal y las barandas macizas de los puentes es un ejemplo que viene al caso. En EE.UU. y algunos países europeos existe legislación sobre este tema, pero en otros no, y Dreznes dice que es muy fácil lograr mejoras. "El uso de la disposición normal de barreras deformables en trayectos hacia las barandas de los puentes sin transición es una fórmula para el desastre, porque la deformación de las barreras semirrígidas puede dirigir al vehículo sobre el extremo macizo de la baranda del puente. Pero utilizar una transición que pueda apenas reducir gradualmente la distancia entre los postes en el trayecto hacia el puente resuelve ese problema de manera fácil y económica".

No obstante, está convencido de que otros países que adopten la última norma MASH de EE.UU. deben tener cuidado, ya que quizás aún tengan vehículos livianos en su parque de vehículos de pasajeros. "El documento de MASH es un buen procedimiento de pruebas para EE.UU. porque está diseñado para el rango de percentil 85 de la flota de vehículos de pasajeros en EE.UU. Es posible que los productos probados por MASH no sean adecuados en algunos otros países porque el vehículo más liviano utilizado para las pruebas de MASH pesa 1.100 kg. Muchos países tienen gran cantidad de vehículos de pasajeros más livianos que pueden o no funcionar con un producto de MASH. Siempre pregunto a las autoridades viales si conocen el rango de percentil 85 de los vehículos de pasajeros en su parque automotor. Si no lo conocen, ¿cómo pueden optar por la norma de prueba adecuada entre MASH, NCHRP 350 y EN 1317?"

Dreznes explicó que la buena noticia para estos países es que las autoridades viales en los estados de EE.UU. insistieron en los 'derechos adquiridos' que permiten el uso continuo y las nuevas instalaciones de productos aceptados conforme a las reglamentaciones NCHRP350 anteriores. "Los productos de NCHRP 350 fueron probados con vehículos livianos con un peso de 820 kg y continúan con buen desempeño. Si bien MASH fue publicado en 2009, hasta la fecha hemos observado que se están desarrollando menos productos nuevos de seguridad vial conforme a los nuevos criterios. ¿Por qué un fabricante se tomaría el trabajo de desarrollar y aprobar nuevos productos conforme a la norma MASH más rígida cuando no existen requisitos para dejar de utilizar productos más antiguos aprobados conforme a NCHRP 350 porque los estados están conformes con el desempeño de estos productos de NCHRP 350?

"Es muy probable que estos productos de MASH sean más costosos que los productos actuales de NCHRP 350 y los estados podrían optar por no comprarlos. Los productos de seguridad en carreteras probados conforme a NCHRP 350 seguirán en uso en el futuro cercano en EE.UU. Esto significa que los países con un parque automotor conformado por vehículos más livianos deben seguir especificando productos que cumplan con los criterios europeos de pruebas EN1317 o los criterios de pruebas NCHRP 350 o MASH de EE.UU., dependiendo del percentil 85 de su parque de vehículos de pasajeros".

¿Entonces cuál sería su receta para mejorar y qué tipos de productos desearía que se utilicen?

"En cada proyecto, es necesario ver que los auditores de seguridad vial participen desde las etapas de planificación y diseño hasta y después de la inauguración de una nueva carretera. Mantenerse actualizados debería ser obligatorio para los auditores, que podrían revisar los planos de las carreteras durante la etapa de diseño y realizar cambios que mejoraren la seguridad a un costo bajo o cero. Estos auditores de seguridad vial deben tener la misma influencia e impacto que tienen los ecologistas en el diseño de una carretera. No obstante, el auditor de seguridad vial se ocupará de la seguridad de todos los usuarios en el diseño de una carretera y no de los efectos en el medio ambiente".

Desafortunadamente, una vez más Dreznes puede citar un ejemplo. Esta vez se trata de una carretera de dos carriles a la que se agregaron otros dos carriles y se elevó el límite de velocidad, lo cual redundó en un marcado aumento en la cifra de muertes y lesiones en niños. Durante la investigación se encontró que el pueblo se encontraba a un lado de la carretera y la escuela, al otro lado.

Foto 3: En la actualidad, las barreras de hormigón son ampliamente utilizadas en autopistas para la división de la línea de separación de sentidos.
Foto 4: Los extremos cola de pez o redondeados pueden ser peligrosos para los conductores que se aproximan en dirección contraria, ¡pero no cuando están ocultos detrás de un poste de iluminación macizo!

Foto 5: Las barreras de cables pueden detener camiones

"Un auditor de seguridad vial habría revisado los planos en la etapa de diseño, identificado el problema y realizado las recomendaciones correspondientes. Pero la autoridad vial no insistió en el uso de un auditor de seguridad vial y el resultado fueron lesiones graves y muertes innecesarias. ¿Es necesario que muera gente para que el trabajo se realice correctamente?

"Esto me recuerda a una frase de Sibusiso Ndeble, Ministro de Transporte de Sudáfrica, después de la muerte de la bisnieta de Nelson Mandela: 'A veces los vivos les cierran los ojos a los muertos y a veces los muertos les abren los ojos a los vivos'.

"Ya murieron suficientes personas y debemos tener los ojos bien abiertos".

Dreznes señaló la disponibilidad de abundante orientación tanto en la Guía de Diseño en Carreteras [Roadside Design Guide], publicada en EE.UU., como en sus equivalentes preparados por otros países de Europa y más allá. "Los ingenieros viales y auditores de seguridad vial no solo deben estar familiarizados con estas publicaciones, sino que además deberían ser adoptadas por países que no cuentan con sus propias reglamentaciones".

La Asociación Mundial de la Carretera [World Road Association], PIARC, también está trabajando en su propio Manual de Seguridad Vial, cuya publicación está prevista para fines de 2014.

Dreznes no cree que eso solucione el problema: "No todos los ingenieros en diseño se tomarán el tiempo para leer todo este material ya que las autoridades viales aceptan de buen agrado los diseños de ayer con productos obsoletos y las mismas fallas que la última vez. Para los ingenieros es muy fácil tan solo seguir haciendo lo mismo de siempre.

"Lo mismo ocurre con los problemas de mantenimiento. En algunos países, se producirán choques contra terminales con extremos abatidos, redondeados, cola de pez u otros terminales no resistentes al impacto que causarán lesiones graves o muertes. El departamento de mantenimiento tan solo reemplazará el terminal dañado que causó la lesión o muerte con exactamente el mismo producto porque está contemplado en las normas y es lo que siempre utilizaron. Las autoridades viales deben exigir el uso de productos y mejores prácticas de avanzada en sus carreteras en lugar de decir: '…siempre lo hicimos así".

Con respecto a la los productos, reiteró que los productos debidamente probados y acreditados deberían ofrecer un buen nivel de protección si están correctamente especificados e instalados. En cuanto a los avances, destacó los últimos empalmes a mitad de distancia entre los postes (más que en el poste mismo) de las secciones de barreras, como los utilizados en el Sistema de Defensas Metálicas de Midwest [Midwest Guardrail System] de 790 mm de alto, que han demostrado maximizar la protección. Esto también funcionó bien sumado a cordones, pendientes, interreflexiones más pronunciadas y otros productos.

Otro producto que considera que está marcando un gran impacto en muchos países, y por las razones correctas, es la barrera de cables metálicos. Es lamentable que este tipo de barrera sea literalmente desconocida en muchos países con un nivel de ingresos bajo o medio, razón por la cual no se utiliza.

"Las instalaciones de barreras de cables o cables metálicos pretensados son muy efectivas y, gracias a su diseño simétrico, pueden soportar impactos de cualquier lado. Para contrarrestar los vehículos con centro de gravedad más alto que cruzan la mediana, la solución podría ser erigir una barrera en una mediana existente, y esto se podría lograr en forma económica con una barrera de cables en lugar de dos barreras de acero continuas del diseño tradicional".

También le gustan las nuevas barreras de hormigón de 'pendiente constante', ya que reducen la posibilidad de que vehículos de doble tracción y camionetas pick-up trepen el borde de 'Jersey Slope' en el diseño de las barreras anteriores. Además, este diseño permite superposiciones sin cambiar el perfil de barrera. Dreznes considera muy buenas las últimas barreras de hormigón de 1,2 m de alto, que son más efectivas para contener vehículos con centros de gravedad más altos, incluyendo camiones y autobuses.

No obstante, Dreznes cree que la seguridad de las motocicletas podría mejorar más porque se encuentran disponibles productos diseñados para ser colocados en las barreras con el objetivo de proteger a los motociclistas caídos de los postes de las defensas metálicas, pero no se utilizan en muchas áreas, incluido EE.UU. "Estos sistemas se pueden reacondicionar fácilmente". •

Estamos diariamente junto a cada cliente vial, garantizando calidad de respuesta tanto en entrega de producto, como en asesoramiento técnico.

Renovando el compromiso y ayudando a construir nuevos caminos que permitan conectar más comunidades.

Servicio de Atención al Cliente:
0810-810-8888
www.petrobras.com.ar

PETROBRAS

ASFALTOS