

INNOVACIÓN

CAPACITACIÓN

DESARROLLO

COMPROMISO

San Martin 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







El sistema de gestión de la calidad del ICPA ha sido certificado según la norma IRAM-ISO 9001-2008





### **JUNTA EJECUTIVA**

Presidente: Lic. MIGUEL A. SALVIA

Vicepresidente 1°: Sr. HUGO R. BADARIOTTI

Vicepresidente 2º: Ing. JORGE W. ORDOÑEZ

Vicepresidente 3°: Lic. RICARDO REPETTI

Secretario: Ing. NICOLÁS M. BERRETTA

Prosecretario: Ing. MIGUEL MARCONI

Tesorero: Sr. M. ENRIQUE ROMERO

Protesorero: Ing. ROBERTO LOREDO

Director de Actividades Técnicas: Ing. ALEJANDRO TAGLE

Director de Relaciones Internacionales: Ing. MARIO LEIDERMAN

Director de Difusión: Ing. GUILLERMO CABANA

Director de Capacitación: Sr. NÉSTOR FITTIPALDI

Director Ejecutivo: Ing. JORGE LAFAGE

Director de RRII y Comunicaciones: Ing. JUAN MORRONE

# STAFF



### **CARRETERAS**

Año LVII - Número 211 Septiembre de 2013

Director Editor Responsable: LIC. MIGUEL A. SALVIA

Director Técnico:

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







JORNADA DE

INFRAESTRUCTURA EN TECNÓPOLIS

# ÍNDICE

Nota Editorial	04	
Próximos Eventos	0	
61° Aniversario de la AAC	10	
Jornada de Infraestructura en Tecnópolis	13	
Ing. Nelson Periotti	14	
Ing. Jorge Rodríguez	10	
Agrimensor Jorge Pinto	1	
Ing. Alejandro Tagle	19	
Sr. Néstor Fittipaldi	20	
Ing. Diego Calo	22	
Ing. Luis Trama	26	
Ing. Rodolfo Guerra	2	
Lic. Miguel Ángel Salvia	30	
Cierre de la Jornada	3	
Conclusiones y Documento Final	3	
ARLOG	3	
XV Congreso Americano FIA 2013	4	
Sobre la conservación en las rutas argentinas	42	
Premios Konex		
Reportaje Ricardo Curetti	4	
Seminarios Internacionales PIARC		

Foro sobre tecnología del asfalto	60
El circuito Termas de Río Hondo	62 64
El futuro del transporte Breves	66
Obituario	70
TRABAJOS TÉCNICOS	
01. Alternativas de movilidad sostenible para reducir el	
congestionamiento vial en las grandes ciudades.	73
02. Análisis de la demanda de viajes para la implementación	
de un metro ligero entre Santa Fe y Santo Tomé.	84
03. Estudio de límites de velocidad en curvas horizontales	
usando aceleraciones laterales.	93
DIVILLO A OLÓN	
DIVULGACIÓN	
01. Diseño de capas asfálticas según la función específica.	107
02. Sistemas inteligentes de transporte ITS.	
OLI Diotornao intongontoo ao tranoporto inoi	



NOTA

**SOBRE LA CONSERVACIÓN DE LAS RUTAS ARGENTINAS** 



REPORTAJE

Carteles de mensajes variables.

RICARDO CURETTI: ""CONTINUAMOS TRABAJANDO EN UNA FUERTE POLÍTICA VIAL"



# EL FUTURO DEL PAÍS CON MÁS Y MEJORES CAMINOS

Esta edición de la Revista Carreteras, se enmarca en la celebración del Día del Camino y en una especial situación de nuestra red.

A diferencia de anteriores períodos, donde percibíamos soledad en nuestra insistencia en inversiones en caminos, existe hoy una preocupación especial de la sociedad, sobre el futuro de la red, y también una exigencia para dedicarle mayores recursos.

El desarrollo de la economía en estos últimos años, ha planteado la necesidad de mejorar la infraestructura del país y especialmente ha ubicado al sistema de transporte carretero en el centro de gravedad de la resolución de problemas que afectan a la economía y a las necesidades de la población.

No obstante el importante esfuerzo de inversión, aún quedan pasivos por resolver, que indican la necesidad de mantener e incrementar las inversiones de los últimos años, de forma tal de atacar los problemas pendientes para completar la red y servir a la nueva demanda que el crecimiento del país ha generado en los usuarios del sistema vial.

Creemos que estamos en un punto de inflexión, dado que luego de este enorme escalón de inversiones de los últimos 30 años, podemos y debemos encarar una nueva etapa que responda a las exigencias de la sociedad, obligándonos a generar un sistema de transporte más eficiente, tanto en operaciones como en infraestructura.

Ello nos exige, en este **Día del Camino**, pensar en los nuevos desafíos del sistema, sintetizados en la mejora integral de la red y en el aumento de la capacidad, sin descuidar el enorme capital que es la red existente en el país. La experiencia de estos años nos lleva a preocuparnos por la generación de planes racionales que redoblen el esfuerzo, y que apunten a la complementariedad con los otros modos de transporte, en especial el ferroviario y el fluvial.

En las páginas de la revista, destacamos las presentaciones en las **Jornadas de Infraestructura** desarrolladas recientemente, donde todos los actores del sector dieron su diagnóstico y puntos de vista para avanzar en el futuro.

Una conclusión generalizada es que hemos avanzado mucho en el estado general de la red. La red nacional tiene más de un 90% de pavimento, restando solo algunos tramos por pavimentar. Por otro lado, se encuentra la gran red provincial, con solo un 23% de pavimentación. Si bien ha habido un importante avance en la pavimentación de las redes provinciales en estos últimos años, con 4553 km de nuevos pavimentos, todavía resta mucho por hacer.

Es importante el crecimiento en autopistas y autovías, que pasó de 1.100 km a más de 3.100 km, con importantes obras aún en ejecución.

Somos conscientes de que si bien el estado de mantenimiento global de la red ha mejorado, existen situaciones de mantenimiento puntuales que reducen esta visión integral.

La infraestructura vial sintió el impacto del incremento del tránsito, generado por el enorme crecimiento del Producto Bruto Interno, del 99,1% entre 2002 y 2012. Junto a ello, un aumento del parque automotor del 84% en dicho período, con un incremento de la circulación de cargas hacia puertos y terminales.

Este incremento, que fue superior al crecimiento del PBI, se explica por el aumento del consumo interno, la sensible mejora en la cosecha de granos y el desarrollo de la construcción, que ha sido generadora intensiva de viajes en camión por ruta, lo que explica especialmente el crecimiento fenomenal del tránsito de camiones por nuestras rutas: un 104% para camiones y un 94% para vehículos livianos, en el periodo considerado.

# LOS DESAFÍOS DE LA VIALIDAD ARGENTINA

El sistema vial presenta varios desafíos simultáneos, teniendo en cuenta el estado de la red, el servicio que la economía requiere y la concepción de que la red es un sistema integral de vasos comunicantes que demandan acciones paralelas en todos y cada uno de sus estamentos.

Mantenimiento de la red: Una política activa debe enfocarse en el cuidado de la red existente, asegurando un mantenimiento adecuado y evitando la pérdida del capital invertido. Para ello es necesario fomentar la adopción de criterios de mantenimiento no solo en la red nacional sino también en las redes provinciales, a fin de ofrecer a los usuarios un sistema de caminos homogéneo, com-

pletando los tramos faltantes de la red. Estamos convencidos de que es necesario generar políticas concretas de mantenimiento, generalizando los sistemas C.Re.Ma., o sistemas alternativos, donde exista un responsable de cada tramo y una metodología de control por resultados.

Control de cargas: Un aspecto vinculado al cuidado del capital invertido es desarrollar una acción efectiva e inteligente de control de pesos y dimensiones, generadoras no solo de destrucción y acortamiento de la vida útil de las rutas, sino también de accidentes viales.

Nuestro desafío adicional será crear un sistema que utilice la tecnología en el control y que ese control sea permanente, de forma tal que establezca un sistema que estudie las cargas que afectan el diseño de los pavimentos y que sancione con altas multas y alije la carga al infractor, con el objetivo de obligar al cumplimiento de la ley, que es la única protección para nuestros caminos.

Modernización de la red de caminos: Más del 70% de los caminos pavimentados de la Red Nacional responden a diseños anteriores a la década del 70, con viejos parámetros de anchos de camino, obsoletas normas de seguridad, diseños antiguos en seguridad y sus consecuentes riesgos para el tránsito actual. Ello implica que más de 23.000 Km. de la red nacional tienen anchos menores a 7 metros, curvas de radio reducido y frecuentemente atraviesan zonas urbanas, con el consiguiente riesgo vial. Igual situación se da en la red pavimentada provincial.

Pavimentación paulatina de la red: En términos generales, uno de los desafíos será completar la pavimentación de la red nacional e incrementar sustancialmente los kilómetros a pavimentar en las redes provinciales, permitiendo ampliar el porcentaje de rutas pavimentadas en el total general de la red.

Aumento de capacidad: El incremento de la demanda y la antigüedad en el diseño de algunas rutas requiere encarar diferentes acciones tendientes a modernizar la red de caminos con nuevos criterios. Si bien algunos aspectos de mejora en la capacidad de la red están retrasados, es necesario racionalizar las soluciones y las prioridades, de forma tal de duplicar para resolver los problemas de la demanda existente, así como también construir terceras trochas en zonas de pendientes y de sobrepaso o bien un menú de soluciones técnicas sobre cada caso en particular.

### Infraestructura hacia la seguridad vial:

La antigüedad de algunos diseños, los elementos sin protección al costado del camino y los cruces por las ciudades, requieren soluciones que eviten que el error humano de conducción se transforme en muerte. Esto se puede lograr con planes sistemáticos de mejoras de la infraestructura a fin de generar una mayor seguridad vial. Tal como se ha dicho, se deberá hacer un especial hincapié en las soluciones de ancho homogéneo de calzada a por lo menos 7,30 mts. y en corregir curvas peligrosas.



SEPTIEMBRE 2013 REVISTA CARRETERAS | 05

Necesidad de establecer un plan integral de mejora de la infraestructura vial. Todos estos desafíos indican la necesidad de establecer un plan integral de mejoras de calidad de la infraestructura vial, que no solo complete lo hecho en los últimos años, sino que genere un cambio revolucionario del sistema de caminos, complementario de otros modos, y con soluciones modulares acordes con las necesidades de los diferentes usuarios de las redes.

Este plan debería definir líneas de acción, criterios de prioridad de obras, políticas de mantenimiento, mejoras en la seguridad, mejoras en la capacidad de los caminos y disposición de insumos necesarios para evitar tener cuellos de botella en su ejecución.

Deberá contar con criterios de integralidad de la red, considerando los aspectos de integración territorial faltantes y la vinculación con los países limítrofes, la incorporación de nuevas áreas productivas, junto con mejoras en la circulación y la seguridad vial.

Para enfrentar estos desafíos será necesaria una inversión sostenida en un plan de una década que:

- Modifique la red con duplicación de calzadas.
- Amplíe la capacidad de la red de acuerdo al tránsito y sus necesidades.
- Asegure el mantenimiento oportuno de la red.
- Complete los corredores faltantes y mejore la circulación urbana.
- Priorice los proyectos de alta rentabilidad económica y social, de corto y mediano plazo.
- Genere mejoras en la infraestructura hacia objetivos de seguridad vial.

La Asociación ha efectuado estudios considerando los criterios mencionados, como una forma de analizar la factibilidad con los diferentes actores del sistema vial para cumplimentar exitosamente los planes propuestos.



Metodológicamente, las conclusiones de dicho estudio están segmentadas en diferentes tipos de obras. Conceptualmente, se han incorporado definiciones de corredores en sentido funcional de la red, que no tienen que ser homogéneos sino que atienden a necesidades de circulación constituidas por los diferentes tipos de obras a ejecutar.

También hemos analizado el posible financiamiento de un plan que amplíe los niveles de inversión de los últimos años orientado hacia un cambio en nuestro sistema vial, que lo integre y modernice. Tal vez sea momento de rever la distribución de los impuestos y tasas a los combustibles, que en 2012 superaron los 25.000 millones de pesos, y la asignación de nuevos recursos y un financiamiento amplio por proyectos.

La necesidad de efectuar un plan de ejecución atendiendo a los aspectos presupuestarios y financieros, implicará aceitar todos los mecanismos para evitar inconvenientes en la ejecución de los proyectos.

Un elemento central será la capacitación e innovación tecnológica, de forma tal de ser eficientes en el planeamiento, la ejecución y el control.

La conjunción de todos estos factores nos permitirá invertir en el futuro de nuestro país, por más y mejores caminos.

Esta edición de la Revista Carreteras tiene como núcleo el futuro. La Jornada en Infraestructura ocupa un espacio central en el entendimiento de que la opinión de los principales actores del sector ayudará a construir exitosamente ese porvenir.

El 61º Aniversario de la fundación de la Asociación y el reconocimiento a antiguos socios de la entidad se ven reflejados también en estas páginas.

Asimismo, sendos reportajes a responsables de Vialidades Provinciales, en este caso de las provincia de Buenos Aires y de Entre Ríos, nos permiten conocer sus puntos de vista respecto a su área de actuación. Eventos relacionados a la logística y la presentación de insumos básicos para el sector vial también tienen su espacio en la presente edición. Los programas de los seminarios internacionales a llevarse a cabo en Buenos Aires y una serie de noticias y artículos de la actividad vial completan la sesión general.

La parte técnica ofrece, como es habitual, destacados estudios técnicos relacionados con el transporte y la utilización de modernas herramientas de diseño de caminos. •

Para finalizar, deseo un Feliz Día del Camino a todo el sector vial y brego por poner en marcha el futuro de la red caminera nacional en conjunto con toda la sociedad argentina.





# 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





### SISTEMAS DE DEFENSAS METÁLICAS

Compuestas por defensas(\*), postes, alas terminales y accesorios según normas y planos tipo de la DVN

\* con certificación conjunta de IRAM INITI.





### CAÑOS CORRUGADOS HEL-COR HC68-CONDUCTOS TUNNELLINER

Los caños de acero cuarrugado galvanizado HC68 con una cobertura de 610gr/m2 de zinc en ambas caras y costura helicoidal continua tipo "Lockseam", según normas y planos de tipo DNV.

Los productos de Staco Argentina tienen el respaldo internacional de Armco Staco líder en producto viales

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

# **Próximos Eventos**

2013

IRF- Seminarios Ejecutivos.
Seguridad en zona de caminos
y trabajos en obra
9 al 11 de octubre
Santiago de Chile, Chile
www.irfnet.org

Congreso Nacional del Asfalto y Congreso Nacional del Concreto 10 y 11 de octubre Lima, Perú

20° Congreso Mundial de ITS 14 al 18 de octubre Tokio, Japón www.itsworldcongress.org

9º Congreso de la Vialidad Uruguaya 30, 31 de octubre y 1º de noviembre de 2013 LATU, Av. Italia 6201 Montevideo, Uruguay www.auc.com.uy

Seminario de los Comités Internacionales PIARC CT2.3 Transporte de Mercancías 28 al 30 de octubre Montevideo, Uruguay

Seminario de los Comités Internacionales de la PIARC CT 2.2 Mejora de la Movilidad en Áreas Urbanas CT 2.1 Explotación de la Red Viaria y Aplicaciones ITS 6 al 8 de noviembre Hotel Panamericano - Bs. As., Argentina

Seminario Internacional PIARC CT3.1 Políticas Nacionales y Programas de Seguridad Vial 11 al 14 de noviembre Hotel Panamericano - Bs. As., Argentina

www.aacarreteras.org.ar











17º Congreso Mundial de la Federación Internacional de Carreteras - IRF

10 al 14 de noviembre Riyadh, Arabia Saudita www.irf2013.com

Reunión Anual Coordinadores de Datos del OISEVI

12 de noviembre Buenos Aires, Argentina www.oisevi.org

Encuentro ITF / IRTAD - OISEVI 13, 14 y 15 de noviembre Buenos Aires, Argentina www.oisevi.org

XVII CILA- Congreso Íbero Latinoamericano del Asfalto 17 al 22 de noviembre Antigua, Guatemala

www.congresocila.org

IRF- Seminarios Ejecutivos. Seguridad Vial e ITS 3 al 5 de diciembre San Pablo, Brasil www.irfnet.org

2014

Congreso Mundial de la Vialidad Invernal

4 al 7 de febrero Andorra la Vella, Andorra www.piarc.org

INTERTRAFFIC Holanda 25 al 28 de marzo Ámsterdam, Holanda www.intertraffic.com

IV CISEV - Congreso Iberoamericano de Seguridad Vial Junio - México www.institutoivia.org

2015

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

# 61° ANIVERSARIO

### DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA DE CARRETERAS



A LA CELEBRACIÓN EN EL SALÓN AUDITORIUM DE LA ENTIDAD, ASISTIERON EL ING. NELSON G. PERIOTTI, ADMINISTRADOR GENERAL DE LA DIRECCIÓN NACIONAL DE VIALIDAD, Y AUTORIDADES VINCULADAS AL SECTOR VIAL Y DEL TRANSPORTE.

También concurrieron directivos de entidades colegas, representantes de empresas asociadas y profesionales relacionados con la actividad vial y del transporte por carretera.

El Presidente de la Asociación, **Lic. Miguel Salvia**, resaltó el accionar y los logros de estos 61 años, especialmente en la historia reciente, donde hubo una significativa apertura institucional al ámbito internacional, con representación en foros y comités técnicos del más alto nivel profesional.

Asimismo, subrayó que esa participación y la designación de la Asociación como Comité Nacional Argentino de la Asociación Mundial de la Ruta y la integración de su Consejo Directivo, como el nombramiento en el Consejo Ejecutivo de la IRF, son muestra del reconocimiento de nuestra entidad en el ámbito vial internacional. "Queda mucho por hacer, pero estos reconocimientos nos impulsan a seguir en esta senda de trabajo y dedicación", afirmó.

En el ámbito local destacó la exitosa realización, el año pasado, del XVI Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito en la Ciudad de Córdoba, que contó con la participación de más de 1.400 congresistas y tuvo presentaciones de renombrados especialistas internacionales. Sin olvidar la **Expovial**, que continuó mostrando los últimos adelantos en tecnología y servicios viales. Este evento adquirió la jerarquía de "marca" estando en debate la posibilidad de realizar el año próximo otro encuentro con características similares.

En otro orden, comentó que con el viaje del **Ing. Agosta** (hijo) a EE.UU., se retomó el tema becas, auspiciado por la **IRF**, circunstancia por demás propicia para alentar a jóvenes profesionales a participar de estos programas de capacitación de nivel internacional.

Recordó, asimismo, la actuación de la institución en apoyo de las autoridades viales, en términos de elaboración de planes y propuestas para seguir mejorando nuestra red de caminos, reconociendo el esfuerzo llevado a cabo por el gobierno nacional y los diferentes organismos provinciales en los últimos años.

Como muestra de reconocimiento, fueron entregadas distinciones a los socios que cumplieron **30 y 50 años** apoyando a la Asociación.

En este caso, recibió una distinción en la Categoría "A" de socios individuales, el **Ing. Alejandro Tagle**, por sus 30 años. No asistió el **Ing. José Ante**, quien también cumplió 30 años en la Asociación.

Los Ings. Mario J. Leiderman y Víctor Testoni recibieron plaquetas recordativas de los 50 años como asociados.

En la Categoría "C" de entidades comerciales, el Lic. Ricardo Repetti recibió la distinción correspondiente a la empresa Vialco S.A., por sus 50 años de asociada.

Finalizando el acto, el **Ing. Periotti** efectuó un brindis, destacando a la **Asociación Argentina de Carreteras** como referente insoslayable del sector vial nacional y ahora también internacional, a través de las más de seis décadas transcurridas desde su creación. Considerando el alto nivel alcanzado por las inversiones en infraestructura vial en los últimos años, elevó su copa y auguró un futuro promisorio para la Vialidad Argentina y todos sus miembros a lo largo y ancho de la Patria. ◆



El Ing.A. Tagle recibe una medalla por sus 30 años de socio.



El Ing. Víctor Testoni, una plaqueta por sus 50 años de socio.



El Ing. Mario J. Leiderman, una plaqueta por sus 50 años de socio.



El Lic.Ricardo Repetti, una placa por los 50 años de socia de VIALCO S.A.



Ing. Nelson G. Periotti: mensaje y brindis.



Brindis final.

SEPTIEMBRE 2013 REVISTA CARRETERAS | 11

NOTA DE TAPA
JORNADA DE INFRAESTRUCTURA 2013
EN TECNÓPOLIS

# Jornada de Infraestructura 2013 en Tecnópolis

Organizada por la Cámara Argentina de la Construcción-CAC, el Instituto de Estadísticas y Registro de la Industria de la Construcción-IERIC y la Unión Obrera de la Construcción-UOCRA



Se desarrolló con éxito la Jornada que contó con la participación de centenares de empresarios y funcionarios del sector. El evento, realizado en el predio de Tecnópolis, estuvo destinado a formular lineamientos generales para el futuro de la obra pública.

En diversas charlas se analizó el rol fundamental que ha tenido la industria de la construcción en los últimos años, para la superación de momentos de crisis y para la mejora de la calidad de vida de los argentinos.

La inauguración formal, llevada a cabo en el Auditorio Principal, estuvo a cargo del Ing. José F. López, Secretario de Obras Públicas de la Nación, y del Ing. Gustavo Weiss, Presidente de la Cámara Argentina de la Construcción, quien manifestó "que el sector aportó el sesenta por ciento del aumento del PBI en los últimos diez años", y resaltó: "estamos orgullosos de que las empresas constructoras nacionales hayan podido superar ese desafío". Señaló, asimismo, que este año la construcción creció un cinco por ciento respecto del mismo período del año pasado y destacó que está "muy demandada", ya sea a nivel de inversión pública como de construcciones unifamiliares. Sostuvo que la recuperación del sector se debió a las políticas de inversión pública impulsadas por la presidenta Fernández de Kirchner, que "instruyó para que el presupuesto en vivienda social se duplicase de 5 mil millones a 10 mil millones".

El Ing. López manifestó que en el primer semestre de este año la inversión social en vivienda superó en un 128,5 por ciento la que se había ejecutado en el mismo período del año pasado. "Esto pone en evidencia la decisión de la presidenta Cristina Fernández de Kirchner de invertir fuertemente en una acción contracíclica para generar empleo, dinamizar la economía y mejorar la calidad de vida de la gente", afirmó luego en declaraciones a los periodistas.

Recordó que la actividad de la construcción en mayo último creció un 7,8 por ciento respecto del año pasado y sostuvo que en materia de vivienda social "hay más de 90 mil viviendas que se pusieron en marcha desde octubre del año 2012 hasta el día de hoy".

Respecto del impulso que origina el plan de construcción **Pro.Cre.Ar**, **López** aludió a recientes declaraciones del Secretario de Coordinación Económica, **Axel Kicillof**, quien anunció que para fin de año habrá 80 mil viviendas en ejecución, que se sumarán a las 100 mil que tiene el Estado Nacional en marcha.

Concluida la ceremonia inaugural, los referentes de cada sector se reunieron en diferentes pabellones a debatir el futuro y la problemática de la actividad específica. La jornada estuvo dividida en talleres que trataron múltiples temas relacionados con la infraestructura: obras viales, recursos hídricos, eficiencia energética, etc.

En el final de la Jornada se llevaron a cabo conferencias especiales a cargo del **Dr. Juan Fábrega**, Presidente del Banco de la Nación Argentina; el **Sr. Juan Carlos Lascurain**, Presidente de Asociación de Industriales Metalúrgicos; y el **Dr. Bernardo Kliksberg**, especialista en Responsabilidad Social Empresaria, quien distribuyó en forma gratuita su libro "Ética para Empresarios".

La clausura de la Jornada estuvo a cargo del Presidente de la Cámara Argentina de la Construcción, **Ing. Gustavo Weiss**, y del Ministro de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, **Arq. Julio De Vido**. También hizo uso de la palabra el Intendente de Lomas de Zamora, **Sr. Martín Insaurralde**.

### Desafíos de la Vialidad Argentina

La **Dirección Nacional de Vialidad** utilizó su stand para organizar una serie de charlas dedicadas a exponer los desafíos de la vialidad argentina frente al crecimiento de la actividad económica del país.

Participaron del encuentro distintas organizaciones vinculadas al ámbito vial y del transporte por carretera.

Los expositores de los talleres de obras viales fueron, entre otros, el Administrador General de la Dirección Nacional de Vialidad, el Presidente de la Asociación Argentina de Carreteras y el titular del Consejo Vial Federal. Asimismo, dieron su opinión representantes de la CAC, FADEEAC, IRAM, UOCRA, ICPA, CPA, CADECI y FAP.

Al término de la Jornada se elaboró un "Documento Final" (incluido en la Revista), donde quedó reflejado un pormenorizado estado de situación de la red vial nacional, los principales inconvenientes detectados a lo largo de los últimos años y la necesidad de contar con un "banco de proyectos", que proporcione elementos consistentes para un Plan Director, base de un amplio plan estratégico de transporte para la próxima década.

El **Ing. Losi**, en representación de la CAC, expuso la importancia de participar institucionalmente en la elaboración y definición de planes estratégicos de obras públicas. Destacó que ya

nadie discute que éstas son una inversión y no un gasto y que por cada peso invertido se genera \$1,36 de valor. En cuanto a los insumos de la industria, comentó que debe asegurarse su provisión e impulsar a las asociaciones público-privadas para la realización de obras de infraestructura. El desarrollo de un plan orgánico de obras mejora la eficacia, generando beneficios indirectos notables. Señaló que la CAC está trabajando intensamente en programas de capacitación y formación para replicar estos programas en las delegaciones del interior, como así también en cursos ofrecidos por Internet. Finalmente, subrayó que se debe fortalecer a los organismos viales de todo el país y no apartarse de un Plan Director previamente consensuado, que también incluya a los ferrocarriles.

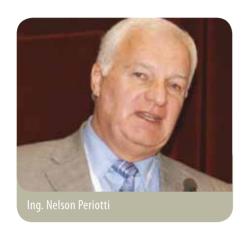
En nombre de la UOCRA, habló su representante legal, **Dr. Rodrigo Arenas**. Comentó que se está reformulando la Convención Colectiva de Trabajo, cuyo original data de 1975, y que ello va más allá de un mero acuerdo salarial. Destacó que en la década del `90 el gremio que representa contaba con aproximadamente 70.000 afiliados registrados, en tanto que hoy cuenta con más de 450.000 trabajadores, siendo la capacitación un eje principal de su desarrollo sindical. Conjuntamente con la CAC, participan de programas de formación profesional. La incorporación de trabajadores de la construcción en áreas de explotación de petróleo y gas obligó a una resignificación del Convenio Colectivo vigente. Se mostró orgulloso de que el gremio al que pertenece sea partícipe del diseño de un nuevo modelo de país con inclusión social. ◆



Septiembre 2013 Revista Carreteras | 13

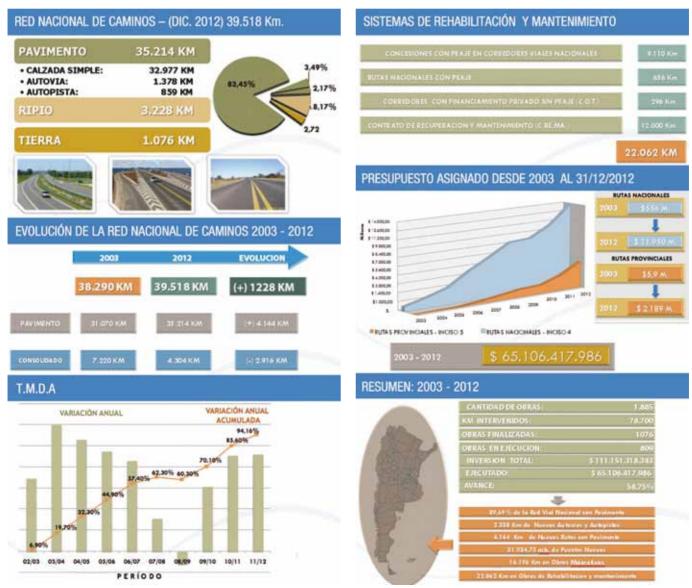
# Ing. Nelson Periotti

### Administrador General de la DNV



Expuso sobre el estado actual de las obras en curso, que permitirán consolidar la red vial mediante la incorporación de caminos de alta calidad y seguridad. Asimismo, mostró mediante cuadros estadísticos un resumen de las inversiones ejecutadas en los últimos años. También hizo mención a los diversos programas de mantenimiento como el COT, C.Re.Ma., el Plan de Obras Mejorativas y los sistemas de gestión con peaje.

Destacó que del año 2002 a la fecha se ejecutaron 1885 obras, siendo intervenidos más de 78.700 km. de caminos. En cuanto a la proyección prevista para los próximos años, indicó que ya se está trabajando en estaciones de control de cargas, además de la conclusión de proyectos singulares como la pavimentación completa de la emblemática Ruta Nacional 40 y la Autovía Ruta Nacional 14, entre otras importantes obras.



### **EJES POLÍTICOS**

- · Red Vial Troncal Esquema Director
- · Red Nacional: Recategorización
- · Ampliación de Capacidad: Continuidad del Plan
- · Red Concesionada: Mantenimiento del Sistema
- · Red Accesos a Bs. As.: Mantenimiento del Sistema Ampliación
- Red Pavimentada No Concesionada: C.RE.MA.
- · Control de Cargas: Incremento Transformación
- · Playas de Estacionamiento: Política a desarrollar
- Aéreas de Descanso: Política a incrementar

# RED CONCESIONADA: MANTENIMIENTO DEL SISTEMA CORREDORES VIALES CONCESIONADOS POR PEAJE



- Corredor Vial N° 1
- Corredor Vial N° 2
- Corredor Vial N° 3
- Corredor Vial N° 4
- Corredor Vial N° 5
- Corredor Vial N° 6
- Corredor Vial N° 7
- Corredor Vial Nº 8
- Corredor Vial N° 18

# RED ACCESO A BUENOS AIRES MANTENIMIENTO DEL SISTEMA - AMPLIACIÓN



### ACCESO NORTE

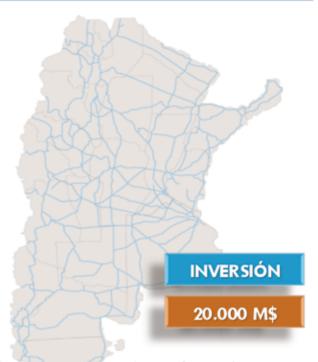
- Long: 119,935 Km.
- Tránsito TMDM 329.037
- ACCESO OESTE
- Long: 55,050 Km.
   Tránsito TMDM 280.061
- ACCESO RICCHIERI
- Long: 52,260 Km.
- Tránsito TMDM
- CONTROL DE CARGAS: INCREMENTO TRANSFORMACIÓN

INTENSIFICAR Y MEJORAR EL SISTEMA DE CONTROL DE CARGAS EN LOS CORREDORES VIALES Y LOS ACCESOS A LA CIUDAD BUENOS AIRES



- · Remodelación de Estaciones de Pesaje.
- Incorporación de tecnología en el control de Pesos y dimensiones.
- Mayor participación de Gendarmería Nacional en el control en las Estaciones de Pesaje.
- Reubicación de las Estaciones de Pesaje de acuerdo a la evolución de los últimos años del tránsito de carga.

### PROYECTOS SINGULARES



- Santa Fe Puente Santa Fe Santo Tomé 700 M \$
- Santa Fe / Corriente Puente Reconquista Goya 5.000 M \$
- San Juan Túnel Paso por Agua Negra 6.000 M \$
- Chaco/Corrientes Puente Ferrovial Chaco Corrientes 800 M S
- Corrientes Puente Internacional :
   Monte Caseros Bella Unión (Brasil) 150 M \$
- Misiones Puente Internacional:
   Comandante Rosales (Brasil) 150 M \$
- Entre Ríos / Santa Fe Nueva Conexión Paraná Santa Fe 500 M \$
- Salta Puente Internacional:
   Salvador Mazza Yacuiba (Bolivia) 350 M \$
- Chaco Puente Internacional:
   Ñeenbucu Bermejo Pilar (Paraguay) 200 M \$
- Buenos Aires Autopista Ribereña 1.500 M \$
- Bueno Aires / Entre Ríos Puente Zárate Brazo Largo :
   Cambio de obenques lado Ferroviario
- Mendoza Variante Carga Pesada:
   Curva de la Soberanía
   Villa de Uspallata
- Santa Cruz Tierra del Fuego:

SEPTIEMBRE 2013 REVISTA CARRETERAS | 15

# Ing. Jorge Rodríguez

# Presidente del Consejo Vial Federal y

### Administrador de la Dirección de Vialidad de Entre Ríos



En la continuidad de la Jornada, expuso el Presidente del Consejo Vial Federal y Administrador de la Dirección de Vialidad de Entre Ríos, Ing. Jorge Rodríguez, quien destacó el compromiso del Consejo para acompañar el esfuerzo que realiza la DNV en cuanto al desarrollo integral de la red según los lineamientos del EDIVIAR 2012-2022.

Comentó que en Entre Ríos se está llevando adelante un intenso programa de control de cargas. Asimismo, el Ing. Rodríguez expuso brevemente cuáles son las obras viales en curso en la provincia de Entre Ríos. Como dato interesante informó que en la Administración a su cargo se está desarrollando una suerte de C.Re.Ma. provincial con el apoyo del BID.

### **ESQUEMA DIRECTOR ARGENTINO (E.Di.Vi.Ar)**

La red vial argentina, construida con el aporte económico y técnico de generaciones anteriores, constituye el patrimonio vial del país y debe ser conservada, mejorada y ampliada para ser utilizada por las generaciones actuales y futuras.

En el año 1997, el Consejo Interprovincial de Ministros de Obras Públicas encomendó al Consejo Vial Federal, constituido por la Dirección Nacional de Vialidad y los organismos viales provinciales, la elaboración de lo que resultó ser el E.DI.VI.AR. original.

Ese Esquema Director Vial surgió del consenso, expresado en las Actas de las Reuniones Zonales del C.V.F., Asambleas del C.V.F. y del C.I.M.O.P. Representó la voluntad de todo el espectro vial argentino en una planificación concertada del desarrollo futuro, de una política de ordenación territorial, en el sector vial.

### **FUNDAMENTOS:**

Se profundizó el estudio, con criterios directores, de la interrelación y articulación necesarias de la Red Troncal Nacional (la existente y la que eventualmente se defina) con la parte de las redes provinciales que complementan y alimentan a esa red nacional y que sirven como conexión interprovincial e integración regional y potencien 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 sus pobladores, un sobreprecio de fletes, demoras en la entrega de los productos y obstaculiza el despegue de las economías regionales.

### **OBJETIVOS Y ALCANCES:**

Todo ello, por cuanto de nada sirve a los intereses generales que se pueda transitar por los caminos, por ejemplo, de una determinada red provincial con seguridad y confort pero que resulte imposible llegar con los productos exportables desde los establecimientos por el estado de la red de caminos naturales o resulte dificultoso transportarlos a los puertos y a los grandes centros urbanos por las falencias de la red nacional.

En consecuencia el E.DI.VI.AR. contempló propuestas de soluciones técnicas a las necesidades de las distintas redes, que abarcan desde la mejora de las calzadas naturales hasta la construcción de autopistas, modernizando, ampliando y mejorando la transitabilidad y seguridad, con una idea integradora de la red vial argentina y tendiendo a una efectiva reducción del costo del transporte y a un aumento en la productividad y competitividad global y sectorial de los productos argentinos, tanto en los mercados locales como en los internacionales.

# CONCLUSIONES PARA EL DESARROLLO 1.- DEBERÁN SER OBJETIVOS:

**DE VIALIDAD NACIONAL:** La red vial nacional tiene una extensión de 39.150 km de los cuales solo 3.200 km no están pavimentados. El objetivo de la DNV será construir ese faltante asfaltado. Se continuará con los contratos de reparación y mantenimiento. Se repararán por conservación desde los distritos aquellas que sean necesarios reconstruir. Seguramente será una modernización de la red que haya más autopistas y autovías.

DE VIALIDAD PROVINCIAL: Pero el asunto es

que habiendo pocas perspectivas de que se amplíe la red vial nacional, las provinciales empiezan a tener una importancia sustancial. Claro, de qué sirve tener una fantástica red nacional sin los componentes provinciales, que son las rutas secundarias y terciarias, hoy todas productivas, que deben sí o sí llegar a las rutas importantes o primarias para llevar el producido a los puertos y grandes urbes, para su comercialización local y extranjera.

Además del producido, lo importante también es el componente local, el cual no puedo dejar de mencionar, ya que este gobierno, desde 2003, es el gobierno de la federalización y distribución de los recursos y no de los discursos

### 2.- RECUPERACIÓN DE RUTAS SECUNDARIAS

TIPOS DE OBRAS PRIORITARIAS ACCESOS A LOCALIDADES

UNIÓN DE PUEBLOS CERCANOS

RECUPERACIÓN DE SECTORES PRODUCTIVOS NUEVOS RECUPERACIÓN DE ÁREAS PRODUCTIVAS OLVIDADAS ACCESOS A PUERTOS

POLOS PRODUCTIVOS ALEJADOS DE LOS CENTROS PO-BLADOS SIN ACCESO

SIN ELABORACIÓN DE PROYECTOS NO HAY FINANCIACIÓN CREAR BANCO DE PROYECTOS

ELABORAR MEDIANTE CONTRATO A CONSULTORAS ELABORAR MEDIANTE LAS DIRECCIONES DE ESTUDIOS Y PROYECTOS DE LAS VIALIDADES

NADIE FINANCIA NOTAS

BUSCAR DISTINTAS FUENTES DE FINANCIAMIENTO PROSAP (MEJORAMIENTO DE CAMINOS EN ÁREAS RU-RALES PRODUCTIVAS)

BID (BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO)

CAF (CORPORACIÓN ANDINA DE FOMENTO) BANCO MUNDIAL (BM – BIRF)

FFFIR (FONDO FIDUCIARIO FEDERAL DE INFR. REGIONAL) DNV (DIRECCIÓN NACIONAL DE VIALIDAD)

### PLAN DIRECTOR QUINQUENAL

Este presente, del que todos somos protagonistas, se logró porque existe un proyecto político nacional y un modelo económico de recuperación y puesta en valor del Estado al servicio de la comunidad. Un proyecto político que se ha instalado a partir del año 2003 y se profundiza en el tiempo; que permite a partir de la dinamización de la economía aplicada a la obra pública para la transformación del país, la consecuente generación de trabajo y, por fin, la verdadera y genuina inclusión social de los argentinos.

Lo que hay que destacar es la participación fundamental del CVF como nexo entre las vialidades, consolidando un accionar que permitirá con el correr de los años fortalecer aún más los vínculos entre las mismas sin separar que sea nacional o provincial, ya que el camino no tiene pertenencia subjetiva; es de todos. Por ello, el fruto de este accionar se verá sustentado a medida que se sigan desarrollando políticas integradoras entre la Nación y las provincias, para que cada sector no sea estanco. De esa forma, podremos crecer juntos por una Argentina mejor, con futuro y desarrollo técnico y humano.

En definitiva, que este plan director 2014-2019 debe constituirse en una respuesta global seria y superadora del actual estado de la red vial Argentina, que ha sido modernizado, y que integra al conjunto de las regiones de nuestro país, a sus pobladores y a su producción, con lo que da respuestas a las necesidades de nuestra comunidad y al mismo tiempo, tiende a salvaguardar y garantizar los intereses del Estado, que con su presencia orientadora y planificación estratégica es acompañado por el sector privado, pensando con esperanzas en el futuro posible de una Patria diferente.



# **Agrimensor Jorge Pinto**

**Presidente CADECI** 



En representación de CADECI -Cámara de Consultores de Ingeniería-, expuso su Presidente, el Agrimensor Jorge Pinto. Destacó el rol de la consultoría en las

diversas etapas de las obras viales, desde la ejecución del proyecto, hasta su finalización. Subrayó la importancia que adquiere la consultoría en temas como impacto ambiental y seguridad, entre otros.

### La Consultoría de Ingeniería Organizada

- La Cámara Argentina de Consultoras de Ingeniería (CADECI) fue fundada por firmas de la especialidad hace casi 50 años.
- Agrupa a 36 empresas de todo el país, con más de 1.500 profesionales y técnicos.
- Las firmas han participado en las más importantes obras de infraestructura del país, generando conocimiento y trabajo para miles de profesionales y técnicos argentinos.
- La CADECI fomenta la actividad consultora como medio para acrecentar los niveles de eficiencia en los distintos aspectos de la tecnología, en pos de mejorar el bienestar de la sociedad.
- Brinda, en forma eficaz, la solución tecnológica, ambiental y económica más adecuada a los desafíos actuales de las obras de ingeniería.
- Colabora con los diferentes poderes públicos llevando adelante los trabajos encomendados.

• Servicios más habituales:

**Proyecto:** Su participación temprana ayuda a optimizar la inversión pública, mediante estudios y proyectos bien concebidos.

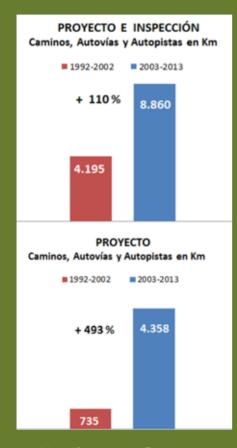
**Supervisión:** La adecuada supervisión en la construcción permite una ejecución más ajustada al plazo y costo final, que se traduce en incrementar la rentabilidad de la inversión pública.

- Caminos, autopistas, puentes, ferrocarriles, puertos, aeropuertos y subterráneos.
- Diques, generación, transmisión y distribución de energía eléctrica.
- Obras de saneamiento.
- Redes y plantas potabilizadoras de agua.
- Redes y plantas de tratamiento de efluentes.
- Acueductos.
- Obras de riego.
- Comunicaciones.
- Infraestructura y equipamiento urbano.

Septiembre 2013 Revista Carreteras | 17

### Pasado – Presente – Logros Qué se ha hecho:

Durante la última década, las firmas asociadas a la Cámara han intervenido en 8.860 km de proyectos y supervisión de caminos, autovías y autopistas. Ello implica el orden de **900 km / año.** 



### Participación y acompañamiento

Las cifras son el resultado del esfuerzo y compromiso asumidos por el sector consultor en acompañar la política del Estado de invertir fuertemente en infraestructura vial.



# Propuestas a Futuro Banco de Proyectos

La propuesta de selección debería estar basada en las siguientes consideraciones:

- Ampliación de capacidad según necesidades y consenso.
- Seguridad vial, mejoras en puntos singulares.
- Integración nacional y regional.

### Sistemas inteligentes para la red vial

- Información *on line* al usuario y a las autoridades

Sostener lo logrado.

- Planes de mantenimiento, con su financiación.
- Horizonte de trabajo para las empresas.

# Relación con los organismos públicos Optimización y Complementación

Las firmas consultoras de ingeniería, complementan y optimizan la labor de las reparticiones públicas.

Una estructura estatal eficiente requiere que determinados trabajos, por sus características, aprovechamiento de avances tecnológicos, urgencia u otros factores, sean ejecutados por firmas especializadas de ingeniería.

Permite al Estado destinar sus recursos a los actos de gobierno, seguimiento y control, funciones propias e indelegables.

### Compromiso y voluntad

### Capacidad de las empresas de ingeniería argentina

La DNV ha confiado en la capacidad de las empresas nacionales de ingeniería socias de la Cámara.

Hoy, las firmas tienen la capacidad y voluntad de acompañar a la DNV en su plan de integrar al país, con más y meiores caminos.

Al potenciar la actividad y proveer las mejores soluciones a los problemas que plantea la infraestructura del país, la ingeniería argentina contribuye al desarrollo nacional, económico, productivo, científico, tecnológico y social, con respuestas ambientalmente sustentables.



# Ing. Alejandro Tagle

### Presidente de la Comisión Permanente del Asfalto



Presidente de la

El Presidente de la Comisión Permanente del Asfalto, Ing. Alejandro Tagle, agradeció a los organizadores de la Jornada, y particularmente a la DNV, por haber sido convocados junto al resto de los principales actores que componen el sector vial de nuestro país. La CPA, entidad de bien público sin fines de lucro, participa en la actividad desde una óptica específica, relacionada directamente con el asfalto, material que, adecuadamente incorporado en la estructura de un pavimento, le da propiedades fundamentales para su función en una red de caminos, como permitir el tránsito permanente seguro y confortable, aun en condiciones climáticas adversas. Por lo que debe ser especialmente tenido en cuenta al analizar los desafíos de la vialidad argentina para los próximos años.

Desde su creación en 1945, para poder cumplir con sus objetivos, la CPA ha contado siempre con un Comité Técnico conformado por los profesionales más destacados en estos temas, quienes han impulsado estudios, investigaciones y cursos sobre la aplicación de materiales asfálticos en caminos, y cuyo trabajo continuo le ha permitido actualizar y elaborar nuevas condiciones y especificaciones técnicas para los más modernos materiales y procedimientos.

Es necesario tener presente que nuestro país se autoabastece de asfalto, y su uso principal es en el sector vial. La producción anual sostenida de asfalto es del orden de las 500.000 toneladas, con picos de 650.000 toneladas. Y se dispone de una capacidad instalada de producción que supera la de los picos históricos.

De la producción total, el 70% corresponde a asfaltos de diferentes consistencias; el 6% corresponde a emulsiones para uso a temperatura ambiente; y el 6% corresponde a asfaltos modificados, que son productos de alto desempeño con mayor durabilidad y mayor resistencia a la fatiga, ideales para soportar cargas pesadas y alta frecuencia de tránsito.

Estos asfaltos mejoran sus propiedades ya sea incorporándoles fibras poliméricas o también con la inclusión de algunos materiales fuera de uso, con lo que además se consigue un destino útil para materiales contaminantes, como pueden ser envases plásticos descartados, silos bolsa, o bien polvo de neumáticos. Incluso cuentan con su norma IRAM para hacerlo adecuadamente.

La disponibilidad de los asfaltos modificados, conjuntamente con las nuevas especificaciones técnicas correspondientes propuestas por la CPA, han posibilitado la elaboración de mezclas asfálticas no convencionales como micro-pavimentos de alta seguridad, pavimentos drenantes, etc., logrando así superficies de rodamiento con mejores prestaciones tanto desde el punto de vista de su mayor vida útil como del confort del usuario, y muy especialmente de sus condiciones de seguridad.

El mayor aprovechamiento de estos nuevos avances, así como su amplia experiencia en el gerenciamiento de los pavimentos asfálticos tradicionales, motivan a la CPA a tener una mirada esperanzada en cuanto a la posibilidad de lograr vencer los desafíos de la vialidad para los años venideros.

# Con ese fin considera que es necesario prestar especial atención a los siguientes objetivos:

- Consolidar los beneficios de la inversión del período anterior.
- Mantener el valor del patrimonio vial, perfeccionando los sistemas de gestión.
- Disminuir los costos de transporte.
- Aumentar los niveles de seguridad de las carreteras mejorando su superficie de rodamiento con capas delgadas de mezclas de última generación.
- Dar mayor sustentabilidad a la estructura de los pavimentos, perfeccionando la tecnología del reciclado.
- Dar respuesta al crecimiento del parque automotor y del tránsito.

- Mejorar la accesibilidad a los centros urbanos y la integración territorial pavimentando los caminos de tierra.
- Dar máxima atención al cuidado del medio ambiente.

Precisamente las nuevas tecnologías, ya en aplicación en nuestro país, deben seguir siendo incorporadas al sistema vial argentino, dotando a nuestras carreteras de los más altos estándares de seguridad. La adherencia entre el neumático y el pavimento - medida a través del coeficiente de fricción - y la lisura superficial - medida por su rugosidad - son valores respectivamente proporcionales al menor riesgo de accidentes y al menor costo de operación del usuario de caminos.

Además, se debe tener presente que casi la mitad del total de la red nacional más la provincial está constituida por caminos de tierra, y se debe entonces seguir ampliando su transitabilidad para todo tiempo. Para esto es importante tener en cuenta que los pavimentos asfálticos flexibles permiten su construcción por etapas y, por lo tanto, son una tecnología muy apropiada en épocas de dificultades financieras, para ir sumando al país kilómetros de caminos de tránsito permanente, reimpulsando la utilización de tratamientos bituminosos superficiales.

En conclusión, la CPA cree que son cuatro los aspectos que, en forma no excluyente, se deben considerar, y respecto de los cuales nuestra institución puede colaborar en base a su experiencia y ámbito de competencia.

- Conservación vial
- Seguridad vial
- Cuidado del medio ambiente
- Capacitación técnica

Finalmente, se valora enormemente la convocatoria futura a todos los sectores del ámbito vial, impulsada por la Dirección Nacional de Vialidad, para que en forma conjunta se puedan proponer las soluciones más adecuadas para trabajar en sintonía y optimizar los recursos disponibles, de manera de evitar que sobrecostos derivados de una gestión inapropiada produzcan traslados a otros sectores productivos que retrasen el desarrollo económico argentino.

Septiembre 2013 Revista Carreteras | 19

# Sr. Néstor Fittipaldi

### Representante FADEEAC



FADEEAC estuvo representada en la ocasión por el Sr. Néstor Fittipaldi. Destacó la cantidad de obras viales incorporadas a la red, señalando especialmente cuatro trabajos que consideraron fundamentales: terceras trochas en Misiones, la Ruta Nacional 14, la Autopista Rosario-Córdoba y el Sistema Paso Cristo Redentor. En todos los casos, se trata de sustanciales beneficios para los transportistas y mayor seguridad vial. Explicó la importancia en términos de reducción de costos y mayor comodidad para los conductores. Asimismo, hizo conocer las propuestas de FADEEAC para consolidar los avances alcanzados. A juicio de los propios transportistas y en consenso con la Asociación Argentina de Carreteras, propuso que se amplíe el ancho de todas las rutas a un mínimo de 7,30 metros, se pavimenten o consoliden las banquinas en toda la red y se amplíe la capacidad en 3.000 km de rutas de mayor tránsito. Destacó el compromiso de la entidad con la seguridad vial y la capacitación. En este último

aspecto, señaló que desde 2004 pasaron por las aulas de la FPT -Fundación Profesional para el Transporte- más de 482.000 conductores profesionales. Otro de los proyectos en curso es la Universidad del Transporte, en un predio de la zona de Pacheco, en la zona norte del gran Buenos Aires. Finalmente, con referencia al control de cargas, subrayó que FADEEAC está a favor de una efectiva vigilancia que asegure la vida útil de las carreteras.







# Ing. Diego Calo

### Representante del Instituto del Cemento Portland Argentino (ICPA)



En representación del Instituto del Cemento Portland Argentino –ICPA-, el Ing. Diego Calo presentó un trabajo titulado "CONTRIBUCIÓN DEL HORMIGÓN A LOS NUEVOS DESAFÍOS VIALES".

El Ing. Calo inició su presentación con una semblanza de la industria del cemento y su evolución, para luego pasar a detallar su incidencia en el sector vial y sus perspectivas, concluyendo con una síntesis de la visión del ICPA acerca del futuro del cemento en las obras de infraestructura.

### La Industria del Cemento:

Para la producción de este insumo básico se cuenta con 18 plantas distribuidas en 10 provincias, lo que permite abastecer adecuadamente las demandas del mercado a lo largo y ancho de toda nuestra geografía, con un fuerte compromiso con el desarrollo sostenible y una clara orientación a la incorporación de nuevas tecnologías que, mediante la automatización de los procesos, permiten asegurar los niveles y constancias de calidad exigidos en las obras de infraestructura.

### Capacidad y producción de cemento:

La producción de cemento ha acompañado el fuerte crecimiento económico del país desde el año 2003, con una proyección para el año 2013 del orden de las 11,5 millones de toneladas. Desde el año 2003, la expansión evidenciada representa una tasa de crecimiento anual promedio superior al 8%.

Esto también puede registrarse a partir del índice de consumo por habitante, que en el año 2003 se ubicaba en 134 kg/habitante, y en la proyección para el año 2013 ascendería a 273 kg/habitante, lo que constituye un incremento del 100%.

En el inicio de este período, la capacidad instalada registraba una ociosidad que ascendía a más del 60%, experimentando una fuerte reducción que a partir del año 2007 se mantiene en el 30%. Las inversiones realizadas por el sector en obras de ampliación y mejoras han elevado la capacidad instalada nominal a 19 millones de toneladas.

### La producción de cemento y el impacto de un plan de obras viales. Aspectos logísticos:

Cuando se propone un plan de obras como el que presenta la Asociación Argentina de Carreteras, resulta necesario analizar el escenario planteado, con el fin de que cada sector cumpla en tiempo y forma con los objetivos propuestos. En lo que respecta a la industria del cemento, el plan prevé una demanda anual de aproximadamente 700.000 toneladas y, si se utiliza una tasa de crecimiento fija acumulada del 8% anual, se puede determinar que la cifra planteada se ubica en el orden del 5% de la producción total de cemento proyectada para los próximos años.

Además, deben evaluarse las implicancias que podría generar esta demanda en el plano logístico, que, de acuerdo con la experiencia acumulada, es uno de los aspectos que mayores desafíos generará en las obras. En este sentido se resalta la conveniencia de contar con información precisa de las demandas futuras con el objetivo de analizar y optimizar los distintos escenarios logísticos, para establecer los respectivos programas de abastecimiento.

### Pavimentos de hormigón:

Durante los últimos años, en el ámbito vial se produjo un reposicionamiento de los pavimentos de hormigón como una alternativa muy competitiva para la construcción de rutas, autovías y autopistas.

Hacia fines de la década del `70 esta alternativa había perdido protagonismo en el ámbito vial, revirtiéndose esta situación por la incorporación de las Tecnologías de Alto Rendimiento (TAR), que posibilitaron alcanzar una mayor calidad de terminación con menores costos de ejecución. Estos equipos se incorporaron a partir del año 1995, alcanzando a la fecha un total de 19 unidades, que permiten lograr elevados estándares de calidad de terminación. De esta manera, se han construido más de 50 proyectos, que se materializaron en alrededor de 2.000 kilómetros de nuevas rutas y autopistas, en los cuales el consumo de hormigón empleado únicamente para la ejecución de los pavimentos superó los 4.000.000 m3 (1.400.000 toneladas de cemento).

### Contribución al desarrollo:

Otro desafío al que se enfrenta la vialidad en nuestro país es el de construir carreteras en el marco del desarrollo sostenible. Esta búsqueda nos demanda analizar en detalle todos los procesos involucrados en el ciclo de vida de una estructura, desde la génesis del proyecto hasta su reconstrucción. Y debe abarcar la obtención de materias primas, la producción, el transporte, el proceso constructivo, su mantenimiento, la fase de uso, la reutilización y el reciclado o disposición final, con el objetivo de encontrar soluciones sostenibles para el transporte de personas y mercancías.

### Propuestas de la industria:

El sector cementero apoya distintos proyectos o propuestas que contribuirán al desarrollo sostenible del país en su conjunto y brindarán impulso a la industria de la construcción.

### **Bitrenes:**

La implementación de bitrenes como modo complementario de transporte de cargas generará importantes beneficios ambientales, de seguridad y fluidez en el tránsito, optimizando el sistema de transporte carretero y la competitividad.

# Autovía- Ruta Nacional N°3 – San Miguel del Monte - Azul:

Se destaca también la necesidad de transformación en autovía del tramo Monte – Azul de la Ruta Nacional N°3, la cual permitiría completar el trazado desde la localidad de Olavarría a Buenos Aires con una infraestructura acorde a la denominada "Ruta de los Materiales de la Construcción", ya que desde la región centro de la provincia de Buenos Aires se produce el abastecimiento de los principales insumos básicos de la construcción a la Ciudad de Buenos Aires y alrededores.

### Síntesis:

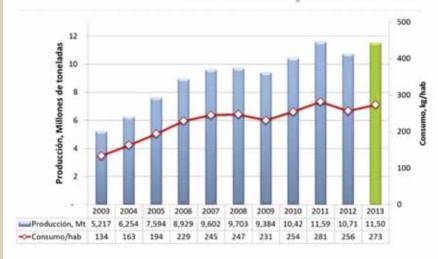
- La incorporación de nuevas tecnologías ha contribuido al reposicionamiento de los pavimentos rígidos en la construcción de nuevas rutas y autopistas.
- Los desafíos planteados en los últimos años se han sorteado con éxito, cumpliéndose con los plazos previstos.
- Las mayores dificultades se encontraron vinculadas con la logística de abastecimiento, constituyendo el "cuello de botella" en períodos de elevada demanda. Resultará conveniente contar con información precisa para establecer programas de aprovisionamiento.
- Las futuras obras deberán contemplar la incorporación de prácticas sostenibles en todas las fases del ciclo de vida de los pavimentos.
- El incremento de la actividad económica ha generado un fuerte aumento del flujo de mercaderías, lo que nos impulsa a adecuar la red vial, y modernizar los sistemas de transporte.
- Una Infraestructura eficiente optimiza los costos y la seguridad, generando beneficios económicos, sociales y ambientales.
- La industria del cemento se encuentra en condiciones de abastecer la demanda requerida para un futuro plan integral de infraestructura.

### Características de la Industria del Cemento

- · Fuerte vínculo con la economía del país.
- Inversiones Aplicación de alta tecnología.
- · Comprometida con el Desarrollo Sostenible.
- Fabricación con uso intensivo de energía.
- · Orientada al mercado interno.
- · Posee 18 plantas distribuidas en 10 provincias.



## Producción y Consumo



# Capacidad Instalada



Nota: Se encuentra previsto un proyecto de nueva planta en la Provincia de San Juan, con la incorporación de 1.000.000 t a la capacidad instalada.

SEPTIEMBRE 2013 REVISTA CARRETERAS | 23

### Pavimentos de Hormigón

Aportes de las Tecnologías de Alto Rendimiento (TAR):

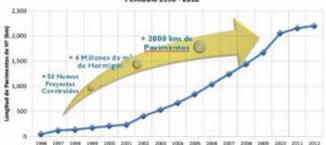
- Elevadas producciones → compatibilidad con los plazos de ejecución previstos.
- Alta calidad de terminación -> aptitud para la construcción de autovías y autopistas.
- · Reducción de los costos de ejecución → mejoras en la competitividad a costo inicial.





### Evolución de los Pavimentos de Ho

### LONGITUD DE PAVIMENTOS DE HORMIGÓN EJECUTADOS CON TAR PERÍODO 1996 - 2012



### Contribución al Desarrollo

### **Pavimentos Sostenibles**

- Diseños optimizados.
- Empleo de materiales reciclados o subproductos industriales.
- Seguros y confortables.
- Larga vida (durabilidad).
- Reciclables.





### Propuestas

### Optimización del transporte de insumos, incorporando los Bitrenes.

### BENEFICIOS

- · Reducción de los costos de flete.
- · Menor impacto ambiental.
- · Menor deterioro de calzadas.
- · Mayor fluidez en el tránsito.
- · Mayor seguridad.
- · Mejora en la competitividad.





# **Propuestas**

### La Ruta de los Materiales de la Construcción

- La Ruta Nacional Nº 3, conforma uno de los principales corredores viales de nuestro país.
- Desde la región Centro de la Provincia, se abastece a la Ciudad de Buenos Aires y alrededores, de los principales insumos de la construcción.
- Resulta necesario convertir el tramo comprendido entre San Miguel del Monte y Azul en Autovía.



### Síntesis

- La incorporación de las TAR, ha contribuido al reposicionamiento de los pavimentos rígidos en la construcción de nuevas rutas y autopistas.
- Los desafíos planteados en los últimos años se han sorteado con éxito, cumpliéndose con los plazos previstos.
- Las mayores dificultades se encontraron vinculadas con la logística de abastecimiento, constituyendo el "cuello de botella" en períodos de elevada demanda. Resultará conveniente contar con información precisa para establecer programas de aprovisionamiento.
- Las futuras obras deberán contemplar la incorporación de prácticas sostenibles en todas las fases del ciclo de vida de los pavimentos.
- El incremento de la actividad económica ha generado un fuerte aumento del flujo de mercaderías, lo que nos impulsa a adecuar la red vial, y modernizar los sistemas de transporte.
- Una Infraestructura eficiente optimiza los costos y la seguridad, generando beneficios económicos, sociales y ambientales.
- La industria del cemento se encuentra en condiciones de abastecer la demanda requerida para un futuro plan integral de infraestructura.



24 | REVISTA CARRETERAS SEPTIEMBRE 2013





CONSTRUIMOS, MANTENEMOS, CREAMOS.

# Ing. Luis Trama

### Representante de IRAM



Ing. Luis Trama

El IRAM -Instituto Argentino de Normalización y Certificación- estuvo representado por el Ing. Luis Trama. Su exposición sirvió para mostrar la incidencia de la normalización en la cadena de valor de la industria de la construcción. Asimismo, destacó los beneficios técnicos y económicos de la normalización de materiales y equipos utilizados en la construcción. El IRAM participa también en la realización de obras sustentables, acondicionamiento térmico de edificios, accesibilidad de las personas y eficiencia energética de los mismos. En el área específica de la infraestructura vial, está presente en la normalización de asfaltos, hormigones, pinturas, materiales reflectivos, geosintéticos, caños, hierros, barras, perfiles, etc. Mediante un convenio con la DNV, se utilizan las normas IRAM en toda la documentación técnica de licitaciones y compras. En su mensaje final, el Ing. Trama expresó que IRAM contribuye a mejorar la calidad de vida, el bienestar y la seguridad de las personas, promoviendo el uso racional de los recursos y la innovación, facilitando la producción, el comercio y la transferencia de conocimientos.

### BENEFICIOS TECNICOS Y ECONÓMICOS DE LAS NORMAS

- · Lenguaje común entre proveedores y clientes
- Bases técnicas para juzgar la calidad entre otros aspectos.
- · Mayor compatibilidad.
- · Simplifican el uso, operación y mantenimiento.
- Disminuyen costos.
- Mejoran y clarifican el comercio
- · Mejoran la seguridad y protección.
- Contribuyen al ahorro universal de recursos
- · Son un instrumento de transferencia de tecnología,
- · Contribuyen a mejorar la competitividad

### Normalización para la Construcción

CONSTRUCCIÓN		
ESTRUCTURA	ALBAÑILERÍA	CARPINTERÍA
AISLACIONES	INSTALACIONES	TERMINACIONES

PRODUCTOS INDUSTRIA	LES
PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL	OTROS

MATERIA	MATERIA PRIMA	
ROCAS METÁLICAS	ROCAS DE APLICACIÓN	
PETROLEO	NO MINERAL	

### Otros Temas relacionados con la Construcción

- CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE
- ACONDICIONAMIENTO TÉRMICO DE EDIFICIOS
- ACCESIBILIDAD DE LA PERSONAS AL MEDIO FÍSICO
- EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICIOS

### Convenio Marco entre la Dirección Nacional de Vialidad (DNV) y el IRAM

- Utilización de las normas IRAM en documentos técnicos y pliegos licitatorios de la DNV
- Estudio de nuevas normas IRAM a solicitud de la DNV
- Participación de la DNV en el estudio de normas regionales e internacionales
- Desarrollo e implementación de programas de capacitación y asistencia técnica en la certificación de productos y sistema de gestión

Nota. Convenio firmado en Marzo de 2009

### Asfaltos, Geosintéticos, Pinturas y Canalizaciones



- Asfaltos y selladores para uso general y vial (IRAM 6838 y otras)
- Mezclas asfálticas (IRAM 6850 y otras, en estudio)
- Geosintéticos (IRAM 78026 y otras)
- Pinturas y termoplásticos para demarcación (IRAM1210 y otras)
- Tubos de PRFV para canalizaciones (IRAM 13484 y otras)

### Materiales para la Construcción



- Agregados (IRAM 1512, IRAM 1531 y otras)
  - Cales (IRAM 1508, IRAM 1626 y otras)
  - Caños de hormigón (IRAM 11503, IRAM 11513 y otras)
  - Cementos (IRAM 50000, IRAM 50002 y otras)
- (IRAM 10500, IRAM 10501 y otras)
- (IRAM 1524, IRAM 1666 Partes 1 a 3 y otras)
- Tamices
   (IRAM 1501-Partes 1 a 6 e IRAM 1502)



Barras de acero conformadas de dureza natural, para armadura en estructuras de hormigón. (IRAM-IAS U 500 528)

Cordones de siete alambres de acero para estructuras de hormigón pretensado. (IRAM-IAS U 500 3)

Cordones de acero cincado para uso general. (IRAM 722)



Perfiles doble T de acero, de alas anchas, caras paralelas, laminados en caliente. Parte 1: Requisitos generales. (IRAM-IAS U 500 215-1)

Chapas de acero al carbono, laminadas en caliente, para uso estructural. (IRAM-IAS U 500 42)

# Materiales Eléctricos

- -
- (IRAM 2178, IRAM-NM 247-3)
- Luminarias (IRAM-AADL J 2021)
- Fotocontroles
  (IRAM-AADL J 2024)
- Columnas de alumbrado (IRAM 2619 e IRAM 2620)
- Jabalinas de puesta a tierra
- (IRAM 2309 y otras)

   Semáforos
  (IRAM 2440 e IRAM 2442)
- Cinemómetros (IRAM 4260)

### IRAM 3859 - Indumentaria de protección de alta visibilidad



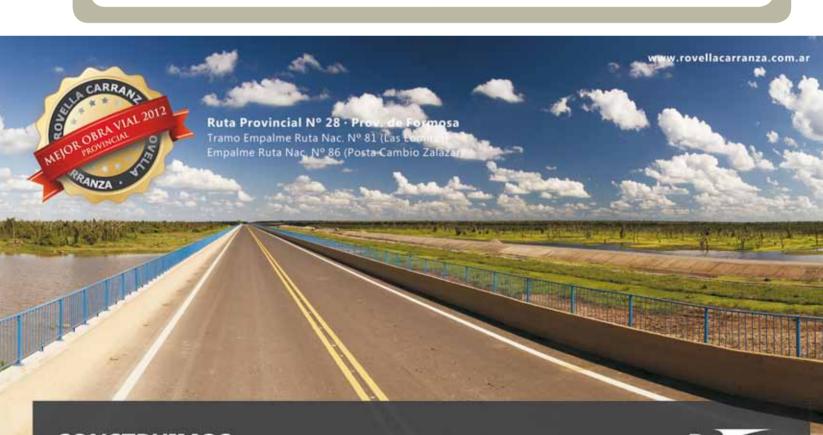
IRAM 3952/3953/10033 -Láminas retrorreflectoras.







IRAM Contribuye a mejorar la calidad de vida, el bienestar y la seguridad de personas y bienes, promoviendo el uso racional de los recursos y la innovación, facilitando la producción, el comercio y la transferencia de conocimiento.





# Ing. Rodolfo Guerra

### Representante de la Cámara de la Piedra de la Provincia de Buenos Aires



Ing. Rodolfo Guerra

El Ing. Rodolfo Guerra, de la Cámara de la Piedra de la Provincia de Buenos Aires, presentó el estado actual de la provisión de áridos para la industria de la construcción, haciendo mención a la producción por provincia y por tipo de material. Se destacó como principal inquietud del sector la falta de información que llega a las poblaciones cercanas a las canteras, la que provoca reacciones adversas. Las empresas llevan a cabo programas de mitigación del daño ambiental y capacitación. La idea es agregar valor a los productos, para lo cual se requiere una financiación adecuada que facilite la incorporación de tecnología, tal como lo hacen países con explotaciones mineras de áridos para la construcción. Finalmente, expresó su preocupación por conocer un análisis de fortalezas y debilidades del sector para poder encarar programas de responsabilidad social empresaria en cada ámbito de actuación. Actualmente, la cámara lleva a cabo censos y cursos con la colaboración de organismos de España.

### Introducción







- OBJETIVO: Difundir la Industria Minera de los Áridos, base principal para la Industria de la Construcción.
- En la búsqueda del perfeccionamiento y crecimiento profesional estas instituciones se han asociado a:







- · Clasificacion de la minería argentina:
- Minerales metalíferos:
  - hierro, plomo, zinc, estaño, oro, etc.





- Minerales no metalíferos:
  - arcillas, sal común, yeso, boratos, feldespatos, etc





- Rocas de aplicación:
  - mármoles, calizas, arenas, dolomías, granitos, etc.





- La Argentina ocupa el 6to lugar en el ranking mundial de Recursos Mineros.
- Los recursos mineros Argentinos, se exploran/extraen en tan solo el 25% de un potencial minero disponible de 750.000Km2.
- En un territorio de 2.767.000 km2 casi el 90% de la producción se concentra en doce provincias
- Las primeras cinco de ellas representan, en conjunto, el 75% de la actividad económica.
  - Buenos Aires
  - Córdoba
  - San Juan
  - Mendoza
  - Entre Ríos
  - Otras provincias de importancia: Santa Cruz, Catamarca, Jujuy y Salta todas por su actividad metalifera.

- Un millar de Empresas desarrollan las tareas de Exploración/ Explotación en el territorio nacional, de las cuales el 80% son PyMEs generando 30.000 puestos de trabajo y el 35% del valor de la producción de los Recursos Mineros No Metalíferos y de Rocas de Aplicación.
- La superficie construida en m2 cada 100 habitantes:

ESPAÑA	125
FRANCIA	115
USA	115
CHILE	70
ARGENTINA	50

1 m3 de Hormigón Cemento 350 Kg Piedra 1.200 Kg Arena 700 Kg

### Cuestionario FODA

### Conclusiones sobre el sector de los áridos

### Debilidades - Amenazas

Presion a la baja soore el precio de los oroductos, que a su vez se ve afectado por el aumento de los precios de los combustibles, energía y explosivos.

iusencia de apoyo por parte del Estado a las microempresas y Pymes del sector.

Dificultad en el acceso al crédito y la debilidad financiera de los clientes, que a su vez atenta contra el cumplimiento de una normativa cada per más extrante.

No alcanzan las inversiones para los procesos productivos e Investigación & Desarrollo

Falta de control efectivo en el cumplimiento de la legislación vigentes, por ejemplo en la sobrecarga.

### Fortalezas - Oportunidades

La apuesta del sector por el Desarrollo Sostenible afianza el potencial crecimiento de la industria, tratando de adecuarse a la legislación. vígente.

La realización de la evaluación del impacto ambiental, cuando procede, llevará a la implementación de sistemas de gestión medioambiental.

La actitud proactiva de las empresas líderes cimenta el crecimiento del sector.

Planes de explotación, rehabilitación y de gestión de residuos mineros, mejora la estructura de costos y la integración en los precios de los productos, optimizando la gestión económica de las empresas.

# **FORMOSA MAS CAMINOS MAS OPORTUNIDADES**





# Lic. Miguel Ángel Salvia

# Presidente de la Asociación Argentina de Carreteras



El Lic. Salvia, Presidente de la Asociación Argentina de Carreteras, desarrolló su exposición sobre "Los Desafíos de la Vialidad Argentina".

Expresó que el sistema de transporte de la Argentina, dadas las grandes distancias internas y la ubicación de los centros de consumo mundiales, constituye un eslabón esencial en nuestro crecimiento, si tal como ocurre en nuestro país, se constituye en un cuello de botella para el desarrollo de una política agresiva de exportaciones y una mejora efectiva en la competitividad de la economía. Entre los factores más importantes que influyen para encarar estos desafíos mencionó:

### **CRECIMIENTO DEL TRÁNSITO**

- Duplicación del PBI entre 2002 y 2011.
- Incremento superior al 84% del parque automotor entre 2002 y 2012.
- Incremento de la circulación de cargas hacia puertos y terminales.

Ej.: Cosecha de granos pasó de 67 millones de toneladas a más de 100 millones de toneladas, y se prevé 150 millones de toneladas para 2015.

- Incremento de la construcción del 190% entre 2002 y 2010.
- Incremento del tránsito liviano, por crecimiento del parque y mayor circulación por mejora en el PBI per cápita.

### PROBLEMAS DEL SECTOR VIAL

- Transitabilidad permanente reducida en las redes provinciales y caminos rurales.
- Problemas de congestión en grandes ciudades.
- Acceso a puertos: tortuoso y poco funcional.
- Red pavimentada sin banquinas asfaltadas ni medidas de seguridad.
- Cruces por cascos urbanos generadores de accidentes.
- Gran incremento de tránsito por incorporación al parque automotor y por el crecimiento económico posterior a 2002, en un contexto general de baja demanda.
- Necesidad de modernizar la red con ampliaciones de capacidad racionales, frente al enorme incremento del tránsito en estos años.

### **DESAFÍOS DEL SECTOR VIAL**

- Asegurar el mantenimiento adecuado y armónico de toda la red y completar los tramos faltantes.
- Modernizar la red de caminos con nuevos criterios de diseño y seguridad.
- Responder a los incrementos de tránsito y de parque automotor.

- Reorganizar el sistema de gestión de los caminos.
- Generar mecanismos de planificación vinculados a la producción.
- Desarrollar un sistema de planificación y ejecución, que disminuya los tiempos desde la decisión a la concreción de una obra.
- Completar los proyectos de integración territorial.
- Complementar con el modo ferroviario y el modo fluvial, apuntando a una efectiva intermodalidad.

### **NECESIDAD DE UN PLAN PLURIANUAL**

Inversión sostenida en un plan de una década que:

- Modifique la red con ampliaciones de capacidad para satisfacer a la demanda.
- Amplíe la capacidad de la red de acuerdo al tránsito y sus necesidades, con distintas soluciones técnicas.
- Asegure el mantenimiento oportuno de la red y el control de las cargas sobre la misma.
- Complete los corredores faltantes y mejore la circulación urbana.
- Priorice proyectos de alta rentabilidad económica y social, de corto y mediano plazo.
- Genere mejoras en la infraestructura hacia objetivos de seguridad vial.

# CRITERIOS UTILIZADOS PARA UN PLAN POSIBLE

- Complementariedad entre los modos ferroviario y vial.
- Integralidad de la red.
- Desarrollo de corredores estratégicos.
- Desarrollo de corredores de alta velocidad.
- Mantenimiento programado.
- Mejoras en la infraestructura hacia objetivos de seguridad vial.



### REQUERIMIENTOS PARA HACER FACTI-BLE LA EJECUCIÓN DE UN PLAN

- Empresas contratistas: en cantidad y capacidad (constructoras, consultoras y equipos de proyecto).
- Inspección y supervisión de obras. Método, calidad y cantidad.
- Equipamiento necesario.
- Asfaltos: 650.000 toneladas anuales.
- Cemento: 700.000 toneladas anuales.
- Agregados pétreos: 12 millones de toneladas anuales.
- Arena silícea: 2 millones de toneladas anuales.
- Transporte: programación logística.
- Recursos humanos: personal básico; equipistas; profesionales y técnicos.

### **CONCLUSIONES**

- El transporte carretero es el centro de gravedad del sistema de transporte en Argentina.
- Por ello, el país tiene imperiosa necesidad de desarrollar un sistema de infraestructura vial moderno, que ayude al proceso de crecimiento.
- Es necesario planificar el desarrollo con una relación directa con la evolución del tránsito, afectado por sus tasas históricas y el desarrollo de nuevos proyectos productivos.
- Considerar que dada la importancia en el volumen de las cargas, el análisis de la incidencia de los movimientos de cargas es prioritario, hasta tanto los otros medios mejoren su posición relativa.
- El financiamiento debe tomar en cuenta la maximización del beneficio de la sociedad y transparentar la tarificación del sistema, tomando en cuenta los subsidios cruzados entre los distintos estamentos de la sociedad.

- Con algunos ajustes en los insumos necesarios, el país está en condiciones de ejecutar un plan que avance hacia una red del futuro.
- El crecimiento del país se completará con una red moderna y segura, aprovechando la experiencia y explicando a la sociedad los daños implícitos en demorar los procesos de inversión.
- El modelo financiero debe ser dinámico, adaptado a la realidad de la red y hacia un esquema integrador del país y sus producciones.
- Una concepción unificada del planeamiento físico, con sus beneficios y sus mecanismos de financiación, asegurará un sistema de transporte eficiente.



### SÍNTESIS

La necesidad de efectuar un plan de ejecución atendiendo no solo los aspectos presupuestarios y financieros sino también las posibilidades de encontrar un vínculo eficiente de ejecución de proyectos en toda la cadena de valor, desde la idea hasta su concreción final, implica flexibilizar todos los mecanismos necesarios para no tener inconvenientes en la marcha y cumplimiento de los proyectos.

Por eso, una vez que se encare la decisión concreta será necesario consensuar con los distintos proveedores de insumos básicos, para generar esta cadena de eficiencia en la ejecución.

Finalmente, un elemento central será la capacitación e innovación tecnológica, de forma tal de ser eficientes en el planeamiento, la ejecución y el control.

La conjunción de todos estos factores nos permitirá lograr un sistema de infraestructura vial que soporte un transporte eficiente.



### CIERRE DE LA JORNADA



El Ministro de Planificación Federal, Arq. Julio De Vido, cerró el encuentro y resaltó en todas las mesas y talleres la importancia de la actividad de la construcción, como elemento esencial para la superación de la crisis de comienzos de siglo, colaborando en mejorar la calidad de vida de los argentinos.

El ministro destacó la inversión en materia de infraestructura en la última década y anticipó las metas del nuevo plan quinquenal en un contexto en el que "la Argentina ya está sobre un 7% de crecimiento del PBI para 2013, con una deuda externa total que representa sólo el 30% de este producto y la pública externa, el 13%".

"Son todos números objetivos, indiscutibles, que demuestran el exponencial crecimiento de esta década ganada, que se distribuyó entre todos los argentinos", afirmó el ministro.

El Arq. De Vido destacó que, mientras el producto bruto del país registró "un incremento acumulado del 83% desde 2003, el sector de la construcción creció un 125%, es decir 42 puntos por encima, y con 500 mil nuevos puestos de trabajo, convirtiéndolo en el sector de mayor generación de empleo".

El ministro recalcó que desde 2003, la gestión de los presidentes **Néstor Kirchner y Cristina Fernández de Kirchner** "ejecutó el plan de obra pública más grande de la historia, con una inversión acumulada de 330.000 millones de pesos".

"Este plan de inversión representó 81.000 millones de dólares, unos 2.000 dólares per cápita", destacó el ministro al tomar como referencia al plan recientemente anunciado por México, por 200.000 millones de dólares y que llegaría a 1.600 dólares per cápita.

A partir de un repaso de los logros de la denominada "década ganada" en materia de infraestructura, el funcionario estimó que el nuevo Plan Quinquenal de Obras de Infraestructura 2013-2018 contará con "una inversión estimada

de 680.000 millones de pesos para el quinquenio, lo que representará 3.000 dólares per cápita, superando los 2.000 invertidos en la década ganada".

Entre las obras proyectadas para el próximo quinquenio, el ministro mencionó la construcción de 950 escuelas y jardines, 1.000 kilómetros de autopistas, pavimentación de 3.500 kilómetros de ruta de tierra y ripio, extensión de las redes de agua potable y cloacas, 400.000 viviendas y el desarrollo del plan espacial argentino.

En minería, mencionó el proyecto Cerro Negro, en Santa Cruz, y de litio, en Jujuy, Salta y Catamarca; y unas 385 obras en 1.272 municipios por 7.600 millones de pesos a través del plan "Más cerca, Más municipio, Mejor Patria", que ya está en ejecución.

También se prevé el tendido de 4.000 kilómetros de gasoductos troncales para abastecer de gas al noreste argentino; la instalación de 10.000 megavatios de energía eléctrica; y la construcción de la cuarta central de energía nuclear con agua pesada y la quinta con uranio enriquecido; y del reactor de baja potencia Carem.

Durante la jornada se resaltó la duplicación del presupuesto público orientado a la vivienda social, que pasó de 5.000 millones de pesos a 10 mil millones; el dinamismo del plan Procrear para la construcción de unidades; la construcción de edificios desde el pozo y la recuperación del trabajo en el sector.



# CONCLUSIONES Y DOCUMENTO FINAL

En el desarrollo de la Jornada titulada "LOS DESAFÍOS DE LA VIALIDAD ARGENTINA" se han considerado diversas presentaciones, tanto del sector oficial como del sector privado y de institutos de investigación, sobre las posibilidades de profundizar el proceso de inversión vial, habida cuenta de la importancia del transporte carretero en nuestro país.

La infraestructura vial de la Argentina constituye el centro de gravedad del sistema de transporte, dado que más del 90% de las cargas transitan por la red de caminos del país, conformada por los 39.518 kms de la red nacional de caminos y los 196.517 kms de las redes provinciales.

La inversión vial con bajos niveles de ejecución en décadas anteriores constituyó, al inicio de esta década, un pasivo importante de tareas pendientes, obras inconclusas, mantenimiento incompleto, problemas operativos y de seguridad vial.

El sostenido crecimiento económico de la Argentina, superior al 8,5% anual durante 9 años, y su vertiginosa evolución productiva en todos los aspectos de la vida nacional, han planteado exigencias viarias no previstas ni contempladas una década atrás y ello constituye la razón fundamental de las inversiones efectuadas y la necesidad de importantes inversiones en el futuro.

El crecimiento económico exige una fuerte inversión que permita concretar obras en las redes, materializando la integración regional y territorial, contribuyendo de esta manera al desarrollo de la estructura productiva del país.

Los gobiernos encabezados por Néstor Kirchner en una primera etapa y, posteriormente, por Cristina Fernández de Kirchner, han colocado a la Dirección Nacional de Vialidad a la cabeza del desarrollo de caminos a partir de un cambio en la concepción de la inversión pública, que pasó de ser considerada un gasto más del Estado a ubicarse en el criterio estratégico de inversión reproductiva al servicio del desarrollo.

Hoy todos los sectores del país están de acuerdo en la imperiosa necesidad de invertir en infraestructura, y los caminos en particular ocupan una parte importante de las demandas de la población y de los sectores productivos. Ello se logró con este cambio en la concepción de la inversión, modificando los criterios predominantes del pasado.

Ello ha implicado, en el caso de la red nacional, la incorporación de 1.228 kms. y la pavimentación de 4.144 kms., llegando al 90% de red pavimentada y restando aún 4.304 kms. no pavimentados, en los cuales se está ejecutando una importante cantidad de obras.

Por su parte, 2.538 kms. fueron transformados en autopistas, autovías o multitrochas, llevando este tipo de diseño a un total de

3.500 kms., con una importante cantidad de obras en marcha. Merece especial mención la culminación de la autopista Rosario – Córdoba, que deja atrás más de 40 años de espera y permite unir las 3 ciudades más importantes del país; y la próxima culminación de la Autovía de la Ruta Nacional 14, la llamada "Ruta de la Muerte", entre otras.

En cuanto a las redes provinciales, las diferentes Vialidades Provinciales acompañaron este proceso a través de dos vías: por una parte, y como un aspecto importante en la política vial de los últimos años, se implementó una visión integrada de la red, lo que permitió que una importante cantidad de recursos nacionales fueran dedicados a obras provinciales que se vinculan con la red nacional; y, por otro lado, se generaron inversiones en los accesos a estas rutas nacionales, dado que ello implica una integración de redes. Ello representó un monto de entre el 15 y el 20% de la inversión vial nacional. Por su parte, se incorporaron recursos provinciales al desarrollo de las redes provinciales, y ello implicó la pavimentación de 4.553 kms., llevando dicha red al 22 % de pavimentación. La política nacional de mantenimiento y rehabilitación de la red abarcó el desarrollo de concesiones viales con peaje en un nuevo marco normativo, los contratos C.Re.Ma., y otros mecanismos de mantenimiento de rutina, ya sea por contrato, acuerdo con Vialidades Provinciales o por Administración.

En síntesis, la inversión en caminos del país en los últimos años ha sido absolutamente mayor en comparación con la de las últimas 3 décadas. Es importante destacar la ejecución territorial de la inversión que abarcó todo el país, que en promedio aplicó 2,5 millones por kilómetro de la red nacional.

Como consecuencia de ello, se produjo no solo la mejora de la red por obras nuevas sino también una mejora en el índice de servicialidad, que implicó un incremento de más del 50% en cantidad de rutas en buen estado.

En estos últimos años la cantidad de obras ejecutadas y en ejecución alcanza a 1.886 obras, con una inversión de 111.151 millones de pesos, con un 58,7% ya ejecutado.

Los cambios en el estado de la red, las mejoras de la misma y el contexto de incremento de la demanda de todo el sector productivo del país hacia los caminos, implica plantear en el futuro una política de respuesta a los desafíos que presentará el sistema, dado que a pesar del importante esfuerzo de inversión efectuado aún quedan algunos pasivos a remediar para el mejor funcionamiento de la red vial.

En términos generales, el crecimiento del tránsito entre 2003 y 2012 refleja un aumento del 94% y, en particular, la variación acumulada del tránsito pesado ha sido del 101%, lo que implica un mayor tránsito en todos los niveles de la red y especialmente en los vinculados a las zonas de alta productividad y accesos a puertos. Del mismo modo, se ha generado la necesidad de

Septiembre 2013 Revista Carreteras | 33

mejorar aspectos relativos a la seguridad de circulación, tales como anchos de calzada, curvas peligrosas, obstáculos cercanos a la ruta, cruces por ciudades, etc. Encarar los diferentes desafíos simultáneos que se presentan en el sistema vial implica desarrollar un conjunto de políticas e inversiones simultáneas, considerando los desafíos y sus posibles soluciones.

Desde el punto de vista institucional, será necesario proyectar un esquema director de la red vial con la recategorización de las rutas por su funcionalidad, junto con una nueva matriz de origen y destino de los tránsitos, dada la importante variación cuantitativa y cualitativa de los mismos.

Este esquema director permitirá confeccionar un Plan Plurianual de Inversiones Viales, considerando el estado de la red, las exigencias de la sociedad y las políticas de desarrollo e integración territorial.

Dentro del esquema director, se deberá continuar el plan de transformación de rutas, con un aumento en su capacidad con autopistas, autovías, terceras trochas, etc., alcanzando primero al crecimiento de la demanda y acompañándolo después. Se deberá, asimismo, continuar con el esquema de mantenimiento programado del sistema de concesiones viales vigente, así como también el mantenimiento y ampliación de la red de accesos a Buenos Aires, ampliando el sistema de conservación por el sistema de gestión C.Re.Ma.

Otro aspecto básico previsto en este plan será desarrollar el cuidado del capital invertido con una acción efectiva e inteligente de control de pesos y dimensiones, no solo en la red nacional sino también en la redes provinciales, por ser estas sobrecargas generadoras no solo de destrucción y acortamiento de la vida útil de las rutas, sino también de accidentes viales. El desafío adicional será crear un sistema que utilice la tecnología en el control de cargas haciendo que este control sea permanente en las diferentes rutas, de forma tal de establecer una red que estudie las cargas que afectan el diseño de nuestros pavimentos y que asimismo sancione con altas multas y aligeramiento de la carga al infractor, a fin obligarlo a cumplir con la ley, lo que en definitiva lleva a la protección del camino. Vinculado a ello se encuentra la creación de playas de estacionamiento para descargar excesos y contemplar áreas de descanso como parte de una política institucional de la DNV, a fin de generar mejoras operativas en la red.

Por ello, este esquema director -en consonancia con los planes provinciales incluidos en el Plan Ediviar- definirá los estándares de calidad y determinará criterios y parámetros de mantenimiento y periodicidad de repavimentaciones.

Se considerará la necesidad de articular la red radial histórica con la red reticular para su integración, y con los ejes transnacionales del Mercosur. Este esquema deberá complementarse con los niveles jerárquicos inferiores de la red hasta la circulación terciaria que posibilita la accesibilidad de las unidades productivas.

A partir de allí, y dentro de este esquema, existirán planes de ampliación de capacidad, donde se ha previsto iniciar 3.000 kms. de caminos en dieciséis (16) provincias con una inversión de 56.000 millones de pesos, lo que fue coincidente con el diagnóstico de los expositores a lo largo de las disertaciones. La extensión del sistema C.Re.Ma. en gran parte de la red pavimentada no concesionada, así como la continuidad del Sistema de Corredores Viales, optimizará su gestión, extendiendo la red de accesos a la Ciudad de Buenos Aires.

Por su parte, y como una política de ordenamiento de la operación del parque automotor, deberán construirse playas de estacionamiento en lugares estratégicos que permitan el ordenamiento, la seguridad y el control del tránsito en la carretera, así como áreas de descanso que permitan al usuario de la ruta la posibilidad de planificar sus viajes y su distancia.

En términos generales, uno de los desafíos será completar la pavimentación de la red nacional y mejorar sustancialmente los kilómetros a pavimentar en las redes provinciales, lo que permitirá ampliar el porcentaje de rutas pavimentadas en el total general de la red.

Dentro de este esquema, un aspecto importante será aumentar la cantidad de kilómetros pavimentados de las redes provinciales, y el aseguramiento de la calidad constructiva y los parámetros de mantenimiento, así como una señalización horizontal y vertical homogénea de toda la red pavimentada.

También, otro aspecto relevante será considerar la antigüedad de la red pavimentada, tanto nacional como provincial, diseñada en el pasado sin banquinas pavimentadas y sin medidas de seguridad como las que se exigen actualmente.



La planificación conjunta entre las entidades públicas nacionales y provinciales permitirá profundizar el concepto de red integrada, definiendo las relaciones físicas y productivas de los diferentes tipos de redes.

En ese sentido, el Plan Ediviar incorporará al esquema director de la Vialidad Argentina, sus particularidades de extensión y servicio.

La participación de diversas entidades empresarias, institutos de investigación y universidades fortalecerá la sustentabilidad de los planes y su posible realización.

Las directrices del plan director deberán considerar, habida cuenta de que las necesidades superan a las posibilidades financieras, la fijación de criterios y prioridades dentro de los cuales el mantenimiento y cuidado de la red tendrá la prioridad más alta, utilizando para ello las posibilidades técnicas de mejoras tecnológicas para esta tarea.

Será necesario encarar el plan director considerando las necesidades logísticas de los insumos y recursos humanos necesarios para su concreción.

La experiencia de estos años permite ver algunas rigideces que será necesario tener en cuenta para la ejecución de aquel plan necesario para la Vialidad Argentina.

Uno de esos aspectos será la necesidad de contar con un Banco de Proyectos actualizados para diferentes etapas de definición, de forma tal que una vez efectuada la decisión técnica, política y financiera del proyecto, se dé comienzo a la obra y, por ende, que el beneficio a la comunidad sea inmediato. Allí, las empresas consultoras y los diferentes equipos de proyectos deberán prepararse para desarrollar un plan de la magnitud del planteado.

Las empresas de construcción viales han pasado de una etapa de paralización a un acompañamiento de la nueva visión de la inversión, con políticas que implicaron inversiones en recursos humanos y equipamiento, así como actualizaciones en su gestión. Hoy existe un importante número de empresas que han crecido en cantidad y en calidad, y que permitirán un desarrollo concreto de las obras del plan. Pero tal como vimos estos años, existirán nuevas empresas que se incorporen a este mercado y nuevas tecnologías a incorporar a todo el universo de empresas viales.

Las empresas han incorporado gran cantidad de maquinaria, especialmente entre 2004 y 2008, siendo necesaria una nueva incorporación para encarar estos planes.

Lo importante será desarrollar el plan mejorando no solo la calidad final de las obras, sino también los tiempos de construcción. En ese sentido, la valorización de la incorporación de equipamiento de alta calidad y el tiempo de ejecución deberían ser considerados en los respectivos pliegos.

Un aspecto no menor es la incorporación y mejora de los recursos humanos de todo el sector vial, tanto público como privado. Éste será un insumo clave en el desarrollo del plan y, a la luz de la experiencia de estos años, será necesario profundizar la capacitación de los profesionales y técnicos del sector, incorporar nuevos recursos y continuar formando toda la escala de personal, tanto de empresas como de organismos públicos. Para ello es muy importante que todos los sectores podamos aunar esfuerzos: organismos oficiales, empresas viales y la UOCRA, deberemos planificar las necesidades de capacitación de los recursos humanos, lo que redundará en la mejora tanto de los proyectos como de la calidad de ejecución de la obra.

En cuanto a los insumos básicos para encarar un plan que enfrente los desafíos del sector, se ha centrado el análisis en asfaltos, cemento, agregados pétreos, arena silícea y el transporte incorporado a obra.

Un insumo que en algunos momentos se ha convertido en crítico en estos últimos años ha sido el asfalto, ya que las políticas de producción y las metodologías de comercialización han generado problemas en su provisión.

Por lo tanto, uno de los aspectos claves para la ejecución de un plan de esta magnitud es la provisión en tiempo y forma de asfaltos, con la calidad requerida para los diferentes tipos de obras.

La producción de asfaltos requiere decisiones por parte de las empresas petroleras, o mediante la importación de este producto, de forma tal de abastecer al mercado local.

Es necesario coordinar el plan con los productores, ya que la cantidad requerida por el plan está dentro de las capacidades de producción del sector petrolero nacional, así como algunos aspectos operativos de este insumo clave del sector.

Ello, junto al estudio y ejecución de diferentes soluciones técnicas posibles para resolver cada problema de la red.

En cuanto a la incorporación del cemento a la red vial, tanto para obras de arte como para pavimentos de hormigón, la experiencia indica que ha sido posible encarar soluciones tanto de hormigón como de asfalto, estudiándolas cuidadosamente. Así como en el sector petrolero la producción de asfalto compite con otras producciones, en el caso del cemento su producción compite con el desarrollo de obras de ingeniería civil. Será necesario planear los consumos absolutos y profundizar la capacitación y formación de recursos que, tanto en los productores como en los constructores, permitirán un uso eficiente del insumo.

Septiembre 2013 Revista Carreteras I 35

Los agregados pétreos tienen la posibilidad de acompañar el proceso de inversión necesaria. Por ello será necesario profundizar el proceso de inversión en canteras y plantas, de forma tal de tecnificar aún más el uso de este recurso y desarrollar un eficiente sistema de transporte desde canteras a plantas.

En lo referente a la cantidad necesaria de arena, ello no ofrece problemas, aunque la planificación del consumo ayudará sin dudas a un eficiente uso. En lo relativo al transporte para el traslado de insumos y ejecución de las obras, es un insumo necesario a planificar, dado que compite con otras actividades que requieren transporte, máxime considerando la particularidad de extensión de las obras a lo largo de todo el territorio. Reiteramos que un plan ordenado permitirá planificar y darle certeza a todos los insumos y al sistema de transporte de las obras.

Los planes previstos dentro del esquema director de la Vialidad Argentina permiten encarar los desafíos planteados con diferentes soluciones adecuadas a la funcionalidad de cada sector del sistema vial. Para ello, todas las instituciones públicas y privadas del sector vial comprometen su aporte y participación.

Todo el sector vial ha pasado de una baja inversión en el pasado a una década de importantes realizaciones, a pesar de lo cual existe la necesidad de nuevos proyectos que ayuden al sistema productivo nacional.

Un planeamiento que resuelva los desafíos, que sea integral, que tenga en cuenta necesidades, recursos financieros, y todos los insumos de la cadena de ejecución de obras, permitirá no solo encarar con más eficiencia las obras, sino también mejorar su calidad.

La infraestructura se halla en un momento clave de su desarrollo, dado que responder con eficiencia a los desafíos planteados y ejecutar las políticas priorizando eficazmente las inversiones y mejoras tecnológicasdará como resultado la base para generar un sistema de transporte que ayude a las actividades productivas, y permita una integración territorial y vinculación para todos los habitantes. ◆









### UNA SOLUCIÓN PARA CADA NECESIDAD DE LA INGENIERÍA

Capitán General Ramón Freire 2265 - (CZE1428) Buenos Aires Argentina - T.E.(54.11) 4546-8900 Fax: 4543-2950 E-mail: info@supercemento.com.ar



# ARLOG-ASOCIACIÓN ARGENTINA DE LOGÍSTICA EMPRESARIA

¿Son los bitrenes una de las respuestas a los problemas de infraestructura?



El 13 de agosto se llevó a cabo en el Hotel Sheraton-Retiro de Buenos Aires un desayuno de trabajo sobre bitrenes, organizado por la Asociación Argentina de Logística Empresaria (ARLOG).

Los bitrenes, o b-dobles, una clase particular de vehículo intermedio entre el convencional y un rodotren, se utilizan hace años en diversas geografías como Australia, Suecia, Canadá, Estados Unidos, y también en Brasil, México y Uruguay. Con su gran capacidad de carga ¿por qué no están aún permitidos en Argentina (excepto en San Luis)? ¿Son o no un paliativo a las limitaciones del ferrocarril? ¿Son seguros? ¿Pueden dañar las carreteras?

Todos estos interrogantes se debatieron en el encuentro con la presencia de los Ingenieros Guillermo Cabana, de la Asociación Argentina de Carreteras; Guillermo Hughes, Gerente de Ingeniería de Ventas de Scania Argentina; Alberto Chichizola, Gerente de Cadena de Valor de Cementos Avellaneda; Héctor Giagante y Azucena Keim, del Instituto del Transporte Argentino del Centro de Ingenieros de la Provincia de Buenos Aires. Luego de una breve introducción institucional por parte de directivos de ARLOG, el Ing. Cabana presentó el proyecto elaborado por la Asociación Argentina de Carreteras, con el título de "Los Desafíos de la Vialidad Argentina". En este estudio se hace un repaso del sistema de transporte en la Argentina, donde el centro de gravedad está puesto en el transporte por carretera, dado que los demás modos de transporte no consiguen satisfacer la demanda de manera adecuada.

Asimismo, efectuó una revisión de la red vial nacional y provincial, su valoración y su evolución en el tiempo, considerando el crecimiento del flujo de tránsito medio diario, como consecuencia del incremento del parque automotor y el aumento de la actividad económica.

Al enumerar la serie de problemas que debe enfrentar hoy el sector vial, destacó las dificultades de congestión en las grandes ciudades, los accesos a puertos y ciudades poco funcionales, la falta de transitabilidad permanente en las rutas provinciales y caminos rurales y la necesidad de ampliar la capacidad de la red conforme a la demanda. Señaló que la necesidad de modernizar toda la red conforme a criterios de diseño moderno obliga a pensar en el desarrollo de un **Plan Plurianual.** 

Finalmente, enfatizó una serie de criterios a tener en cuenta en la elaboración del plan mencionado. Debe necesariamente incluir: complementariedad entre los modos ferroviario y vial; integralidad de la red; desarrollo de corredores estratégicos y otros de alta velocidad; mantenimiento programado y mejoras de infraestructura hacia mayor seguridad vial.



Imágenes del evento



Tipo de Unidad	Tn/viaje	Consumo Lt/km	USD/Tr
Convencional	29.5	0.40	35.85
Bitren 7 ejes	36	0.44	32.96
Bitren 9 ejes	50	0.48	26.50
Bitren S.Luis (25mt, real)	54	0.41	23.26

Presentación del Ing. Chichizola, de la empresa Cementos Avellaneda.

A continuación se abordó el tema central en debate, respecto al uso de bitrenes en el transporte de materiales a granel. En primer lugar, habló el Ing. Chichizola, de la empresa Cementos Avellaneda, quien expuso sobre la experiencia realizada en la Provincia de San Luis con equipos convencionales y bitrenes. Destacó que estos equipos pueden llevar hasta 75 toneladas con 9 ejes, cumpliendo las normativas vigentes. Estimó que el uso de estos vehículos reduciría en un 57 % el deterioro del pavimento con un ahorro del 30% en combustible y 80% más de carga, además de una menor ocupación de las rutas. Un video con los ensayos realizados ilustró sobre la maniobrabilidad de los vehículos, su presencia compartiendo rutas de alto tránsito y la comparación con equipos convencionales de varias marcas de camiones. Presentó también cuadros de costos por tonelada transportada, que avalarían la reducción antes estimada.

Actualizar la Ley Nacional de Tránsito fue el reclamo principal que planteó el Ing. Guillermo Hughes, de Scania Argentina. En efecto, manifestó que de acuerdo a la legislación vigente no se permite la circulación de este tipo de vehículos por rutas nacionales, excepción hecha respecto de la Provincia de San Luis, que en su reglamentación provincial acepta la circulación de bitrenes. La empresa que representa posee experiencia técnica al respecto, considerando que en Brasil, Chile y Uruguay, además de Europa, EE.UU. y Australia, utilizan intensamente estos equipos.

A continuación, expuso el Ing. Carlos Moriconi, Presidente de la empresa Vulcano, proveedora de sistemas electrónicos para vehículos de carga y pasajeros. Presentó un módulo electrónico que permite conocer, entre otras funciones, peso total, peso por eje, horas de marcha, kilómetros recorridos, etc. Menciona que la suspensión neumática empleada en este tipo de vehículos permite mejorar entre un 10 a 12% la duración de los neumáticos.

El Ing. Sergio Genaro, de la empresa Herman, fabricante de semirremolques y acoplados, presentó las principales características de sus líneas de productos utilizados en los bitrenes, donde se emplean aceros micro aleados de alta resistencia, frenos a disco, iluminación LED; todos elementos destinados a reducir la tara y aumentar la seguridad. Fabrican semirremolques y acoplados para equipos bitrenes con los que realizaron la mayor parte de los ensayos mostrados.

La Inga. Azucena Keim y el Ing. Héctor Giagante, del Instituto del Transporte Argentino del Centro de Ingenieros de la Provincia de Buenos Aires, expusieron un modelo de cálculo de costos e inversiones viales a partir del uso de bitrenes, donde se verifica que el ahorro producido alcanzaría para un mantenimiento adecuado de rutas provinciales de Buenos Aires. El debate, por demás interesante, sirvió para mostrar y avalar las cualidades de este tipo de vehículos, en términos de costo por tonelada transportada y mejoras en la incidencia de las cargas sobre el pavimento. ♦

SEPTIEMBRE 2013 REVISTA CARRETERAS | 39



# XV CONGRESO AMERICANO FIA 2013

## **BUENOS AIRES, ARGENTINA**



La Federación Internacional del Automóvil (FIA) llevó a cabo en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, el XV Congreso Americano FIA 2013, que congregó a más de 120 participantes, con la distinguida presencia del Presidente de FIA, Jean Todt; autoridades de las regiones FIA; el Sr. Jorge Tomasi Crisci, Presidente Región IV y Vice-Presidente para la Movilidad FIA; el Sr. Tim Shearman, Presidente Región III, Vice-Presidente FIA Sport y NACAM; el Sr José Abed, Presidente de CODASUR; Sr. Hugo Mersan, Presidente del Automóvil Club Argentino; el Sr. Jorge Rosales; Presidentes de Automóvil Clubes del continente americano; ejecutivos de FIA; el Lic. Felipe Rodríguez Laguens, Director Ejecutivo de la ANSV; miembros de entidades civiles como la Asociación Argentina de Carreteras, entre otros representantes y autoridades del sector automotriz.

Durante las dos jornadas, los participantes tuvieron la posibilidad de presenciar ponencias relacionadas con temas focalizados en la innovación de nuevos servicios, herramientas de conectividad tales como e-learning, aplicaciones móviles, y plataformas sobre red de beneficios y alcances de networking entre clubes (FIA Connect). Asimismo, se presentaron diversos temas referidos a la problemática de seguridad vial en la región, análisis de los resultados de la Fase IV del Programa LatinNCAP, avances del Programa sobre evaluación de carreteras iRAP, como así también sobre el trabajo conjunto que vienen realizando las áreas de Sport y Mobility de FIA en Latinoamérica y el Caribe.

Asimismo, tuvo lugar la FIA Región IV, donde se presentó la gestión de trabajo anual, informes financieros (1 de julio de

2012 al 30 de junio de 2013), Presupuesto y Plan de Actividades para el año 2014. Durante dicha Asamblea fue electo el nuevo Consejo de Dirección de FIA Región IV. Jorge Tomasi Crisci fue elegido como Presidente de FIA Región IV por el período 2013 – 2017, y el Sr. Rosales propuesto para conformar el Senado de FIA. Para ocupar los cargos del Consejo Mundial de la Movilidad se eligió como Presidente de la Región IV al Sr. Jorge Tomasi Crisci, como 1er. Vicepresidente al Sr. Galo García y como 2do. Vicepresidente al Sr. Iván Divos.

Cabe resaltar que la FIA lleva a cabo acciones en Latinoamérica y el Caribe a través de la oficina de FIA Región IV, ubicada en la ciudad de Buenos Aires.









#### Foro "Hacia un comportamiento vial seguro"

Por otra parte, y dentro de la agenda del Congreso Americano, el día viernes 2 de agosto de 2013, se llevó a cabo el foro "Hacia un comportamiento vial seguro", durante el cual se debatieron los retos, las oportunidades y los alcances de las acciones implementadas en materia de seguridad vial en América Latina y el Caribe. Dicho evento, organizado por FIA y BID, contó con la participación del Ministro del Interior y Transporte, Sr. Florencio Randazzo; del Presidente de la FIA, Jean Todt; el Presidente del BID, Luis Alberto Moreno; de la Embajadora Mundial por la Seguridad Vial, Michelle Yeoh; y de la Directora para Argentina, Uruguay y Paraguay del Banco Mundial, Penelope Brook.

Durante el Foro, los ponentes anunciaron su compromiso para trabajar en la promoción de la seguridad vial para el desarrollo social y económico de los países de la región. En este sentido, las autoridades del gobierno argentino señalaron que trabajarán estrechamente para fomentar una cultura de responsabilidad vial y promover el cumplimiento de normas de tránsito, además de avanzar en temas de regulación vehicular. Las autoridades de la FIA, BID y Banco Mundial destacaron la importancia de priorizar la seguridad vial en la agenda política de Argentina, uno de los países más dinámicos de la industria automotriz en la región, con exportaciones a distintos mercados como Brasil y México. Asimismo resaltaron los resultados alcanzados por las acciones realizadas en seguridad vial en Argentina.

"Nos entusiasma ver que las autoridades locales y la sociedad civil argentina están apostando fuertemente a la seguridad vial, modificando la cultura del manejo y la prevención hacia estándares más confiables", dijo el Sr. Jorge Tomasi Crisci, Presidente de FIA Región IV. "Desde nuestra actividad como FIA en América Latina, con base en Buenos Aires, estamos trabajando con los automóviles club de cada país para que estas mejoras lleguen a toda la región. Este encuentro nos permitirá consolidar nuevas líneas de trabajo y de colaboración entre todos para una sociedad mejor", señaló el ejecutivo. •



# SOBRE LA CONSERVACIÓN EN LAS RUTAS ARGENTINAS

#### PRÓLOGO DEL CRECIMIENTO

No debe haber tema más recurrente en las reuniones durante el año de Comité Ejecutivo, y por ende en las Asambleas Ordinarias o Extraordinarias del Consejo Vial Federal, que el de la necesidad de mayores recursos propios, genuinos o financiados para Vialidad Nacional y las Vialidades Provinciales, a efectos de ser utilizados en la **conservación o en pequeñas obras de mantenimiento** y recuperación de sus redes camineras y, por lo tanto, en la planificación para esta necesidad de asegurar una mayor vida útil en las rutas.

Esto se ha repetido con asiduidad debido a la fantástica ejecución de infraestructura vial en todo el país en la última década, luego de más de veinte años de falta de obras camineras, que originó una gran retracción en el desarrollo de la industria del sector. Por esta razón es que el cambio de paradigma y ha repercutido tan fuertemente.

#### **CONSTRUIR NO ALCANZA**

Hoy en día, la necesidad de contar con obras de recuperación, reconstrucción o mantenimiento se han tornado acuciante; en algunos casos, casi desesperante. Semejante cantidad de nuevas obras rescatando del subdesarrollo la red vial argentina desde el año 2003 -principalmente por la impronta fuerte de Vialidad Nacional (Gobierno Nacional)- ha permitido que se moviera y sacudiera una industria aletargada en el tiempo y que en escasos 10 años haya quedado demostrado que es gran parte del baluarte del progreso del país, junto a otros sectores como el energético y del transporte, por citar sólo algunos. Hoy, la diversidad de actividades productivas que tiene el país -comenzando por la materia prima, la variedad de industrias que procesa la misma y la transformación en valor agregado- demandan una red de caminos que no alcanzan con la denominación de primarios, secundarios o terciarios. Hoy, todo camino es productivo, toda ruta es determinante para la competitividad.

Es decir, construir obras viales no alcanza; falta también una política de mantenimiento y conservación que está muy lejos del 10% que estipulaba otrora el decreto Ley 505/58.

Esto ha originado que se estudien desde el CVF diferentes propuestas para paliar la situación, principalmente en la redistribución de los recursos originados en el consumo de las naftas, de donde se obtienen los principales recursos legítimos. Así es que en la última Asamblea General Ordinaria desarrollada en la Ciudad de Ushuaia, Prov. de Tierra del Fuego, surgió un documento que refleja el pensamiento del conjunto de los Administradores de cada una de las Vialidades del país, incluyendo Vialidad Nacional.

Lo que ocurre es que los fondos destinados por los diferentes gobiernos son millonarios. De hecho, las obras viales son millonarias. Pero podrían y deberían ser muy superiores principalmente si tenemos en cuenta que el parque automotor -pesado y liviano- que circula por las redes camineras actuales, se incrementa día a día fruto del crecimiento sostenido del país. Por ello, el término "CONSERVACIÓN" no solo se refiere a la conservación de rutina sino fuertemente a la que resulta del mantenimiento de nuevas obras ejecutadas por cada administración en el último tiempo.



#### **SOBRE LOS RECURSOS**

El Consejo Vial Federal fue creado por el decreto 505 del año 1958, que dispuso la formación de un organismo que regule y coordine la obra vial del país, pero además que determine los recursos necesarios para cada provincia mediante una regla conformada por cuatro ítems, propios de cada provincia, graduando de forma armónica el porcentaje del total de recursos que corresponde a cada Vialidad. El decreto ley 505/58 estipula un sistema de coparticipación y reparto que significa el financiamiento equitativo para cada repartición vial teniendo en cuenta el impuesto a los combustibles.



#### LA CREACIÓN DEL CVF

"ARTÍCULO 12. - Créase un Consejo Vial Federal, constituido por el presidente, directores e ingeniero jefe de la Dirección Nacional de Vialidad y los presidentes de los organismos viales provinciales, o sus representantes, para estudiar y coordinar la obra vial del país y considerar y proponer soluciones a los problemas de interés común. Se reunirá, por lo menos, una vez al año, en la sede que se fije anualmente. A esas reuniones los funcionarios provinciales podrán concurrir con los asesores técnicos que en cada caso designen; estos últimos con voz pero sin voto. Las resoluciones del consejo se tomarán con el voto de dos tercios de sus miembros presentes."

A partir de ese momento, las provincias tienen su propio cúmulo vial, su patrimonio, que no significa solo una repartición con una organización propia y autónoma sino una red vial adecuada y significativamente importante. Ello implícitamente contiene un fuerte componente social que acerca y comunica todos los pueblos. Además de esto, el Decreto Ley 505/58 estipula y sugiere una serie de métodos o pautas para la obtención de mayores recursos además de los fijados por cada Asamblea del Consejo. Es decir, que la función de cada Administrador integrante del mismo pasa a ser cuasilegislativa, al determinar los porcentajes de capitales que recibe cada provincia durante el año.

Esto significa recursos propios no sólo para el mantenimiento de la red vial existente -un 10% insuficientes-, sino la posibilidad cierta de afectar recursos para nuevas obras.

#### **DE LOS RECURSOS**

ARTÍCULO 23. - El Fondo II, carreteras provinciales complementarias del sistema troncal de caminos nacionales fijado en el artículo 21, se distribuirá entre todas las provincias en la siguiente forma: 30% en partes iguales; 20% en proporción a la población; 20% en proporción a la inversión de recursos viales propios de cada una de ellas; 30% en proporción al consumo de los combustibles en cada provincia gravados por el presente decreto ley".

ARTÍCULO 24. - Los porcentajes que establece el artículo anterior serán determinados mediante relación de la superficie, población y consumo de cada provincia, comparados con los totales de ellas.

#### LA DISMINUCIÓN

Desde el advenimiento de la democracia y hasta el año 2002, los gobernadores fueron desarmando y resignando recursos viales en manos de las necesidades de la Nación de cubrir otras falencias y terminaron en nuevos destinos alejados de las rutas (jubilaciones, educación, programas sociales, energía). Hoy, sólo una ínfima parte del total de los impuestos destinados originalmente a los presupuestos de las Vialidades argentinas, son recibidos por éstas. Del total de los combustibles vendidos en el país -gas oil, naftas y GNC- solo el 6% de las naftas (y de los impuestos facturados con las naftas) se reparte entre todas las Vialidades para la cobertura de sus necesidades, sea conservación o construcción de cualquier obra. Entonces, es comprensible la preocupación de los Administradores de las Vialidades en cada reunión del Consejo Vial Federal.

Septiembre 2013 Revista Carreteras | 43

#### LA NECESIDAD INMEDIATA – MAYORES RECURSOS

El subtítulo lo dice todo: la República Argentina viene creciendo en forma sostenida en estos últimos diez años. En el año 2011, por tomar una referencia, 800 mil vehículos nuevos ingresaron en nuestra red vial nacional, hecho que será superado en este 2013, pues a junio del corriente año, ya se han realizado 590 mil nuevos patentamientos, por lo que seguramente este año tendremos, por lo menos, un millón de vehículos nuevos en nuestras carreteras. Entonces, de seguir este ritmo, en cinco años tendremos no menos de cinco millones de nuevos vehículos. ¿Cómo nos preparamos para ello?

Se hace necesario la concreción de nuevas obras para recibir la mayor demanda de uso, lo que repercute en la menor vida útil de las redes camineras y la necesidad de mayor cantidad de kilómetros pavimentados o mejorados. La red vial secundaria y terciaria empieza a tener una importancia fundamental. La inseguridad vial se incrementa: más cantidad de vehículos, misma red, límite de prestación y pronto colapso, en algunos casos. Y esta necesidad es urgente, se da en estos momentos. Por ello, la preocupación reiterada del CVF en la necesidad de conseguir nuevos recursos para, mínimamente, atender las demandas actuales.

#### **SURGEN LAS NECESIDADES EN EL CORTO PLAZO**

Ante esta situación, en que los vehículos livianos y más del 90% de las cargas circulan por caminos, surgieron nuevas necesidades:

- 1) Ampliar la red nacional y redes provinciales, dotándolas de pavimentos o mejoramientos que aseguren un tránsito permanente a efectos de mejorar los costos de transporte, principalmente en redes provinciales, el primer eslabón en la cadena de caminos de la producción.
- **2)** Repavimentar la red existente, que sufrió un deterioro progresivo sumamente acelerado ante la mayor intensidad de tránsito en poco tiempo, originando una lógica desatención de conservación.
- **3)** Originar obras de conservación de las rutas existentes y tener en cuenta presupuestaria y financieramente el mantenimiento de las obras nuevas.
- 4) Aumentar el plantel profesional, técnico y administrativo en relación con las mayores demandas y tareas a realizar, principalmente si se plantea aumentar las redes viales. Ello origina una mayor prestación de los planteles de estudios y proyectos de cada una de las Vialidades y del sector privado de las consultoras.

**5)** Financiar mayores recursos puede resultar una solución, de hecho lo es en Vialidad Nacional y en algunas provincias. Prestar atención a los organismos multilaterales de crédito para que esos nuevos proyectos tengan el financiamiento necesario dentro de un marco de planificación y organización permanente, tomado como una fuente más para la obtención de recursos, además de los propios provenientes de la coparticipación vial y de la recaudación de cada provincia.

#### **CONCLUSIÓN SIMPLE**

Nos encontramos frente a un escenario de obras e intervenciones sobre la red nacional como nunca en la historia del camino en nuestro país, pero con la particularidad de que también se ha intervenido con la misma intensidad en la rutas provinciales, como hecho inédito y efectivo para la red vial en su conjunto, que funciona como un todo.

Hoy, todos los sectores del campo vial, **público y privado**, saben que por aplicación de una seria, responsable, planificada y racionalizada inversión, se puede dar una rápida respuesta a las necesidades más críticas del camino. Al mismo tiempo, están al tanto de que es un tiempo singular de la Vialidad Argentina: luego de muchos años, y a partir de una clara concepción política del gobierno de la Nación, si consideramos que la política vial nacional se ha transformado en verdadera política de Estado, la actividad vial en todos sus niveles se encuentra en la plenitud de su desarrollo, con todo lo que ello significa, incluso con los problemas que surgen por esta evolución.

A partir de ello es que las inversiones en la red nacional y en muchas rutas de las redes provinciales van acompañando la evolución y el crecimiento del país sostenido en diez años, en todos los aspectos. En definitiva, se cumple el objetivo por el cual fue creado el Consejo Vial Federal.

Los caminos secundarios y terciarios no asfaltados, las ideas sobre financiamiento, los nuevos métodos constructivos, son temas para otra charla, en un futuro. ◆



### Nuestra capacidad de respuesta se mide en kilómetros.





Estar cerca de nuestros clientes nos permite garantizarles la mejor capacidad de respuesta, tanto en entrega de producto como en servicio técnico.

La rapidez y la calidad son el compromiso de **Petrobras** y esos valores marcan nuestro camino.



# **PREMIOS KONEX**

# Diploma al Mérito, al Ing. Tomás A. del Carril

Premio KONEX 2013: CIENCIA Y TECNOLOGÍA



Cada año, como lo hace desde 1980, la Fundación Konex premia a una actividad diferente del amplio espectro cultural de la Nación en ciclos que se repiten cada 10 años. En 2013, en su 34ta entrega, es el turno de la Ciencia y Tecnología, y se premia a los mejores 5 exponentes en cada una de las 20 disciplinas en las que está dividida la actividad. Ésta es la cuarta oportunidad en que la **Ciencia y la Tecnología** es distinguida. Ha ocurrido en los años 1983, 1993 y 2003.

La selección de los **100 premiados** estuvo a cargo de un **Gran Jurado** integrado por 20 personalidades destacadas y presidido por el Dr. Mario A. J. Mariscotti. Todos sus miembros han recibido premios Konex con anterioridad y se han auto excluido de ser premiados.

Las 20 disciplinas consideradas son: Matemática; Física y Astronomía; Fisicoquímica, Química Inorgánica y Analítica; Química Orgánica; Ciencias de la Tierra; Biología y Ecología; Genética y Genómica; Bioquímica y Biología Molecular; Microbiología, Bacteriología y Virología; Ciencias Biomédicas Básicas; Medicina Interna; Cirugía; Salud Pública; Biotecnología; Nanotecnología; Desarrollo Tecnológico; Agronomía, Veterinaria y Alimentos; Ingeniería Civil, Mecánica y de Materiales; Ingeniería Industrial, Química, Ambiental y de Hidrocarburos; Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. En cada una de las disciplinas se han reconocido a las 5 figuras más importantes de la década 2003-2012.

En esta oportunidad, ha sido distinguido con un Diploma al Mérito, en el área "Ingeniería Civil, Mecánica y de Materiales", el Ing. Tomás Alberto del Carril.

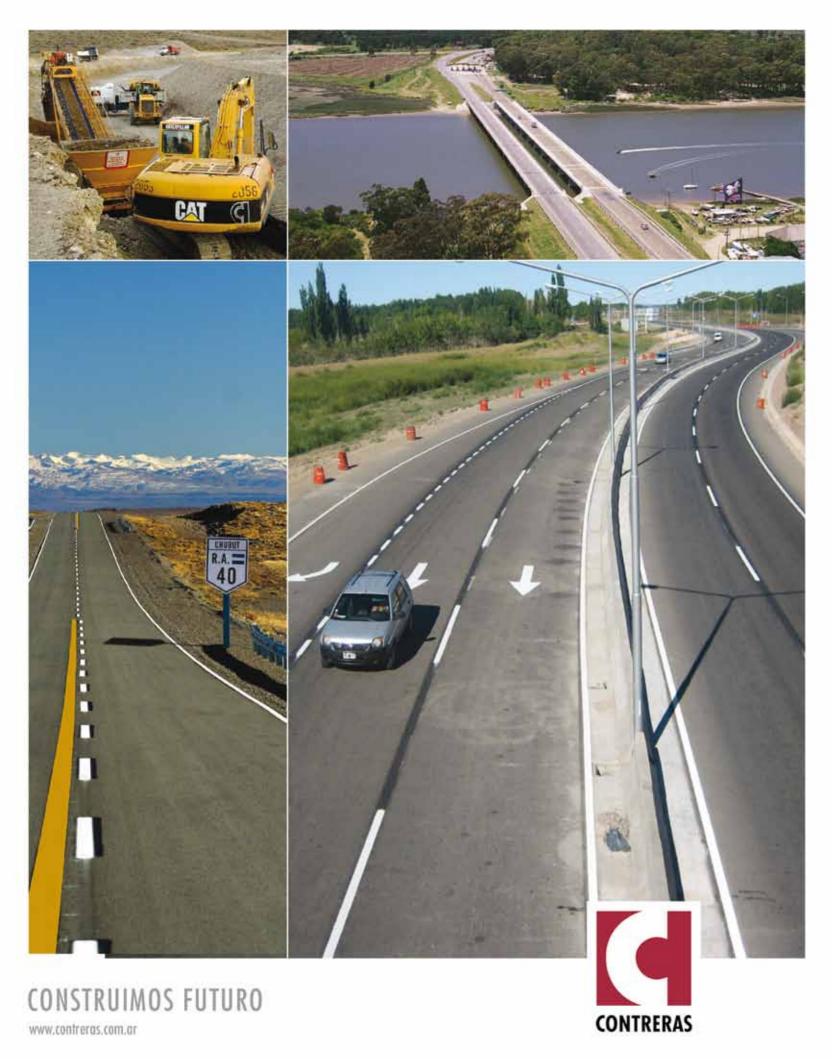
El Ing. del Carril nació el 03/09/1945. Ingeniero Civil, especialista en Puentes y Otras Estructuras Especiales, egresó de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires en 1970. En 1999, fue nombrado miembro de la Academia Nacional de Ingeniería y en 2004, Miembro Correspondiente de la Academia de Ingeniería de la Provincia de Buenos Aires. Es profesor titular de la Universidad de Buenos Aires y ha reci-

bido varios premios nacionales e internacionales, entre ellos: Ing. Enrique Villarreal, de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (1993); José Luis Delpini (en 3 oportunidades, 1994, 1998 y 2002); Global Road Achievement Award, de la International Road Federation, por la implementación de un Sistema de Gerencia de Puentes en Guatemala (2002); y el Civil Engineering Excelence Award, otorgado por el World Council of Civil Engineering (WCCE 2010).

El Ing. del Carril es un distinguido colaborador de la Asociación Argentina de Carreteras, participando activamente de los Congresos Argentinos de Vialidad y Tránsito, ya sea en exposiciones especiales, presentación de trabajos y también como jurado de estudios técnicos en el área de su especialidad.

En nombre de las autoridades y socios de la institución, felicitamos al Ing. del Carril por tan importante galardón. ♦







# RICARDO CURETTI: "Continuamos trabajando en una fuerte política vial"

Recuperación de rutas provinciales colapsadas estructuralmente. Plan de Conservación, Mantenimiento y Control. La nueva Autovía 6 y la creación de Autopistas de Buenos Aires (AUBASA).

Más de 10.800 kilometros de rutas pavimentadas atraviesan de norte a sur y de este a oeste toda la geografía de la provincia de Buenos Aires, conectando el territorio bonaerense y permitiendo la circulación en corredores productivos y turísticos.

El Plan Estratégico Vial tiene como meta contribuir a mejorar la eficiencia de la producción provincial y las comunicaciones, captar nuevos flujos vehiculares y fortalecer la vinculación entre las distintas poblaciones, distritos y provincias limítrofes.

Desde su inicio, la gestión del Administrador General de la Dirección de Vialidad de la provincia de Buenos Aires (DVBA), Ricardo Curetti, se ha desarrollado en tres ejes de acción. Uno de ellos es la recuperación y rehabilitación de las rutas provinciales que se encuentran colapsadas estructuralmente, es decir, aquellas rutas que ya han agotado su vida útil y necesitan de una rápida intervención.

"Siguiendo los ejes de política pública enunciados por el Gobernador Daniel Scioli, trabajamos fuertemente en recuperar las rutas de la provincia. Con el equipo de Vialidad hemos construido una plataforma de gestión que este año nos permitió avanzar en las distintas obras que tendrán un impacto social, económico y productivo determinante en una de las regiones más dinámicas de la Argentina", explicó Curetti.

La Ley Nº 14.393, de Presupuesto 2013, creó el Fondo Fiduciario Vial de la Provincia de Buenos Aires, cuyo objetivo es financiar la ejecución de los planes y proyectos destinados a la construcción de rutas de la red vial principal y secundaria, como así también los trabajos de reparación y mantenimiento de las mismas, garantizando el pago de los contratos.

Junto al Ministro de Infraestructura, Alejandro Arlía, la DVBA ha encarado como acción inmediata trabajar en aquellas rutas que necesitaban de una intervención rápida, ya que se destacan por su dimensión e impacto. Por este motivo, se han licitado, contratado y ejecutado obras en las rutas provinciales 6, 7, 41, 74, 65, 70, 86, y Ruta del Cereal, entre otras.

El segundo eje de acción está vinculado con la implementación de un Plan de Conservación, Mantenimiento y Control de rutas provinciales. En este sentido, el titular de Vialidad subra-yó que "el Gobierno de la provincia de Buenos Aires -a través del Ministerio de Infraestructura- ha fijado como política vial promover una fuerte inversión económica y un sólido Plan de Conservación, en el cual el control de cargas en las rutas cumple una función preventiva que se ejerce a través de operativos coordinados con otras reparticiones provinciales y con los municipios, y son sostenidos en el tiempo".

Con un sistema eficiente de Controles de Cargas y Dimensiones, se busca aminorar el progresivo deterioro que experimentan los caminos, por el indebido exceso de carga con que transitan. Los controles de pesajes se realizan a vehículos de 2 a 4 ejes con el objetivo de asegurar la carga adecuada de los transportes que circulan por las rutas provinciales.

La Dirección de Vialidad firmó con más de 30 municipios convenios de colaboración mediante los cuales las comunas se comprometen a afectar personal municipal de apoyo para trabajar en forma conjunta en el control y confección de las correspondientes actas de infracción con el personal de Vialidad que opera los equipos de pesaje de la repartición.

Estos controles —en varias oportunidades realizados en el marco de operativos conjuntos con la Agencia Provincial de Transporte, la Dirección Provincial de Seguridad Vial, A.R.B.A. y con el apoyo de la Policía de la Provincia de Buenos Aires— tienen una función eminentemente preventiva, y contribuyen a disminuir los costos de reparación y mantenimiento de las rutas, como así también a mejorar las condiciones de transitabilidad y seguridad.

"Es muy importante trabajar con los municipios porque ellos conocen con mayor precisión cuáles son los tramos y los períodos en que circulan camiones con eventuales excesos de carga", señaló Curetti, y remarcó que en la actualidad "hay una toma de conciencia por parte de los poderes políticos en cuanto a la necesidad de conservar y cuidar nuestras rutas, y nosotros vamos a trabajar en ese aspecto".

Asimismo, este plan contempla trabajos de demarcación horizontal y señalización vertical en más de 3.500 Km de rutas provinciales, con una inversión que realiza la provincia y que asciende los 23 millones de pesos.

En 2012, el trabajo en forma mancomunada con la Dirección Nacional de Vialidad permitió también la concreción de importantes obras en la red vial provincial. En el marco de un convenio, se han realizado trabajos de demarcación y señalización de más de 1.900 km. de rutas provinciales.

Los trabajos de demarcación horizontal consisten en marcar sobre el pavimento con pintura termoplástica reflectante en color blanco las líneas continuas demarcatorias de bordes de banquinas; línea central (eje); discontinua, flechas direccionales y líneas auxiliares para reducción de velocidad; mientras que en color amarillo se marca la doble línea central en curvas, puentes y cruces ferroviarios. Y los trabajos de señalización vertical consisten en la reposición de señales en un total de 3.200 metros cuadrados.

"Con las tareas de demarcación y señalización que se han realizado en 2012 y las que ya comenzamos a ejecutar, estaríamos cubriendo un 61% de la red vial primaria pavimentada, es decir, unos 5.400 km", explicó Curetti, al tiempo que resaltó: "sabemos que en tema rutas tenemos un gran desafío por delante pero todos los días estamos visitando obras, siguiendo su ejecución, licitando otras, señalizando, y buscando distintas alternativas de financiamiento para llegar con soluciones a los más de 10.800 km de rutas."

El tercer eje de acción que la Vialidad ha profundizado es la asistencia técnica a aquellos corredores que se encuentran concesionados, como las rutas turísticas de acceso a los distintos balnearios de la Costa Atlántica, R.P.N°11 y la R.P.N°2 y, a la Autopista Buenos Aires – La Plata, recientemente transferida al Estado provincial.

En este sentido, Curetti explicó que "nuestra intención es mejorar e incrementar las tareas de mantenimiento y control en la red vial provincial. Hoy estamos evaluando distintas alternativas como la concesión de algunos corredores viales".

De esta manera, el titular de la DVBA subrayó que "la concesión de las rutas es una alternativa ya que permite conservar y mejorar el estado de la calzada", y señaló que "es importante aclarar que el Estado hace la inversión a través de los impuestos que abona el contribuyente, pero también es importante poder conservar en el tiempo esta inversión y es ahí donde aparece la posibilidad de la concesión".

### Metas para el próximo año

"Creemos que es fundamental contar con un Plan Integral de Obras de rehabilitación y conservación de nuestras rutas para los próximos años", comentó Curetti.

En este sentido, el funcionario provincial señaló que "el Gobernador Daniel Scioli puso de manifiesto la necesidad de concesionar 2.500 km de rutas provinciales. Esto nos permitiría avanzar en la creación de un sistema integrado, para poder mejorar los índices de estado, parámetros de seguridad y la prestación de servicios en nuestras vías de comunicación".

Se trata de la concesión de un servicio público por medio de un esquema que incluye a un Estado presente que regule e intervenga para asegurar la calidad de las prestaciones.

En proximidades de una nueva celebración del Día del Camino y del Trabajador Vial –5 de Octubre– el administrador general de la DVBA, Ricardo Curetti, manifestó que "en esta fecha tan especial para la familia vial, es mi deseo enviarles un cordial saludo a todos los agentes viales del país y en especial a los de mi provincia, a los cuales quiero agradecer el acompañamiento, compromiso, vocación de servicio y esfuerzo que ponen para recuperar nuestras rutas".



### NUEVA AUTOVÍA N°6



Una de las obras más emblemáticas es la "Rehabilitación de la Ruta Provincial Nº6", que conecta los partidos de La Plata, Brandsen, San Vicente, Cañuelas, Gral. Las Heras, Marcos Paz, General Rodríguez, Luján, Pilar, Exaltación de la Cruz, Campana y Zárate.

Se trata de la obra de infraestructura vial más importante de la región, y una muestra de la integración y coordinación de las políticas públicas viales con el desarrollo productivo. No sólo dará respuesta a las necesidades de los doce municipios que atraviesa, sino que consolidará el cuarto anillo de circunvalación al Gran Buenos Aires, apuntalando así la tan buscada descentralización, que sólo puede lograrse mejorando la logística, el transporte y atrayendo inversiones.

Licitada el 25 de septiembre de 2012 y adjudicada en diciembre de ese mismo año por un monto total de \$1.391.892.956,69, la obra tiene un plazo estimado de dos años de construcción y de tres años de conservación. La importancia del financiamiento de esta obra radica en que

los fondos provienen de la emisión de "Bonos Ley № 14315", dispuesta por Decreto 645/12 y apoyada por las cámaras legislativas.

"Con más de 20 frentes de trabajo, hoy contamos con un avance de obra de casi un 10%. Los trabajos más desarrollados están en el Subtramo 5 y 6 -desde General Rodríguez hasta Zárate- donde se ha realizado demolición de losas, reacondicionamiento de las bases, ejecución de hormigón pobre, hormigonado de losas y se ha comenzado con la pavimentación de la segunda calzada que —hasta el momento en algunos tramos— era inexistente", manifestó el titular de Vialidad.

Esta obra cuenta con una Comisión de Seguimiento y Control, conformada por los representantes de los Honorables Concejos Deliberantes de los doce partidos que atraviesa la traza del corredor productivo. Fue creada con el propósito de establecer canales de comunicación con la Dirección de Vialidad, para obtener información sobre el estado de las obras, y transmitirla a los vecinos.

Además, se ha conformado una Comisión Bicameral de Control, Seguimiento y Fiscalización integrada por legisladores de la cámaras, quienes reciben a través de las autoridades los informes técnicos y avances de la obra.

También, a través de un convenio con la Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires, la Universidad Nacional de La Plata brindará apoyo y asesoramiento técnico-científico a la ejecución de controles de calidad —efectuados por la inspección de obra— en tres de los seis subtramos de la nueva Autovía Ruta Provincial N°6 (IV, V y VI); hará lo mismo la Universidad Tecnológica Nacional en los dos tramos restantes (II y III).

#### ÁREA METROPOLITANA

Durante el año 2013, la DVBA ha trabajado fuertemente en la integración del área metropolitana mediante la construcción de viaductos; puentes; pasarelas metálicas; pavimentación, repavimentación, ensanche de calzadas y circunvalaciones en tramos congestionados que vinculan autopistas nacionales con importantes centros poblacionales e industriales del conurbano.

El objetivo es lograr una máxima continuidad en los flujos de tránsito, mediante la vinculación de arterias urbanas con la red de autopistas de la región, lo que permite acortar los tiempos de viaje y mejorar la circulación dentro del esquema productivo correspondiente, aumentando la calidad de los servicios de transporte de pasajeros y de cargas.

Además, se ha trabajado en aquellas obras orientadas a optimizar la vinculación entre distintas poblaciones y distritos, como la pavimentación, repavimentación y ensanches de accesos y de caminos de la red secundaria.



# LA CONSTRUCCIÓN CONTRIBUYE A LA CALIDAD DE VIDA.



# Baires Ing srl

# EMPRESA PROVEEDORA DE SERVICIOS EN EL ÁREA DE INGENIERÍA CIVIL

- Estudios y Proyectos Viales (factibilidad, anteproyectos y proyectos ejecutivos)
- Estudios y Proyectos de Transporte
- Diseño de Pavimentos
- Cálculo de Estructuras
- Estudios Ambientales, Seguridad e Higiene
- Estudios de Tránsito y Seguridad Vial
- Control, Dirección e Inspección de Obras Civiles
- Estudios de Factibilidad Económica
- Estudios Hidráulicos e Hidrológicos

AV. CALLAD 232 PISO 2 OFICINA 3, 4371-0575/1124 BAIRESING@BAIRESING.COM.AR, WWW.BAIRESING.COM.AR









# Construcción Vial y Civil. Solidez y avance permanente.

VIALMANI S.A.

PERÚ Nº 367 . PISO 11 . (C1067AAG) CAPITAL FEDERAL . BUENOS AIRES ARGENTINA. TEL: 54.11. 4343.8711 (ROTATIVAS) FAX: 54.11. 4331.7028 INFO@VIALMANI.COM.AR WWW.VIALMANI.COM.AR

#### AUTOPISTA BS. AS. – LA PLATA



Luego de que la Dirección Nacional de Vialidad y el Ministerio de Infraestructura de la Provincia de Buenos Aires suscribieron el "Convenio de Transferencia de Derechos y Obligaciones del Contrato de Concesión de la Autopista Buenos Aires- La Plata" —por medio del cual la Nación cedió y transfirió a la Provincia de Buenos Aires los derechos y obligaciones emergentes—, por pedido de la Subsecretaría de Obras Públicas de la cartera de Infraestructura se confeccionaron informes técnicos y se proyectaron los trabajos de repavimentación de la calzada, como así también el tercer y cuarto carril de la carretera.

El 11 de julio se creó AUBASA (Autopistas de Buenos Aires), una empresa con participación mayoritaria del Estado provincial, para que se haga cargo de la administración y mantenimiento de la Autopista Buenos Aires-La Plata, que permanecía en carácter de total abandono frente a la total inacción de la ex concesionaria.

Desde esa fecha se han realizado más obras que las que se habían ejecutado en los últimos 10 años. A diario y sin descanso, se está trabajando para jerarquizar la autopista y darle la relevancia que tiene una vía neurálgica que une la capital provincial con la capital de la Nación, y conecta a la capital del turismo, Mar del Plata.

#### - RUTA PROVINCIAL N°86

#### Inversión: \$ 48 millones.

Esta obra abarca 53,5 km y se finalizó dentro de los 180 días previstos. En unos 25 km, desde la R.P. Nº 51 hasta el acceso a Laprida, se recicló la base y se conformó una base de estabilizado granulométrico en un espesor de 15 cm, además de la carpeta de rodamiento de pavimento flexible.

#### - RUTA PROVINCIAL N°65

#### Inversión: \$ 120 millones.

En total, la obra de la Ruta Provincial N°65 comprende los partidos de Bolívar - Daireaux — Guaminí, abarcando 150 Km. En el tramo Bolívar - Daireaux (70 Km) se están realizando trabajos de repavimentación, fresado corrector, bacheo, construcción de carpeta asfáltica, reconformación de banquinas y, señalización horizontal y vertical. Mientras que para el tramo Daireaux - Guaminí (80 Km) se realizará refuerzo estructural de pavimento, repavimentación de calzada, fresado, bacheo superficial y profundo y senalización horizontal y vertical. El avance de obra es del 50%.



#### - RUTA PROVINCIAL N°67

#### Inversión: más de \$ 200 millones.

Financiada por la Dirección de Vialidad Nacional, esta obra de pavimentación está dividida en dos secciones. La primera es entre Coronel Suárez y La Colina (46% de avance de obra) y, la segunda es entre La Colina y La Madrid (40% de avance de obra).



## - AVENIDA CIRCUNVALACIÓN - Tres Arroyos

#### Inversión: más de \$ 13 millones.

Esta obra es la continuidad del camino de circunvalación que vincula la Ruta Nacional 228, en su intersección con la Avenida Monteagudo, con la Ruta Nacional 3, en su intersección con la Avenida Lisandro de la Torre, al norte de la ciudad, es decir, el sector de esta última ruta que conduce a Buenos Aires. Tiene un avance de obra del 80%. •

SEPTIEMBRE 2013 REVISTA CARRETERAS | 53

# SEMINARIOS Internacionales de la Asociación Mundial de la Carretera

## SEMINARIOS INTERNACIONALES PIARC

La Asociación Argentina de Carreteras organiza conjuntamente con la PIARC y organismos vinculados, Seminarios Técnicos a los que son invitados profesionales de la región además de los de Argentina. Las presentaciones están a cargo de autoridades locales y especialistas internacionales que compartirán experiencias con los asistentes. Estos Seminarios tienen el propósito de actualizar conocimientos y destacar las tendencias imperantes en el mundo. Se dispondrá además de visitas técnicas relacionadas con los temas específicos a desarrollar en cada uno de los Seminarios. El bajo arancel dispuesto tiene por objeto captar la mayor cantidad de profesionales vinculados al sector.

El Seminario "Mejoras de la Movilidad en Áreas Urbanas, Explotación de la Red Viaria y Aplicaciones ITS", se desarrollará entre el 6 y 8 de noviembre de 2013 en el Hotel Panamericano Buenos Aires.

En tanto que el Seminario "Políticas y Programas Nacionales de Seguridad Vial", tendrá lugar entre el 11 y el 14 de noviembre de 2013 en el mismo ámbito.

A continuación, el programa tentativo de ambos eventos.

#### 6 al 8 de Noviembre de 2013

# "Mejoras de la Movilidad en Áreas Urbanas, Explotación de la red viaria y aplicaciones ITS"

		PROGRAMA
	09:00 a 10:00	ACREDITACIONES
	10:00 a 11:00	Bienvenida e Inicio del Seminario  • Presidente de la Asociación Argentina de Carreteras  • Representante de la AIPCR/PIARC  • Arq, Graciela Oporto, Subsecretaria de Planificación Territorial, Ministerio de Planificación Federal, Inv. Pública y Serv.  • Ing. Nelson Periotti, Administrador General de la Dirección Nacional de Vialidad
	11:00 a 11:30	Pausa para el café
ore	11:30 a 12:15	Movilidad y Transporte en Buenos Aires. Aspectos principales  • Lic. Guillermo Dietrich, Subsecretario de Transporte y Tránsito de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires
iemb	12:15 a 12:30	Sesión de fotos de todos los participantes
e Nov	12:30 a 13:45	Almuerzo y Sesión de Posters
9 e d		Gestión e Información del Tránsito
Miércoles 6 de Noviembre	13:45 a 15:30	Sesión 1: Control de Congestión Vehicular  • Sistemas de Control de Congestión Vehicular en Argentina, Arq. Eduardo Lavecchia, de la Asociación Argentina de Carreteras  • Control de la Congestión (CMP) en U.S.A., Ing. Harlam Miller, PIARC  • Carriles de Tránsito dirigidos, André Brotó Presidente del comité C.T.2.2. PIARC  • La Movilidad Urbana, escenarios CON y SIN transportes integrados, Ing. Ricardo Ortiz, México, Secretario C.T. 2.2. PIARC  • Sistema de Gestión de Autopistas en Argentina, Ing. Gustavo Matta y Trejo, Presidente de Autopistas Urbanas S.A.  • CONCLUSIONES
	15:30 a 16:00	Pausa para el café y Sesión de Posters
	16:00 a 17:45	Sesión 2: Gestión de Autopistas  • Utilización de Carteles de Mensajes variables, por Francia, Ing. Alexis Bacelar, Phd, Investigador, CERTU  • Operación de Carreteras en Francia, Emmanuelle Frènèat, Directora de Operaciones, EGIS Road Operation  • Gestión del Tránsito en Autopistas Nacionales en Suiza, Heinz Suter, Responsable de Gestión del Tránsito  • CONCLUSIONES
	20:00	Cena

Continúa en pág. siguiente >>

		La Organización del Transporte basada en las necesidades de movilidad
	9:00 a 10:45	Sesión 3 : Diseño Infraestructura de Transporte, Multimodalidad  • Experiencia Metrobus 9 de Julio, Ing. Guillermo Krantzer, Director Gral. de Transporte, C.A.BA.  • Infraestructura del Transporte, problemática en el A.M.B.A. Inga. Olga Cristina Vicente, S.A.I.T.  • Integración de información online con protocolo TCIP en Canadá, Lic. Lise Filion, Dirección de Planificación, Min. Transporte.  • CONCLUSIONES
	10:45 a 11:15	Pausa para el café y Sesión de Posters
nbre	11:15 a 13:00	Sesión 4 : Implementación de ITS  Implementaciones ITS en Argentina, Ing. Daniel Russomanno, Presidente ITS Argentina  Soluciones para el Transporte Público, Dr. Andreas Rau, de TUM Asia, Singapur  Tarificación Vial, Dr. Kian Keong Chin de LTA, Singapur  CONCLUSIONES
ovien	13:00 a 14:15	
e N		Escenarios Futuros de Modos de Viaje
Jueves 7 de Noviembre	14:15 a 16:00	Sesión 5 : Comparación de estrategias para una Movilidad Urbana Sostenible  • Mejoras en la Movilidad Urbana en el área A.M.B.A., Ing. Oscar U. Fariña, Sociedad Argentina de Ingeniería de Tránsito  • Operación de Carreteras Urbanas - Mejoras en la movilidad y seguridad, Robert Freemantle, Director Network Asset Planning, Australia  • CONCLUSIONES
	16:00 a 16:30	Pausa para el café y Sesión de Posters
	16:30 a 18:15	Sesión 6 : Interoperabilidad de los Sistemas  • Vehículos Interconectados, Jaqcues Ehrlich, AIPCR/PIARC Presidente del Comité Técnico Gestión de la Carretera  • Aplicaciones ITS en Rampas de Acceso, Ing. Jorge Felizia, Secretario de ITS Argentina  • Resultados de Prueba a Gran Escala de Sistemas V2X (Sistemas cooperativos), Dr. Fritz Busch, AIPCR/PIARC  Mesa Redonda: Movilidad e Interoperabilidad en Argentina, Moderador: Ing. Daniel Russomanno, Presidente ITS Argentina
	18:15 a 18:35	ACTO DE CLAUSURA  • Conclusiones del Comité Técnico Gestión de la Carretera de la AIPCR/PIARC  • Agradecimientos por Argentina, Ing. Guillermo Cabana, Director de Difusión de la Asociación Argentina de Carreteras
nbre		Visitas Técnicas
Novien	09:00 a 12:00	Circuito de observación del Transito de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires
8 de 1	12:00 a 13:15	Almuerzo
Viernes 8 de Noviembre	13:15 a 15:50	Visita al Control de Tránsito de Autopistas Urbanas S.A.

Idiomas Oficiales: (interpretación simultánea) Español Inglés

#### **Costo Inscripción**

General	100 U\$D
Miembros de la A.A.C.	80 U\$D
Miembros A.I.P.C.R.	80 U\$D

#### **Consultas:**

seminario.piarc.6a8.noviembre@aacarreteras.org.ar

#### Hotel Sede: www.panamericano.us

Más información y Pre-inscripción: www.aacarreteras.org.ar

Septiembre 2013 Revista Carreteras | 55

### 11 al 14 de Noviembre de 2013

## "Seminario sobre Políticas y Programas Nacionales de Seguridad Vial"

		PROGRAMA  PROGRAMA		
	09:00 a 10:00	ACREDITACIONES		
	10:00 a 11:00	Bienvenida e Inicio del Seminario  Representante de la Asociación Argentina de Carreteras, Ing. Guillermo Cabana  Representante del Foro Internacional del Transporte (IRTAD), Dr. Fred Wegman  Representante del Banco Mundial, Dra. Tawia Addo-Ashong  Video del Presidente de la Asociación Mundial de la Carretera (PIARC) Dr. Oscar de Buen, presentado por el Ing. Julio C. Ortiz Andino, 1º Delegado Argentino ante PIARC  Ministro del Interior y Transporte, CPN. Florencio Randazzo  Ministro de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, Arq. Julio de Vido		
Lunes 11 de Noviembre	11:00 a 11:30	Pausa para el café		
	11:30 a 12:15	Seguridad Vial en países latinoamericanos, situación actual y temas principales  • Director Ejecutivo de la Agencia Nacional de Seguridad Vial, Lic. Felipe Rodríguez Laguens		
	12:15 a 12:30	Sesión de fotos de todos los participantes		
deN	12:30 a 14:00			
Lunes 11		Gestión de la Seguridad Vial		
	14:00 a 15:30	Sesión 1  Norma ISO 39001. Una nueva herramienta para avanzar en gestión de la Seguridad Vial, Matts-Åke Belin (Miembro de PIARC C.T. 3.1) Desarrollo del Proyecto de Sistema Seguro Argentino, Lic. Verónica Raffo (Banco Mundial)		
	15:30 a 16:00			
	16:00 a 17:45	Sesión 2: Desarrollo de una política nacional de Seguridad Vial  Argentina, Lic. Pedro Centeno (Agencia Nacional de Seguridad Vial)  Australia, Julian Lyngcoln (VicRoads, Australia).  Brasil (conferencista a ser confirmado).  Colombia, Lic. Nicolás Estupiñan, (Viceministro de Transporte de Colombia)  República Checa, Josef Mikulik (Transport Research Centre – CDV, Czech Republic).  Sudáfrica, Randall Cable (South Africa National Roads).		
	20:00			
		Talleres		
	09:00 a 10:45	Taller 1 Seguridad Vial en áreas urbanas y planificación del uso de suelo Moderador: Robert Ritter (US Dep of Transport) Taller 2 Metodología para la evaluación de la seguridad vial a nivel de red Moderador: Josef Mikulik (Transp R.C. – CDV)		
	10:45 a 11:15			
	11:15 a 13:00	Taller 3 Las estrategias de inversión para mejorar la seguridad vial Taller 4 Presentación del Manual de Seguridad Vial de PIARC Moderador: Matts-Åke Belin (Swedish Tran. Ag.)		
pre	13:00 a 14:15			
viem		Conferencias Especiales		
Martes 12 de Noviembre	14:15 a 16:00	Implementación de la política nacional de seguridad vial, problemas, soluciones  • Chile, Ing. René A. Verdejo Barraza (Ministerio de Obras Púbicas – Chile)  • Francia, Laurence Carnis (IFSTTAR – Francia)  • Japón, Yoshitaka Motoda (Universidad de Iwate – Japón)  • México, Jesús Manuel Chavarría (Instituto Mexicano del Transporte)  • Infraestructura en Argentina, Ing. Juan Rodríguez Perrotat (Universidad Tecnológica Nacional)		
	16:00 a 16:30			
	16:30 a 18:15	Mesa Redonda  • Desafios y camino a seguir en Seguridad Vial  Panelista: Véronique Feypell (ITF/IRTAD); Matts-Åke Belin (PIARC); Ing. Mario Leiderman (AAC)		
18:15 a 18:35  ACTO DE CLAUSURA  • Conclusiones, Dra. Tawia Addo-Ashong (Banco Mundial)  • Agradecimientos por Argentina, Ing. Guillermo Cabana, Director de Difusión de la Asociación Argentina de Carreteras				

Idiomas Oficiales: (interpretación simultánea) Español Inglés

#### Costo Inscripción

General	100 U\$D
Miembros de la A.A.C.	80 U\$D
Miembros A.I.P.C.R.	80 U\$D

#### **Consultas:**

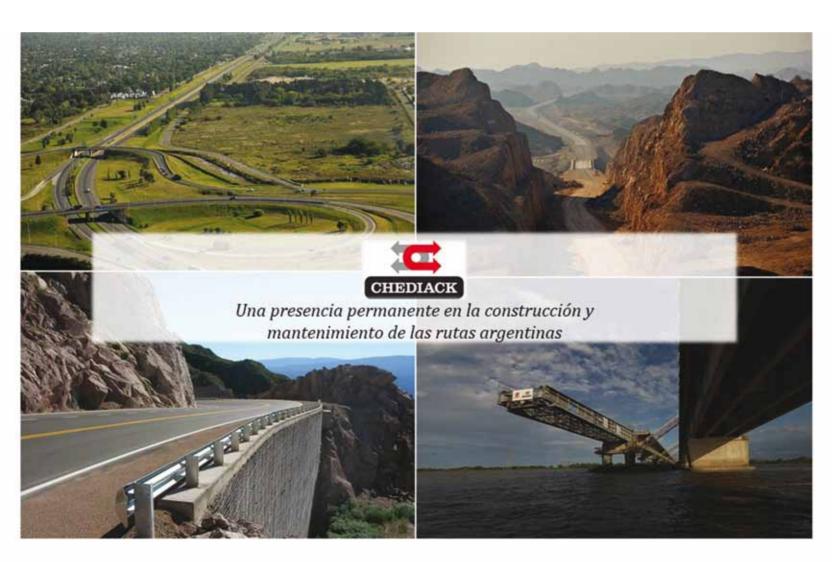
seminario.piarc.11y12.noviembre@aacarreteras.org.ar

Hotel Sede: www.panamericano.us

Más información y Pre-inscripción: www.aacarreteras.org.ar

#### Día miércoles 13 y jueves 14 de Noviembre

CONGRESO: Mejores Datos de Seguridad para Obtener Mejores Resultados de Seguridad Vial





# Calidad Holcim, certificada.

#### Plantas de hormigón: ISO 14.001 Y 9.001. Planta de Pétreos: ISO 14.001.

Trabajamos para garantizar que todas nuestras operaciones se realicen bajo los mayores estándares de calidad.

Calidad en productos y servicios que transferimos a nuestros clientes.

En todas nuestras plantas, todos los días. Y eficiencia en el cuidado del medio ambiente, actuando responsablemente con nuestra comunidad. Porque ser líder en el sector es hacer que nuestra calidad sea un valor para todos.



**NOTA**FADEEAC
Capacitación de choferes

# FADEEAC - Capacitación de choferes





"Estamos dando el cambio para la profesionalización del transporte". Así lo sostuvo Daniel Indart, titular de la FADEEAC, durante la finalización de la quinta edición del Curso de Chofer Profesional y graduación de la cuarta promoción de la capacitación que imparte la FPT.

La ceremonia se realizó en la Dirección de Arsenales del Ejército, en Boulogne, donde se lleva a cabo la capacitación. Durante la promoción de los alumnos que egresaron del Cuarto Curso de Chofer Profesional, la firma Hermann puso a disposición de la Fundación Profesional para el Transporte (FPT), brazo académico de la **FADEEAC**, un moderno equipo semirremolque.

Luego, el presidente de **FADEEAC**, Daniel Indart, dijo que "el compromiso de las empresas como Hermann nos obliga a redoblar el esfuerzo por la profesionalización de nuestra actividad" y remarcó que la responsabilidad no es sólo de los transportistas sino de otros actores como los fabricantes, los dadores de carga, los proveedores de insumos, "porque el camión es una herramienta de vital importancia para la economía de una región".

En este punto, señaló que "en nuestro país el 87% de la carga se transporta por camión" y explicó que esta tendencia se verifica a nivel mundial. "Sin embargo, en las rutas y en la ciudad el camión no es querido, por eso tenemos que cambiar el concepto, continuar con la profesionalización porque que esto cambie, dependerá de nuestro compromiso".

Por eso, Indart celebró la finalización de la cuarta edición del Curso, una capacitación modelo que se realiza en un mes y consta de 120 horas de teoría y otras tantas prácticas a bordo de camiones equipados con la última tecnología.

"El número de choferes que mensualmente atraviesan la capacitación va en aumento, por eso nos sentimos cada vez más orgullosos de estar formando conductores que salen a la ruta en condiciones profesionales óptimas de manejo", planteó. Del mismo modo, el vicepresidente de la FPT, Oscar Iraola, remarcó los valores que transmite el curso y afirmó: "este proyecto vino para quedarse; es una iniciativa única en América Latina, que se lleva a cabo gracias al inmenso esfuerzo de todos los empresarios de este sector".

Los mismos choferes valoraron los contenidos integrales orientados al manejo defensivo e intuitivo, al ahorro de combustible y cuidado de la unidad; a la seguridad vial y a la convivencia con todos los usuarios del parque automotor.

Iraola comentó que "hace dos años hablar de este tipo de formación era imposible, pero cada vez son más los transportistas que entendieron que como usuarios de las rutas tenemos que continuar en este camino, porque creemos que es la forma de mejorar el uso de la infraestructura que tenemos".

Expresó que "la capacitación viene a resolver la demanda de empleo y está a la vista que estamos dando respuesta a la necesidad laboral de los choferes y de los empresarios, de contar con conductores preparados".

Recordando que el próximo paso será la Universidad del Transporte, invitó a los empresarios a continuar sumándose "porque hay situaciones que debemos revertir de manera integral y para eso necesitamos un cambio de conducta".

Junto a las autoridades de **FADEEAC** y **FPT**, estuvieron presentes durante la ceremonia, representantes de cámaras de base, del Ejército Argentino, de la Asociación Argentina de Carreteras (AAC) y del Automóvil Club Argentino (ACA).

También asistieron representantes de los patrocinadores: Mercedes Benz Argentina; Iveco; Grupo Volvo - Renault Trucks; Fate; Bridgestone y Metalúrgica Hermann, entre otros. ◆

SEPTIEMBRE 2013 REVISTA CARRETERAS | 59



Se desarrolló en el Hotel NH City de Buenos Aires un foro sobre tecnología del asfalto organizado por Shell Bitumen Argentina.

Shell es una de las líderes en la producción, comercialización e innovación tecnológica en asfaltos y cuenta con soluciones asfálticas de clase mundial para todo tipo de pavimentos.

Participaron del evento autoridades de Vialidad a nivel nacional y provincial, organismos de control de concesiones viales, contratistas, empresas constructoras, concesionarios viales, consultores del sector y profesionales del ámbito académico.

"El sector busca constantemente el desarrollo de tecnologías, que es uno de los objetivos de la empresa; ofrecer nuevas opciones ampliando la capacidad y optimizando los productos y las mezclas para mejorar la calidad de las rutas y autopistas", comentó el Ing. Mario Jair, Gerente Técnico de Shell Bitumen Latinoamérica.

Shell Bitumen considera que Argentina es un mercado clave en términos de asfaltos convencionales y modificados, y probablemente uno de los pocos lugares realmente innovadores en el mundo, donde las personas con visión de futuro en todos los eslabones de la cadena de producción han colaborado para implementar la modificación de asfaltos con polímeros, el uso de emulsiones, los as-

faltos coloreados y, más recientemente, las mezclas a baja temperatura. Shell busca constantemente estar a la vanguardia de todas estas innovaciones. Las nuevas tendencias a nivel mundial, que marcarán la agenda para lograr la mejora de la calidad en las carreteras, son las siguientes:

- El crecimiento de los ligantes modificados en el mundo y en la región.
- Las especificaciones por desempeño.
- Las nuevas mezclas asfálticas, algunas de las cuales son utilizadas en Argentina.
- Los asfaltos de baja temperatura, que fueron introducidos en 2010 y lanzados al mercado en 2012.

En particular, **Shell Bitumen** ha apoyado el uso de ligantes modificados con polímeros en Argentina desde la primera aplicación, realizada en 1996. Este esfuerzo ha culminado con una demanda de cerca de 28.000 toneladas en 2012 y un estimado de 40.000 toneladas para este año 2013, representando aproximadamente el 8% del total del mercado de nuestro país, posicionando a

este segmento en un tamaño similar al de países avanzados. Esta tendencia va a continuar y la compañía ha invertido en una nueva planta de asfaltos modificados con polímeros en su refinería de Buenos Aires con el fin de asegurar que la industria tenga la capacidad necesaria para crecer.

Concluidas las exposiciones, se desarrolló un intenso intercambio de preguntas y respuestas. Pasando revista de la historia de las aplicaciones de las que participaron muchos de los asistentes al foro, se concluyó que en la actualidad se están utilizando estas mezclas con señalado éxito en repavimentaciones en la Ciudad de Buenos Aires y rutas nacionales y provinciales.

La grata jornada finalizó con un show artístico y un lunch que dio lugar para continuar intercambiando informaciones y experiencias entre los asistentes y los expositores. •

# Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires



**5 DE OCTUBRE** 





DÍA DEL CAMINO Y DEL TRABAJADOR VIAL



Av 122 n° 825 Tel : 0800-222- DVBA (3822) www.vialidad.gba.gov.ar vialidad@vialidad.gba.gov.ar







La tecnología asfáltica de última generación de YPF fue utilizada en la construcción de la pista del circuito Termas de Río Hondo, provincia de Santiago del Estero.

Para pavimentar los 4.805 metros del trazado, de 16,20 mts. de ancho, la compañía proveyó más de 600 toneladas de asfaltos especialmente diseñados para circuitos de alta competición.

Para el éxito del proyecto se debía cumplir con niveles de rugosidad muy exigentes, razón por la cual la elección del asfalto utilizado y una pavimentación continua fueron los factores clave.

Se utilizó Asfasol AM3, asfalto modificado de YPF, que se logra modificando un asfalto convencional especialmente seleccionado mediante el agregado de polímeros especiales, permitiendo así obtener un producto que cumple con los máximos estándares internacionales, con resistencia superior y que responde a las más altas exigencias de la pista, sobre todo en las curvas.

La diferencia principal con los cementos asfálticos convencionales es la reducida susceptibilidad térmica, que le otorga elevada cohesión a altas temperaturas, disminuyendo simultáneamente la fragilidad a bajas temperaturas.

Los polímeros permiten a los asfaltos modificados aumentar la cohesión interna; mejorar el comportamiento a fatiga; lograr mayor resistencia al envejecimiento y durabilidad en servicio; elevar la resistencia ante cargas pesadas y alta frecuencia de tránsito; y obtener mayor adherencia.

El Moto GP 2014, una de las competencias mundiales más prestigiosas del motociclismo, correrá en el circuito Termas de Río Hondo sobre la pista construida con la tecnología asfáltica de YPF. A comienzos de julio se realizaron con éxito las pruebas oficiales del circuito. Los organizadores y pilotos destacaron el estado y el desempeño de la pista, la cual está a la altura de otros circuitos internacionales como el de Abu – Dhabi.

YPF ha utilizado esta misma tecnología en otros circuitos, como los nuevos circuitos de Salta y Potrero de los Funes, ambos sedes del automovilismo argentino.

# El servicio de YPF que permite alcanzar resultados superiores

Debido a los cuidados que requiere la utilización de asfaltos modificados, YPF pone a disposición de sus clientes su servicio de asistencia técnica y los laboratorios del Centro Técnico de Asfaltos, que cuenta con más de 600 m2 de instalaciones y tecnología de punta.

A través de asesores técnicos se brindan recomendaciones sobre el proyecto y materiales a utilizar, propuestas de nuevos materiales, ensayos sobre las mezclas y se cuenta con la posibilidad de realizar visitas técnicas a la obra con nuestro laboratorio móvil, para asistencia y verificación in situ. Este asesoramiento integral personalizado optimiza los aspectos técnicos y económicos además de asegurar el buen uso de nuestros productos.

#### **ESPECIFICACIONES**

Ensayos Asfalto Original	Unidad	Norma IRAM	ASFASOL Mín.	AM3 Máx.
Penetración [25 °C; 100 g; 5 s]	0,1 mm	6576	50	80
Punto de Ablandamiento (A y B)	°C	6841	65	
Punto de Ruptura fraass	°C	6831		-12
Recuperación Elástica p / Torsión (25 °C)	%	6830	70	
Punto de Inflamación v / a	°C	IAPA 6555	230	
Estabilidad al Almacenamiento		6840	Debe cumplir	
- diferencia Punto Reblandecimiento	°C	6841		5
- diferencia Penetración (25 °C)	0,1 mm	6576		10
Residuo luego de película delgada				
Variación de masa (85 min, 163 °C)	%	6839		1
Penetración [25 °C; 100 g; 5 s]	% p.o	6576	65	
Variación del Punto de Ablandamiento	°C	6841	-5	10

#### Nueva Planta de Asfaltos Modificados de YPF

YPF puso en marcha la nueva Planta de Asfaltos Modificados en Refinería La Plata. Las obras realizadas tuvieron por objetivo ampliar la capacidad de producción de la planta existente, optimizar procesos y realizar la automatización de la misma.

Con una inversión superior a \$ 12.000.000, es la planta más grande y moderna de Argentina, cuenta con la más avanzada tecnología y estándares de la industria, que nos permiten asegurar una alta calidad de los asfaltos modificados, como así también la preservación y el respeto por el medio ambiente en el proceso de fabricación.

Su capacidad de producción es de aproximadamente 2.500 toneladas por mes, lo que nos ubica como el principal proveedor en el país, en un mercado donde este producto está en pleno crecimiento.

La nueva Planta de Asfaltos Modificados está destinada a cubrir las necesidades de importantes proyectos de infraestructura de la Argentina, en emprendimientos viales de gran escala y alta exigencia como rutas, autopistas, autódromos y aeropuertos. ♦





¿Cuáles serán las modificaciones clave de los distintos modos de transporte? El petróleo y el camión seguirán vigentes, pero con un mayor compromiso medioambiental. Un mensaje para las autoridades. ¿Cuáles son las tendencias que condicionarán el transporte de cara a 2030?

#### Veamos:

- El petróleo, como fuente finita de energía, seguirá existiendo y siendo la más importante.
- La protección del medio ambiente condicionará el desarrollo de vehículos con mayor capacidad y menos contaminantes.
- Los costos y la competencia incentivarán diseños con mayor autonomía, menor consumo y más tecnología.

El futuro del transporte estará influido por los conceptos de menor polución, reducción de costos, ahorro de energía agotable, mayor capacidad, velocidad y seguridad, con alta tecnificación.

Sin embargo, para que estos avances sean viables, la infraestructura portuaria y vial deberá acompañar las exigencias de las nuevas tecnologías. En ese sentido, pensar seriamente en el diseño de escenarios y el planeamiento estratégico para combinar los requisitos del transporte, las necesidades de la población y el perfil de las urbes evitará que se cumpla el apotegma de Séneca: "Si no sabes a dónde vas, ningún viento te será favorable".

La combinación del reconocimiento de la finitud del petróleo y las necesidades de proteger el ambiente será el catalizador en la búsqueda permanente de otras fuentes de energía, como la nuclear, la solar, la eléctrica y el empleo del hidrógeno o el biodiesel. La necesaria reducción de costos, como condición de supervivencia en un mundo globalizado, será la fuerza inercial que nos conducirá

hacia vehículos con mayor capacidad, menor consumo, más tecnificados y con escasos operadores.

#### Sus principales características serán:

- Transporte personal. Es aquí donde el escenario nos muestra las mayores posibilidades para el empleo de fuentes de energía alternativas, con motores híbridos que combinen la tracción térmica con la eléctrica. Estos motores, si bien son más costosos, otorgan más autonomía, menor consumo y muy bajo nivel de contaminación. Los materiales para la construcción de automóviles, por su parte, buscarán ser en su totalidad reciclables.
- Pequeños y confortables helicópteros complementarán la movilidad en las grandes urbes, en particular para el traslado de funcionarios y ejecutivos que no puedan depender de los imponderables del tránsito, que serán cada vez mayores.
- Movilidad aérea. El futuro estará caracterizado por aeronaves con mayor capacidad de carga y pasajeros, mejor aprovechamiento de los espacios, menor consumo y mayor autonomía. Contarán con sistemas de comunicaciones y radares que incrementarán considerablemente los niveles de seguridad. Las trayectorias de vuelo serán lo más altas posibles para ahorrar combustible.
- Naves marítimas y fluviales. En este medio se avizora un desarrollo de magnitud debido a su reducido nivel de polución y su mayor capacidad de carga con bajos costos. Los buques presenta-

rán un considerable incremento del tonelaje de desplazamiento para mejorar su capacidad de carga y de transporte de pasajeros. En sus motores, habrá una tendencia al empleo de energía solar y nuclear para mejorar rendimientos y reducir consumos de petróleo. Mejores comunicaciones y sistemas de plotting satelital incrementarán los niveles de seguridad y precisión en la navegación.

- Movilidad terrestre. El empleo de camiones continuará sostenido dado que su capacidad puerta a puerta es única y distintiva. Motores más potentes, mayor capacidad de carga, reducción de consumos y ruidos, incremento de la seguridad y elevación del nivel de confort de los operarios serán sus características fundamentales.
- El transporte ferroviario tenderá a la electrificación, con centrales de dirección computarizadas que aumenten la velocidad y la seguridad, tanto en el modo superficie, como en el subterráneo y el aéreo. Estaciones de transferencia multimodales permitirán la utilización simultánea o sucesiva de los medios, facilitando el transbordo y reduciendo costos operativos.

Un mensaje para las autoridades, en palabras de Woody Allen: "Voy a ocuparme del futuro, porque ayer me di cuenta de que voy a pasar el resto de mi tiempo en él". ◆

Publicado con la autorización del autor, Carlos Daniel Esteban, para LA NACIÓN . El autor es profesor de Escenarios Estratégicos en UADE Business School.



#### Corredor Interoceánico en Guatemala, en construcción desde abril 2014

Se espera que la construcción del Corredor Interoceánico de Guatemala se ponga en marcha en abril de 2014, después de la finalización y aprobación de los estudios de factibilidad del proyecto. Requerirá una inversión de entre 10.000 y 12.000 millones de dólares para unir el Pacífico con el Caribe a través de la construcción de una autopista de 372 kilómetros, dos líneas ferroviarias (para carga y pasajeros) y cinco gasoductos. También se construirán dos puertos, uno en el Pacífico y otro en el Atlántico. Las obras de construcción llevarán al menos cinco años. El Corredor Interoceánico es un proyecto del sector privado con el apoyo del gobierno de Guatemala. El presidente ejecutivo del proyecto, Guillermo Catalán, ha dicho que en los próximos meses se comprarán 3.533 parcelas de tierra con el fin de dar paso al proyecto. Según Catalán, la construcción del Corredor posibilitará dinamizar la economía del país y generar más de 30.000 puestos de trabajo directo. También beneficiará directamente a 46 de los 333 municipios del país.





# ERF (European Union Road Federation) - PROYECTO HealCON de la UE para la auto-reparación del hormigón.

La ERF ha invitado a formar parte del Consejo del Usuario Final en HealCON, un proyecto de la UE.

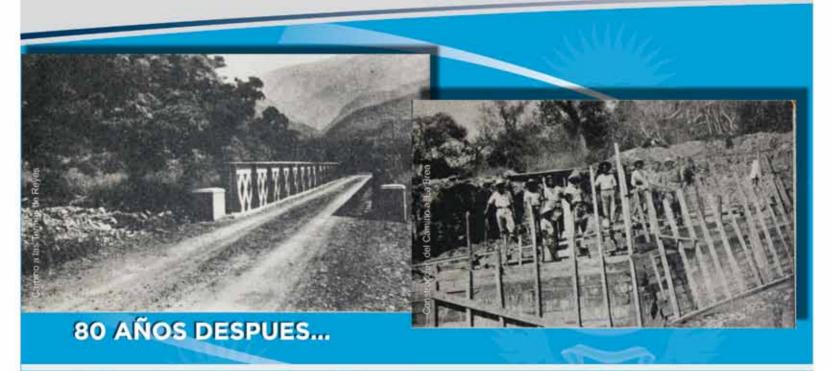
Diferentes estudios e iniciativas de investigación están adaptando las infraestructuras a las necesidades futuras de mejora de la sostenibilidad de las carreteras mediante la extensión de su vida útil a través de la optimización de los materiales. En la infraestructura vial se utiliza con frecuencia concreto para la construcción de puentes, túneles y otros elementos que deben ser conservados. Un problema común es la aparición de grietas que reducen la vida útil de la infraestructura. El hormigón tiende a agrietarse debido a condiciones climáticas extremas o a las fuerzas de tensión a las que es sometido. Estas rupturas traen consecuencias negativas no sólo para la infraestructura, sino -y sobre todo- para la seguridad del usuario.

El Proyecto HealCON trabajará en los próximos años para producir hormigón auto-reparable, capaz de remediarse a sí mismo de forma automática. El proyecto se inició en enero de 2013, coordinado por la Universidad de Gante-Bélgica, y reúne a los líderes en la materia de universidades, centros de investigación y el grupo de infraestructura global de Acciona. Esta iniciativa está cofinanciada por el 7º Programa Marco de la UE y tiene como objetivo el desarrollo de concreto de auto-curación para crear infraestructuras más duraderas y sostenibles.

El consorcio desarrollará algunos conceptos ya explorados por los socios para garantizar una aplicación práctica en las estructuras de hormigón. El resultado será un material innovador obtenido después de la combinación de diferentes agentes de curación y técnicas de encapsulación. Los materiales resultantes serán probados en laboratorios y en estructuras reales. Los diferentes socios seguirán esta técnica en procesos de monitoreo y optimización de los elementos con la asistencia de las últimas tecnologías. Además, un análisis de los costos del ciclo de vida mostrará el impacto de las tecnologías de autoreparación en la economía, la sociedad y el medio ambiente en comparación con los métodos tradicionales de construcción.

La ERF participará en el Consejo del Usuario Final de HealCON, representando a la industria de la infraestructura vial. El primer taller tuvo lugar en Bruselas el pasado mes de mayo. Durante la reunión, se discutieron diferentes aplicaciones del producto, que podría conllevar numerosas ventajas, tales como la optimización de las instalaciones de transporte, la prolongación de la vida de las infraestructuras, el ahorro de costos para las autoridades públicas, etc.; por lo que las carreteras serán más resistentes y, sobre todo, más seguras para los usuarios.









# **BREVES**Nacionales e Internacionale

### Medalla de Honor al Pte. de la International Road Federation



El Ing. H.E. Abdullah Al-Mogbel, Viceministro de Transporte del Reino de Arabia Saudita y Presidente de la IRF, fue distinguido con la prestigiosa Medalla de Honor Internacional por el Presidente de la Asociación Española de la Carretera en una ceremonia realizada en Madrid.

La Medalla de Honor Internacional rinde homenaje y otorga reconocimiento público a los individuos cuyas carreras han estado estrechamente relacionadas con el desarrollo de una infraestructura vial eficiente y segura en todo el mundo. Desde su creación, hace casi cincuenta años, la medalla ha sido entregada a eminentes actores políticos, académicos y de la industria. Cada medalla lleva la declaración: "Mejores caminos para un mundo mejor", lema de IRF desde 1948.

"Pocos son más merecedores de este premio que el Presidente de la IRF y Viceministro de Transporte del Reino de Arabia Saudita,", comentó Patrick Sankey, Presidente y Director Ejecutivo de la Federación Internacional de Carreteras. "Su excelencia", es un ingeniero de carreteras, que comenzó su carrera en 1978 en el entonces Ministerio saudita de Comunicaciones trabajando, más tarde, en algunos de los proyectos de infraestructura más grandes del país, como la carretera de circunvalación de Riyadh. En 1997, el Ing. Abdullah Al-Mogbel fue nombrado Viceministro de Transporte con un mandato para mejorar la eficiencia del sistema vial del país. En 2007, recibió el premio al Hombre del Año de la IRF, el mayor y más prestigioso galardón de la entidad, por su liderazgo en el desarrollo de la red carreteras nacionales del Reino de Arabia Saudita.

Elegido presidente de la Federación Internacional de Carreteras en 2011, Al-Mogbel ha llevado la iniciativa de promoción en todo el mundo de la IRF, para desarrollar redes de carreteras más seguras, mientras se continúa capacitando a la próxima generación de ingenieros de caminos a través de una contribución a la Fundación Internacional para la Educación Vial (IREF). La medalla entregada reconoce la visión excepcional del presidente Al-Mogbel y encarna los valores de los profesionales del sector de la carretera a lo largo de los 90 países donde la IRF tiene representación.

Fuente: www.irfnet.eu



En un intento por hacer frente al creciente problema de las colisiones causadas por los ciervos, los funcionarios de transporte en la isla japonesa de Hokkaido han tomado medidas drásticas. Además de pulverizar de orina de lobo cerca de las carreteras y ferrocarriles, también se emite el rugido de leones para tratar de mantener a los ciervos a distancia.

Un portavoz de la empresa Nexco Oriental, que recorre las carreteras de la isla, dijo: "A pesar de que hemos aumentado la altura de vallas de 1,5 metros a 2,5 metros, éstas a veces se rompen a causa de las fuertes nevadas, por lo que necesitamos esta medida provisional mientras se arreglan". A principios de este año, Hokkaido Railway Company instaló el equipo que emite el rugido de leones en un esfuerzo por mantener a los tímidos animales lejos de sus vías. Agregó que hubo 2.581 incidentes relacionados con los ciervos el año pasado, una cifra que se ha duplicado en menos de una década.

Fuente: www.ITSInternational.com

#### **Jacobo Díaz Pineda**, reelegido Presidente de la Federación Europea de Carreteras



Rik Nuyttens y Jean-Claude Roffé ostentan las dos vicepresidencias de la entidad. Jacobo Díaz Pineda, Director General de la Asociación Española de la Carretera (AEC) y Presidente del Instituto Vial

Ibero-Americano (IVIA), acaba de ser reelegido Presidente de la Federación Europea de Carreteras (European Union Road Federation - ERF), tras la renovación del Comité Ejecutivo de esta institución. Díaz Pineda prolonga así un mandato que inició al frente de la ERF en 2010.

La Federación Europea de Carreteras agrupa a los agentes del sector viario que operan en el ámbito europeo y su objetivo es promover el desarrollo de infraestructuras de carreteras seguras, de calidad y sostenibles en el viejo continente.

La votación, que tuvo lugar en Bruselas en el marco de la reunión plenaria de la Asamblea de la ERF, ha dado como resultado también la elección de Rik Nuyttens (3M) y Jean-Claude Roffé (Colas) como vicepresidentes de la entidad.





Desde 1943 estamos construyendo caminos.

Av. Vergara 1646 - 5411-4450-0989 equimac@equimacsa.com / www.equimacsa.com



Caminos del Río Uruguay

# CAMINOS DEL RÍO URUGUAY

S.A. DE CONSTRUCCIONES Y CONCESIONES VIALES

### 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)

#### Ing. Edgardo Alberto MASCIARELLI

El pasado 16 de julio nos dejó el Ing. Edgardo Alberto MASCIARELLI.

Ingeniero Civil por la Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, ostentaba también un MBA de la Universidad Diego Portales de Chile. Se desempeñó con igual pasión en el ámbito privado y en la docencia, como así también ejerciendo cargos públicos.

En el ámbito privado tuvo a su cargo la formación de varias empresas, entre ellas CO. AS. Consultores Asociados. Participó activamente en sociedades y cámaras del sector vial y del transporte. Entre otras, podemos mencionar su participación como vocal y miembro de comités del Instituto Panamericano de Carreteras, del Transportation Research Board, de la Asociación Internacional Permanente de los Congresos de la Ruta y de la Sociedad Argentina de Ingeniería de Tránsito. Además, fue miembro destacado de la Asociación Argentina de Carreteras. En el ámbito público se desempeño como Gerente de Transporte del Ente Regulador de los Servicios Públicos (ERSEP) de la Provincia de Córdoba y posteriormente como Subsecretario de Transporte el Gobierno de la misma provincia.



Ing. Edgardo Alberto MASCIARELLI.

Tuvo una actuación fructífera en el ámbito académico, con una trayectoria de más de 30 años en el dictado de cursos (de grado y posgrado), la gestión universitaria y la investigación. Fue profesor titular de la Universidad Nacional de Córdoba y de la Universidad Blas Pascal y se desempeñó como profesor visitante en la Universidad Nacional de San Juan.

En la gestión universitaria, ejerció la Dirección General del Instituto Superior de Ingeniería del Transporte-ISIT, Centro de Vinculación de la Universidad Nacional de Córdoba y actuó también como Vice Decano, Secretario Técnico y Secretario Académico de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (UNC).

Su impulso y entusiasmo facilitaron y posibilitaron la realización de nuestro XVI Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito, desarrollado en octubre pasado en la Ciudad de Córdoba.

Más allá de su destacada actuación profesional, nuestra Asociación recordará por siempre la calidad humana del Ingeniero Masciarelli, subrayando que será su afecto y amistad donde su ausencia se va a manifestar más elocuentemente.



# Trabajos Técnicos

01. ALTERNATIVAS DE MOVILIDAD SOSTENIBLE PARA REDUCIR EL CONGESTIONAMIENTO VIAL EN LAS GRANDES CIUDADES

Autor: Ricardo Eugenio Arredondo Ortíz Presentado en el XVI Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito

02. ANÁLISIS DE LA DEMANDA DE VIAJES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN METRO LIGERO ENTRE SANTA FE Y SANTO TOMÉ

Autores: Fernando Imaz, Juan Jaurena, Eva Casco Presentado en el XVI Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito

03. ESTUDIO DE LÍMITES DE VELOCIDAD EN CURVAS HORIZONTALES USANDO ACELERACIONES LATERALES

Autores: Tomás Echaveguren, Sergio Vargas-Tejeda, Carlos García Presentado en el XVI Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito

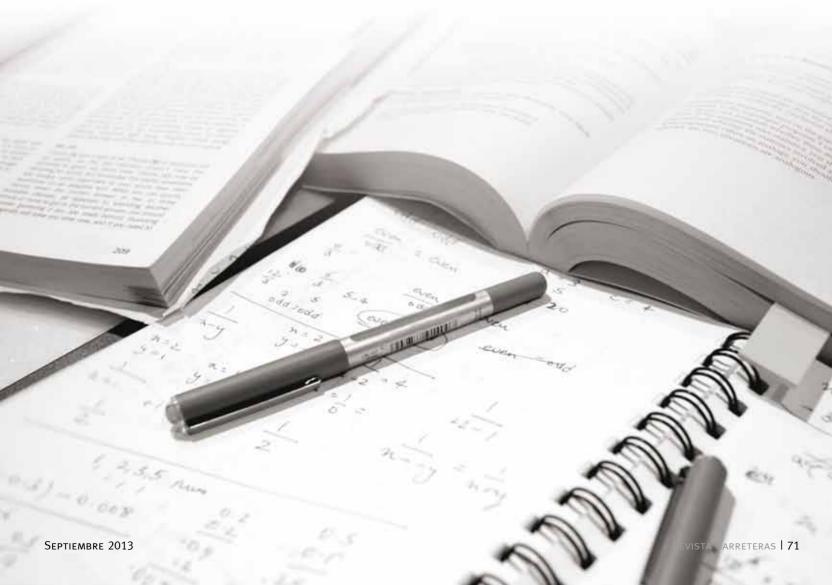
# Divulgación

01. DISEÑO DE CAPAS ASFÁLTICAS SEGÚN LA FUNCIÓN ESPECÍFICA

Autor: Pablo E. Bolzan

02. SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE ITS. CARTELES DE MENSAJES VARIABLES

Autor: Ing. Daniel G. Russomanno





# La Línea más completa de productos para SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

MATERIALES TERMOPLÁSTICOS (Aplicación en caliente)
PINTURA ACRÍLICA PARA REFLECTORIZAR (Aplicación en frío)
MATERIAL TERMOPLÁSTICO PREFORMADO PARA SEÑALIZACIÓN

















# **INFORMACIÓN Y ASESORAMIENTO**

CRISTACOL S.A. | Callao 1430 (B1768AGL) Ciudad Madero
Provincia de Buenos Aires | República Argentina
Te.: +54 11 4442-1423 / 1424 Fax: +54 11 4442-1158
Email: sales@cristacol.com.ar | www.cristacol.com.ar

### ALTERNATIVAS DE MOVILIDAD SOSTENIBLE PARA REDUCIR EL CONGESTIONAMIENTO VIAL EN LAS GRANDES CIUDADES

#### **AUTOR:**

Ricardo Eugenio Arredondo Ortíz - Instituto Mexicano del Transporte

#### Resumen

Hoy en día las tasas de crecimiento vehicular en las grandes ciudades superan con creces la capacidad vial de las mismas y los planificadores del transporte urbano están siendo rebasados en sus pronósticos para la administración del tráfico urbano. No hay red vial que satisfaga el insaciable apetito voraz del automóvil por el espacio urbano, por lo que es necesario echar mano de otras soluciones que ofrece el transporte moderno. En este artículo se ven algunas alternativas tecnológicas que pueden aliviar el congestionamiento vial en las grandes ciudades.

### 1) Introducción

Hoy en día las tasas de crecimiento vehicular en las grandes ciudades superan con creces la capacidad vial de las mismas y los planificadores del transporte urbano están siendo rebasados en sus pronósticos para la administración del tráfico urbano.

No hay red vial que satisfaga el insaciable apetito voraz del automóvil por el espacio urbano, por lo que es necesario echar mano de otras alternativas tecnológicas para cubrir la demanda de transporte en las ciudades modernas. Para ello, en este artículo se exploran los recursos modernos para aliviar el congestionamiento de las ciudades mexicanas, utilizando tecnologías de bajo costo, disponibles hoy en día en nuestro país y con un probado impacto económico positivo en otras ciudades del mundo.

En este trabajo se presentan las ventajas del transporte activo (caminata, ciclismo y sus variantes) como instrumento para reducir los costos externos del transporte, como son la contaminación del aire, del suelo, del agua, el ruido, los accidentes, así como los costos fijos y costos variables, derivados de las inversiones en infraestructura vial, calles, y estacionamientos. En el trabajo se explican los métodos para evaluar los beneficios de mejorar las condiciones para peatones y ciclistas en las ciudades, así como para incrementar los viajes no motorizados y la migración del transporte motorizado a los modos nomotorizados. También se presenta el impacto de una política pública orientada al uso del transporte público y sus beneficios en la salud de la población.

También se propone una guía para estimar los beneficios de una administración inteligente de la demanda del transporte, que incluye la reducción de viajes dentro de la ciudad utilizando políticas de peaje urbano, estrategias para la administración del uso del suelo y programas para apoyar los modos alternos. Dentro de estos, el trabajo incluye una lista de recur-

sos tecnológicos que pueden utilizarse para reducir el uso del automóvil, como transporte público articulado, autos compartidos, ciclismo y desplazamiento peatonal.

En la presentación se demostrará el impacto económico y social de las políticas de transporte orientadas al transporte público, en contraste con las orientadas al transporte privado, así como las consecuencias económicas y ecológicas de ambos criterios. Dadas las dificultades que se anticipan para la toma de decisiones que busquen reducir el tráfico urbano, el documento propone una serie de medidas que orienten a los tomadores de decisiones sobre como lograr que la equidad y justicia social prevalezcan en un mundo dominado por el automóvil y su imperio en las grandes ciudades modernas.

### 2) Planteamiento del problema y posibles soluciones:

La concentración de actividades y servicios en las ciudades modernas, presenta el reto de movilizar cientos de miles de personas al día, en espacios reducidos. Por tanto, el problema central consiste en transportar personas y mercancías en zonas saturadas, a un bajo costo y en el menor tiempo posible. Para ello se busca otorgar acceso igualitario a las oportunidades de servicio que ofrece la vida urbana, como educación, salud, recreación, servicios sociales y administrativos, permitiendo un adecuado soporte a la forma, tamaño y densidad urbana, deseados para una ciudad o región determinada, privilegiando para ello, las acciones que mejoren la calidad del aire y el ambiente urbano.

¿Qué se puede hacer?

Las principales soluciones al problema de transporte urbano se concentran en las cinco siguientes:

- Incrementar la capacidad vial
- Reducir la demanda
- Cambiar los paradigmas del transporte urbano
- Utilizar transporte activo
- Introducir nuevas tecnológicas

### 3) Primera alternativa: Incrementar la capacidad vial.

La solución clásica consiste en incrementar la capacidad vial para aliviar la congestión. Esto se logra expandiendo la longitud vial urbana, ya sea incrementando el número de carriles en calles y avenidas, o bien construyendo nuevas vialidades.

La ventaja de esta solución estriba en que la mayor capacidad permite asimilar temporalmente la demanda y reducir el congestionamiento en ciertas zonas. Sin embargo, esta medida absorbe cuantiosos recursos en capital y genera necesidades permanentes de mantenimiento y de subsidios, conduciendo además a una mayor expansión urbana y sacrificando normalmente áreas agrícolas o protegidas. Esta solución demanda largos tiempos de ejecución y es precisamente durante este tiempo de construcción que la demanda creciente comienza a saturar las nuevas vialidades. La expansión vial como medida para aliviar el congestionamiento es similar a la lucha contra la obesidad, utilizando como medida pantalones de talla más grande.

A manera de ejemplo, citaremos el descubrimiento reportado por los científicos Hyejin Youn y Hawoong Jeong, del Instituto Coreano de Ciencias y Tecnologías Avanzadas, y Michael Gastner, del Instituto de Santa Fé, en Nuevo México (Youn&Jeong, 2008), que a fines de 2008 presentaron los resultados de un análisis sobre los efectos causados por los conductores que toman distintas rutas en ciudades como Boston, Nueva York y Londres. En su investigación, los investigadores descubrieron que cuando los conductores intentan escoger de manera independiente la ruta más rápida, suelen causar demoras a los demás conductores e incluso incrementar las colas en toda la red Esto se explica si se considera, a manera de ejemplo, un destino que tiene dos opciones de ruta, en donde una pasa por un puente angosto, y otra usa una autopista amplia, pero con un recorrido más largo. En este caso hipotético, el tiempo combinado de viaje de todos los conductores se minimizaría si la mitad usara el puente y la otra mitad la autopista. Pero eso no es lo que ocurre, porque, al principio, algunos conductores escogerán el puente angosto para reducir su tiempo de viaje, pero a medida que el tráfico aumente, la autopista comenzará a parecer mejor, así que algunos regresarán.

Eventualmente, el flujo del tráfico en las dos rutas se asentará en lo que se conoce en teoría de juegos como "Equilibrio de Nash", en honor del matemático John Nash que lo decribió. Este es el punto en donde ningún conductor llegará más rápido con sólo cambiar la ruta.

Los investigadores coreanos exploraron como se puede alcanzar este equilibrio viajando entre dos puntos. Ellos analizaron 246 rutas distintas en la red urbana que pueden ser utilizadas para ese viaje y calcularon los flujos de tráfico para diferentes volúmenes hasta producir lo que se denomina "precio de la anarquía", que es la relación que existe entre el costo total del equilibrio de Nash con el costo total de un flujo óptimo de tráfico, dirigido por un controlador omnisciente del tráfico. Los investigadores encontraron en Boston que los altos niveles de tráfico enfrentan precios de anarquía 30% más grandes que si los conductores estuvieran coordinados en un flujo óptimo de tráfico. Lo mismo se presentó en Londres, con un precio de anarquía 24% más alta para viajes entre las estaciones del metro en Borough y Farrindon, así como en Nueva York, con un precio de anarquía de 28% adicional, entre el parque del

mercado de Washington y el túnel en el centro de Queens. Surge así la idea de que se pueden reducir las demoras si se modifica la red vial urbana. Contrario a la creencia popular, una forma simple de hacerlo sería cerrar ciertas vialidades. Esto se conoce como "La Paradoja de Braess", en honor al matemático germano Dietrich Braess, quien en 1968 encontró que cuando se agrega capacidad adicional a una red se puede reducir la eficiencia general de todo el sistema, pues los conductores suelen escoger su propia ruta sin preocuparse por los demás. Esto ocurre porque el equilibrio en tal sistema no es el óptimo. La paradoja consiste en que para reducir las demoras en una red, en lugar de ampliarla, se deberían cerrar ciertas calles o tramos carreteros (Braess, 1968).

Surge entonces el "Principio de Lewis-Mogridge" (Mogridge, 1990), que recoge la observación de que entre más carreteras se construyan, más tráfico surgirá para llenar la oferta. Las ganancias de velocidad de algunas nuevas carreteras puede desaparecer en cuestión de meses, si no es que en semanas. En algunas ocasiones, las carreteras nuevas pueden reducir los congestionamientos viales, pero en muchos casos la congestión sólo se cambia a la siguiente intersección. El principio de Mogridge establece que el tráfico se expande hasta cubrir el espacio carretero disponible, lo que se conoce en la literatura como demanda inducida y que fue denominada como la "Ley de Hierro de la Congestión", por Anthony Downs (Downs, 1962).

El mismo Downs, en conjunción con Thomson, identifican lo que más tarde se denominará la paradoja de Downs-Thomson, o paradoja de Pigou-Knight-Downs, que establece que la velocidad de equilibrio del tráfico vehicular en una red carretera está determinada por la velocidad puerta a puerta de los viajes equivalentes en transporte público, ya sea metro, tren ligero o autobuses de tránsito rápido (Downs, 1992).

La extensión de la paradoja le permite a Downs proponer la "Teoría de triple convergencia" (Downs, 1992), con la cual explica la dificultad de remover el congestionamiento vial en horas pico, aduciendo que al agregar capacidad adicional, se presentan tres efectos inmediatos.

- Los conductores que utilizaban vías alternas, comienzan a usar las carreteras expandidas;
- Aquéllos que viajan en horas no pico, ya sea inmediatamente antes o después del pico, se suman a las horas de mayor demanda y
- Los usuarios de transporte público cambian sus hábitos para ahora conducir sus propios autos.

La paradoja consiste en que al incrementar la capacidad carretera, se empeora el nivel general de congestionamiento.

Esto ocurre cuando la migración de pasajeros, del transporte público al privado, desincentiva las inversiones de los operadores o concesionarios, de tal forma que se reduce la frecuencia del servicio o se incrementan las tarifas para cubrir los costos.

Este cambio genera pasajeros o conductores adicionales en el transporte privado. En última instancia, el sistema de transporte público podría ser eliminado y el nivel de congestionamiento de la carretera expandida será peor que antes.

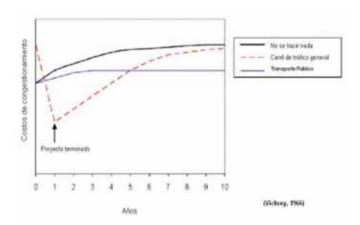
La conclusión, si es que la paradoja prevalece, es que expandir un sistema vial, buscado aliviar el congestionamiento, no sólo es inefectivo, sino contraproducente.

En el mejor de los casos, la expansión vial en zonas congestionadas puede aliviar la saturación durante el futuro inmediato pero, de acuerdo a los principios anteriormente expuestos, el efecto positivo se diluye casi de manera inmediata, como se muestra en la figura 1 siguiente. Por tanto, para que prevalezca una política de ampliación de la red vial urbana en la ciudades mexicanas, se necesita un proceso constante de crecimiento, con la desventaja de que el espacio urbano en las ciudades tiene características finitas y el uso de suelo no puede destinarse en su totalidad a satisfacer el apetito voraz por espacio que demandan los automovilistas.

Como se muestra en la figura 1, en el mejor de los casos una ampliación vial en la ciudad solo permite reducir los costos de congestionamiento durante los primeros cinco años (Vickrey, 1966), pero después del sexto año de servicio, los costos de congestionamiento para el tráfico general, alcanzan los niveles previos a la construcción del carril adicional. En contraste, una inversión en transporte público permite reducir los costos de congestionamiento, casi de manera instantánea y de manera constante se mantienen por debajo de los costos que causa incluso la vialidad ampliada, durante el horizonte de vida de la infraestructura.

Después de que se termina un carril en una vialidad saturada, el congestionamiento disminuye en los primeros años, pero crece rápidamente debido al tráfico generado.

Fig. 1. Efecto de la ampliación de carreteras en los costos externos del congestionamiento

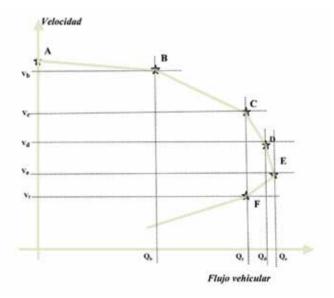


### 4) Segunda alternativa: Reducir la demanda de espacio

La segunda posibilidad para disminuir el congestionamiento vial en las grandes ciudades, consiste en reducir la demanda de espacio vial mediante la aplicación de principios económicos que combinen la reacción de la demanda ante variaciones en el precio de la oferta.

Para explicar mejor esto, partiremos de la interpretación de capacidad vial, vista por un ingeniero y para ello utilizaremos la figura 2, que compara velocidad con vehículos por unidad de tiempo, también conocido como flujo vehicular. En esa figura, al inaugurase una nueva vialidad y contar con un tráfico ligero, la vialidad está relativamente vacía y los automovilistas pueden escoger su propia velocidad de circulación, que incluso puede corresponder a la velocidad de diseño o máxima permitida. Sin embargo, al incrementarse el número de vehículos al valor Q, los vehículos comienzan a estorbarse mutuamente, por lo que tienden a reducir ligeramente su velocidad hasta el punto Vb para evitar accidentes. Esta situación está expresada en la gráfica por el punto B. Al continuar aumentando el número de vehículos por unidad de tiempo hasta el punto Q, la reducción de la velocidad comienza a ser significativa, al pasar de V<sub>b</sub> a V<sub>c</sub>

Fig. 2. Capacidad vial vista por la ingeniería: Diagrama del flujo vehicular contra velocidad



Cuando el incremento del tráfico aumenta hasta el punto C, la reducción de velocidad comienza a ser muy significativa y a partir de ese punto,se tiene un flujo inestable, por lo que la concentración de vehículos comienza a deteriorarse rápidamente. Los conductores son contreñidos por otros vehículos y tienen menos posibilidades de rebasar, por lo que ya no pueden capaces de escoger su velocidad de circulación y la velocidad promedio se colapsa.

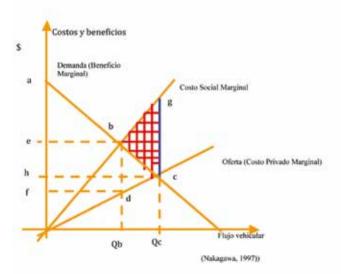
Septiembre 2013 Revista Carreteras I 75

Al incrementarse el nivel de tráfico, se forman pelotones de vehículos con bajas velocidades (punto E), que frena y avanzan constantemente. La ausencia de información perfecta hace que los automovilistas continuen entrando y saliendo de la vialidad más allá de este volumen, causando las caídas adicionales en la velocidad indicadas por el punto F y provocando que la relación velocidad-flujo se invierta por si misma, causando niveles forzados de flujo vehicular.

En este punto, la carretera presenta su máximo flujo y es cuando se alcanza la capacidad vial, expresada por el punto de vista de la ingeniería. Esta capacidad difiere de la capacidad vial desde el punto de la economía, que se define como "aquel flujo vehicular en el cual los costos de extender la capacidad son superados por los beneficios de hacerlo" (Button, 1993)

En contraste, si se analiza la capacidad vial desde el punto de vista de la economía, se puede utilizar la gráfica de ineficiencia en la presencia de externalidades, que se muestra en la figura 3 siguiente.

Fig.3. Capacidad vial vista por la economía: Ineficiencia en la presencia de externalidades

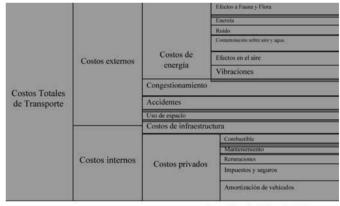


En esta gráfica se aprecia que la demanda o beneficio marginal se reduce a medida que aumenta el flujo vehicular, mientras que el costo privado marginal se incrementa a medida que crece el flujo vehicular. Estos costos privados son expresados principalmente por aquellos gastos en que incurre un automovilista al emprender un viaje adicional, como son los gastos en combustibles, refacciones, mantenimiento y amortización del vehículos, entre otros costos externos. La tabla 1 siguiente muestra un desglose de los costos totales del transporte. El punto de equilibrio privado se muestra en el punto C de la gráfica 3, que se alcanza con un flujo vehicular Qc.

Sin embargo, ese flujo Qc provoca una serie de costos marginales sociales, expresados por la contaminación, congestionamiento y accidentes, entre otros, que tiene que sufrir toda la socidedad en su conjunto y que no paga el automovilista. Este costo está expresado por la línea gc de la gráfica, que representa los costos externos que los conductores se imponen unos a otros y a toda la sociedad en su conjunto. Un método de transferir este costo fue ideado por el economista inglés Arthur Pigou en 1920, que consiste en establecer una cuota compensatoria, que reduzca el consumo vial de Qc a Qb, permitiendo con ello aliviar el congestionamiento en las grades ciudades.

Este cuota vial, al intentar reducir el consumo vial de Qc a Qb, para equilibrar los costos sociales con los beneficios privados, provoca una pérdida denominada "perdida de peso muerto", que representa una pérdida en la eficiencia que no se traduce en beneficios para nadie. En el caso del congestionamiento vial, la externalidad impone costos a los usuarios carreteros y estos costos son pérdidas en peso muerto, porque la inconveniencia del congestionamiento para un conductor no se traduce en reducción alguna en el inconveniente para los demás. Si el espacio vial fuera asignado al imponer costos al acceso vial, los costos que podrían ser sobrellevados por los conductores deberían ser ajustados por un incremento en los ingresos del Estado, para el beneficio de todos los demás. En este caso, la sociedad frecuentemente encuentra que vale la pena sobrellevar algunas pérdidas en el peso muerto, con tal de promover objetivos sociales.

Tabla 1. Costos totales de Transporte

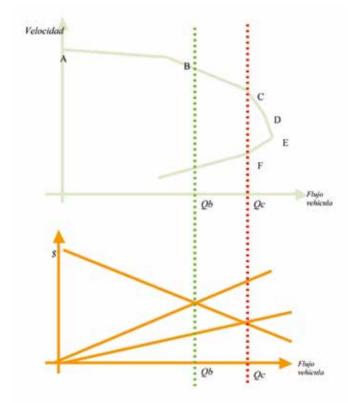


Fuente: Adaptado de Quinet, E. (1997).

Mientras los conductores solamente consideren su costo privado, ellos no tomarán en cuenta los costos adicionales que ellos le imponen a los demás, cuando deciden entrar a un sistema vial que no está vacío. En contraste, si los conductores enfrentan un cargo por los costos externos causados por ellos, entonces la demanda del tráfico reaccionaría al modificarse el patrón de horario de viaje, rutas alternas o modos de transporte, hasta llegarse a omitir incluso los viajes menos importantes. A medida que el volumen de tráfico decrezca, también lo hará el costo externo marginal y por consiguiente el cargo por internalización del costo externo también declinaría, por lo que una parte del tráfico desplazado regresaría a su

conducta anterior. El equilibrio resultante, expresado con el flujo vehicular Qb de la gráfica 4, se denomina demanda óptima de tráfico y el costo externo marginal se denomina cargo óptimo para el usuario. La combinación de estas interpretaciones de capacidad, se muestra en la figura 4.

Fig. 4. Combinación de capacidades viales vistas por la ingeniería y la economía



La filosofía del cargo a usuarios de las vialidades, que busca compensar a los afectados por el transporte privado mediante un cargo económico directo a los beneficiarios del mismo, ya esta siendo implementada por varias ciudades en todo el mundo, a través de un peaje urbano.

El peaje urbano es distinto, y en algunos casos complementario, a otras formas que tiene el Estado de gravar a los usuarios de vialidades, como pueden ser los impuestos a los combustibles, los cargos por estacionamiento en las calles o impuestos a los estacionamientos públicos, además del peaje cobrado en casetas, licencias de manejo y pago de tenencia vehicular.

Los principales objetivos del peaje vial en las ciudades, pueden ser de dos tipos: buscar la generación de recursos para el financiamiento de la infraestructura vial y reducir los costos externos a través de un peaje que disuada el uso de vehículos particulares en áreas saturadas, para. Esta administración de la demanda de transporte suele aliviar el congestionamiento vial y reducir la contaminación del aire.

Hasta la fecha, las principales aplicaciones del peaje urbano ha tenido mayor impacto en Europa, en donde se tiene una mayor fortaleza en la búsqueda del equilibrio social de los costos y beneficios, aunque existen varias iniciativas para desarrollarlas en otros continentes. La primera experiencia internacional exitosa se dio en la ciudad de Singapur, cuando en junio de 1975 se implementó un esquema de peaje urbano por el ingreso en automóvil a un área de seis kilómetros cuadrados, que comprende el centro histórico y comercial de la ciudad. Esta sección de la ciudad presentaba la mayor demanda de tráfico urbano y gracias al sistema de peaje urbano, la cantidad de tráfico que ingresaba a la zona acordonada se redujo un 76% en las horas de mayor demanda y generó un cambio modal del 9% de usuarios, que realizaron sus viajes urbanos en transporte público. Para 1983, el porcentaje de usuarios que habían migrado al transporte público había pasado de 33% a un 70%.

La siguiente experiencia internacional con el peaje urbano, se dio en 1986, en la ciudad de Bergen, en Noruega. En este caso, la meta principal consistía en generar mayores recursos para cubrir la expansión urbana de la infraestructura vial urbana. Como resultado de esta medida, el tráfico presentó pequeñas reducciones en el volumen vehicular de apenas seis y siete por ciento (FHWA, 2006). Si bien los cargos viales estaban diseñados para recaudar el equivalente a cinco millones de dólares. los resultados prácticos aportaron diez millones de dólares, que resultó ser una cifra significativamente superior a lo previsto. Por su parte, los costos de recaudación descendieron de un veinte por ciento inicial, en 1986, a un diez por ciento para 2005, debido al mejoramiento en los procesos recaudatorios. Después de estas iniciativas, aunque varias ciudades siguieron este mecanismo para la internalización de los costos externos utilizando peaje urbano, quizá ninguna haya causado tantas expectativas y controversias, como las que se generaron con la experiencia de Londres en 2003.

Desde febrero 2003, la capital inglesa ha estado realizando un cargo urbano por conducir automóviles privados en su área central durante los cinco principales días laborables de la semana, como una forma de reducir el congestionamiento urbano y recaudar ingresos que permitan financiar las mejoras al transporte público. Esta medida ha reducido significativamente el tráfico, mejorado el servicio de autobuses y taxis, además de generar substanciales ingresos fiscales. La aceptación del público ha crecido desde entonces y ahora se cuenta con el apoyo para expandir el programa a otras partes de Londres y otras ciudades inglesas. Este programa es el primero de su tipo que se aplica en una ciudad de gran magnitud, que decidió por mayoría de sus habitantes, su implementación práctica y su éxito sugiere que el peaje urbano es viable políticamente, por lo que puede aplicarse con éxito en otras ciudades que enfrenten niveles altos de congestionamiento.

En el caso de Londres, el cargo por conducir en el centro financiero de la ciudad, entre las 07:00 y las 18:30 horas, es de 5 libras esterlinas, que se incrementó a 8 libras a partir de julio de 2005. Las excepciones incluyen a motociclistas, taxis regulados, vehículos usados por personas con discapacidad, vehículos con combustibles alternos, autobuses y vehículos de emergencia. Los residentes del área reciben hasta un 90% de descuento. El área delimitada, que se muestra en la figura 5, está indicada por letreros e indicaciones sobre el camino.

Septiembre 2013 Revista Carreteras | 77

Fig. 5. Cobertura geográfica del programa londinense de peaje urbano.



Los costos anuales de este programa ascienden a cerca de 130 millones de libras esterlinas, mientras que los beneficios alcanzan los 180 millones, por lo que los beneficios netos son de 50 millones de libras anuales (Richards, 2006). El primer año, el tráfico se redujo hasta en un 18% y la velocidad urbana promedio se incrementó un 37%, al pasar de 13 km/hr a 17 km/hr. El período de congestión declinó cerca de 30%. La demanda de transporte público creció 14% para el autobús y en 1% para el metro londinense. (Litman, 2006).

A pesar del éxito del programa, el sistema de peaje no se considera óptimo principalmente por las siguientes razones (Litman, 2006):

- La tarifa no considera la distancia recorrida por el vehículo dentro de la zona.
- La tarifa es fija y no toma en cuenta las variaciones en el tráfico de acuerdo a la hora del día.
- La tarifa no varía con la localización, pues se consideraría más eficiente asignar tarifas más altas en tramos viales más congestionados.
- El sistema tiene altos costos de implementación.
- El sistema de transporte público, especialmente el metro londinense, esta saturado y tiene baja confiabilidad, aunque esta situación está cambiando debido a las mejoras desarrolladas con los ingresos del peaje urbano, que están siendo utilizadas para modernizar el sistema.

Uno de los ganadores del esquema vial de Londres, fue el transporte público (Fig. 6), que recibió importantes inversiones públicas para absorber el crecimiento de la nueva demanda.

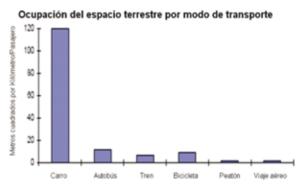
Fig. 6. Transporte público en Londres.



### 5) Tercera Alternativa: Cambiar los paradigmas del transporte urbano

Otra posibilidad para reducir el congestionamiento vial en las grandes ciudades, consiste en cambiar los paradigmas del transporte urbano, aplicando criterios de optimización del espacio, de acuerdo a la ocupación del espacio terrestre por modo de transporte, cuyas diferencias se muestran en la figura 7 siguiente.

Fig. 7. La competencia por el espacio

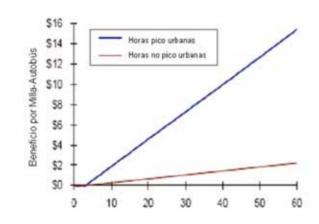


(Banister y Buton, 1993)

En una competencia por el espacio, el automóvil representa la forma menos eficiente de utilizar un bien escaso, pues ocupa 120 metros cuadrados por kilómetro-pasajero, mientras que el autobús utiliza apenas la décima parte de esos recursos territoriales urbanos. El tren, la bicicleta y el peatón representan soluciones de transporte urbano todavía más eficientes.

Si se considera el beneficio por milla-autobús, el número de automóviles desplazados por autobús tiene una proporción uno a uno para las horas pico de una ciudad, como se ilustra en la figura 8. Este beneficio es mucho menor para las horas no pico.

Fig. 8. Beneficios por automóviles desplazados



El problema del congestionamiento puede ilustrarse en la figura 9 siguiente, en la que se aprecia una fotografía en la que aparecen 1,265 vehículos, prin

cipalmente autos particulares, que transportan un solo viajero, el conductor.

Fig. 9. Vialidades congestionadas



Esto equivale a utilizar solamente 9 autobuses articulados, del tipo de ATRM (Autobuses de transporte rápido masivo), con una capacidad de 140 pasajeros y una longitud de 18 metros, del tipo que se muestra en la figura 10.

Fig. 10. Autobús articulado, del servicio ATRM



La demanda de transporte urbano también puede ser satisfecha si se utilizan 5 autobuses doblemente articulados, como el que se muestra en la figura 11, con una capacidad entre 200 y 270 pasajeros y una longitud de 25 metros. Estos autobuses utilizan entre 4 y 5 puertas de apertura simultánea y pueden utilizar una frecuencia promedio de paso de un servicio cada 55 segundos.

Fig. 11. Autobús doblemente articulado.



Otra solución se puede dar utilizando trenes suburbanos, como el que se ilustra en la figuras 12 y 13. Estos trenes tienen una capacidad de 507 pasajeros sentados y 2,019 si se consideran pasajeros de pie. Con esto, una demanda de transporte, como la ilustrada en la figura 9 anterior, puede ser cubierta con 5/8 partes de un tren suburbano. La longitud de un convoy de tres carros alcanza los 75 metros y pueden cubrir una demanda diaria de hasta 320,000 pasajeros.

Fig. 12. Tren suburbano

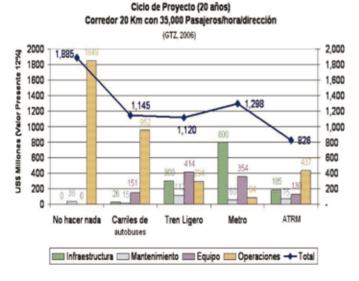


Fig. 13. Interior de un tren suburbano



Los beneficios de las distintas posibilidades de transporte urbano, no solo reducen los problemas de congestionamiento urbano, además de otros costos externos, sino también representan menores costos de infraestructura, mantenimiento, equipamiento y operaciones, como se ilustra en la figura 14.

Fig. 14. Comparación de costos entre las opciones de transporte rápidos masivos



No obstante los importantes beneficios de los sistemas de transporte público urbano alternos al automóvil, debe reconocerse que ninguno de ellos ofrece soluciones completas, por lo que los tomadores de decisiones deben definir claramente que características se buscan atender. En la tabla 2 siguiente se presenta un resumen de las principales características que se buscan resolver con un sistema de transporte público, así como las soluciones que ofrecen cada uno de ellos.

Tabla 2. Comparación tecnológisca entre opciones de transportes públicos masivos

CARACTERÍSTICA	CARRILES PRIORITARIOS / SOLOBUS	TREN LIGERO / TRANVIA	TREN PESADO / METRO	AUTOBUSES DE TRANSPORTE RÁPIDO MASIVO	
Espacio requerido	2-4 carriles/ vias existentes	2-3 carriles/vias existentes	Nueva via subterránea o elevada	2-4 carriles/ vias existentes	
Flexibilded	Alto	Limitada	Baja	Alta	
Impactos en tráfico	spactos en tráfico Variable		Reducción de congestión	Variable	
Integración con alimentadores	Fácil	Diffell	Dificil	Fácil	
Nivel de servicio (frecuencia y ocupación)	Regular	Bueno	Muy bueno	Bueno	
Seguridad	Regular	Buena	Muy buena	Buena	
Emisiones	Altas	Bajas	Bajas	AltasMedias	
Conflabilidad	Bajas	Baja (Apiñamiento)	Buena	Media	
Caminata para transbordos	Bajo	Medio	Alto	Medio	

Fuente: GTZ, 2006

### 6) Cuarta alternativa: Utilizar transporte activo

Una cuarta alternativa para enfrentar el problema del congestionamiento urbano, consiste en utilizar el transporte activo. Esta solución se define como aquella en la que se utiliza la energía del propio pasajero para proporcionar la fuerza motriz del vehículo de transporte. Esta condición la satisfacen el transporte por bicicleta y los viajes peatonales.

Una milla recorrida en bicicleta permite guemar 35 calorías, mientras que si se camina, se usan 100 calorías. En contraste, un auto consume 1,860 calorías, que no aprovechan al conductor y contribuye en cambio al calentamiento global. La posibilidad de consumo de calorías a través del transporte activo alienta el uso de este medio de transporte urbano como una forma de enfrentar los problemas de obesidad que sufre la sociedad mexicana en su conjunto y que la han colocado a nivel global como el segundo país con mayor proporción de personas con sobrepeso, apenas detrás de los Estados Unidos. En este sentido, es importante valorar los aspectos positivos de incorporar el transporte activo como medio de transporte urbano, como ocurre en algunos países europeos ilustrados en la figura 15. En la imagen se observa que en algunos países las personas llegan utilizan la bicicleta y los viajes peatonales hasta en un 45% del total de sus viajes urbanos. Estos sistemas permiten que grupos de edades avanzadas utilicen el transporte activo hasta edades avanzadas, lo que contrasta con sociedades como la estadounidense, en donde las personas mayores de 65 años apenas utilizan el transporte para el 6% de sus viajes urbanos, mientras que el Alemania, los adultos mayores de 75 años lo utilizan hasta en un 65% de sus viajes personales, como se ilustra en la figura 16.

Fig. 15. Distribución modal entre ciclistas y peatones, en países seleccionados

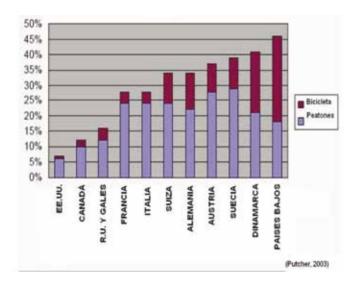
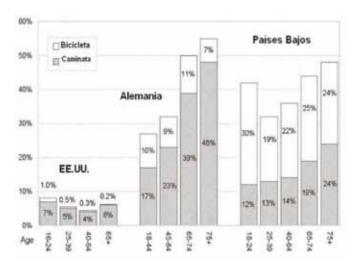
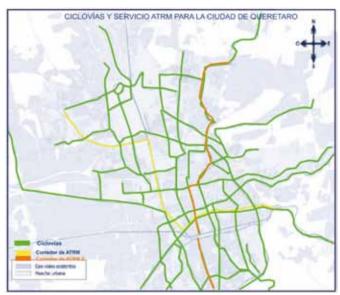


Fig. 16. Distribución de viajes urbanos por grupos de edad en EE.UU., Alemania y los Países Bajos.



La elección del transporte activo como medio de transporte urbano obliga a adaptar las instalaciones urbanas, para que tanto peatones como ciclistas puedan realizar sus recorridos de manera segura, así como reorientar el tráfico en barrios residenciales, de tal manera que los autos no representen una amenaza para la seguridad de la comunidad. Con esto en mente, se presenta una propuesta para adaptar las vialidades de una ciudad como Querétaro, que permita rescatar la ciudad para el disfrute de sus habitantes, como se muestra en el mapa de la figura 17, que se orienta a las personas y no a los automóviles.

Fig. 17 Mapa de ciclovías y rutas de autobuses articulados, propuestas para la ciudad de Querétaro



Fuente: Elaboración propia

### 7) 5ª Alternativa: Utilizar nuevas tecnologías

Dentro de las posibilidades para el transporte urbano, deben considerarse alternativas ecológicamente sostenibles que pueda utilizar el sector de la sociedad que por alguna razón no pueda optar por alguna de las cuatro alternativas hasta ahora listadas. Este segmento puede incluir a personas con capacidades diferentes o a ciudadanos que por razones de conveniencia laboral o educativa tenga que utilizar un transporte privado. En este caso, se puede recurrir al uso de autos con céldas de combustible, autos eléctricos, autos híbridos, autos con bio-combustibles, solares, eólicos, mecanismos de relojería, además de introducir sistemas de información en tiempo real, que les permita conocer la situación del tráfico antes de iniciar un viaje-

En cualquier circunstancia, deberá buscarse internalizar los costos externos a través de cargos directos a los usuarios de vehículos particulares, que sancionen el índice de emisiones contaminantes de sus motores, así como el grado de congestionamiento que los vehículos ocasiones en la red urbana.

### 8) Conclusiones

Es evidente la imposibilidad de resolver racionalmente los problemas de congestionamiento utilizando la expansión vial como única salida. Es necesario internalizar los costos externos del transporte a través de cargos directos a los usarios del transporte privado. En una sociedad justa y equitativa, todos los individuos deben colaborar en la medida de su beneficio individual.

En zonas saturadas, es necesaria una política de estado que privilegie el transporte público masivo, sobre el transporte privado. Fomentar el transporte activo, no sólo como alternativa de alivio vial, sino como una urgente medida de salud pública, ante los graves problemas de obesidad y sobrepeso que sufre la población mexicana y que amenazan su viabilidad como sociedad.

Es necesario entender que el transporte privado cumple un papel importante, al satisfacer las necesidades de movildad de varios sectores de la sociedad, como las personas con capacidades diferentes o los individuos que por diversas razones no pueden aprovechar las alternativas de transporte en zonas saturadas. Por tal motivo, es importante fomentar la innovación y desarrollo tecnológico de vehículos energéticamente eficientes y ecológicamente sostenibles.

Fig. 17. El transporte activo es un sueño que todos necesitamos que se haga realidad



Quizá lo tendríamos que revisar sería el concepto moderno del éxito.

El sugestivo modelo neoliberal de un hombre exitoso, sometido a las presiones del tráfico

...o un modelo más simple y ecológicamente sostenible de un hombre aparentemente sin éxito.





### 9) Referencias

Braess, D. 1968. Über ein Paradoxon aus der Verkehrsplanung. (Sobre una paradoja de planificación del tráfico) 12, 258–268. (http://homepage.ruhr-uni-bochum.de/Dietrich.Braess/paradox.pdf)

Button, K. (1993). Transport Economies. Cheltenham, G.B. Edward Elgar.

Downs, Anthony. 1962. The law of peak-hour. Expressway congestion. Traffic Quarterly 16(3):393–409.

Downs, Anthony, Stuck in Traffic: Coping with Peak-Hour Traffic Congestion, The Brookings Institution: Washington, DC. 1992. (www. brookings.edu).

GTZ (2006) Curso de transporte con autobuses d tipo BRT. México Hyejin Youn, Michael T. Gastner & Hawoong Jeong (2008), The Price of Anarchy in Transportation Networks: Efficiency and Optimality

Lewis-Mogridge Position (1990). http://en.wikipedia.org/wiki/Lewis-Mogridge\_Position

Control. Physical Review Letters.(http://arxiv.org/abs/0712.1598)

Litman, Todd (2006). London Congestion Pricing. Victoria Transport Institute Policy. www.vtpi.org/london.pdf

Litman, Todd (2009). Generated Traffic and Induced Travel. Implications for Transport Planning. Victoria Transport Institute Policy. (http://www.vtpi.org/gentraf.pdf).

Mogridge, Martin J.H. Travel in towns: jam yesterday, jam today and jam tomorrow? Macmillan Press, London, 1990. (http://en.wikipedia.org/wiki/Lewis-Mogridge Position).

Nash, John F. (1959). Equilibrium Points in a n-Person Games. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. Vol. 36. Nº1, pp.48-49. www.econ.brown.edu/Students/Debipriya.../Nash\_Eqlbm.pdf

Richards, M. (2006). Congestion Charging in London. The policy and the politics. London: Palgrave Macmillan.

Sharp, Ilsa (2005) The Journey: Singapore's Land Transport Story. Singapore.

Wikipedia. Singapore Area Licensing Scheme. http://en.wikipedia.org/wiki/Singapore\_Area\_Licensing\_Scheme

Federal Highway Administration (2006) International Urban Road Pricing. Virginia: Department of Transporte.





Federación Panamenicana de Ingenieros Consultores

#### Para asociarse visite: www.cadeci.org.ar

Sede: Cerrito 1250, 1º Piso (C1010AAZ) Cludad Autónoma de Buenos Aires, Argentina Tel./Fax: (54-11) 4811-4133/0570/3630/4861 int.:2106 E-mail: cadeci@cadectors.ar

#### Firmas Asociadas

Abs Servicios de Ingenieria AC&A S.A. Atec S.A. Barimont S.A. Consultora Co. As. Consultores Asociados S.R.L. COINTEC Consultora en Ingenieria y Técnica Industrial Consular Consultores Argentinos Asociados S.A. Consulbaires S.A. Ingenieros Consultores Consultores Argentinos Asociados S.A. Cadia Consultoria Oscar G. Grimaux y Asociados S.A.T. Cornero Venezia Consultores de Ingenieria S.A. Del Bianco y Asoc.S.A. Electrosistemas S.A.S. Estudio Guitelman S.A. Estudios y Proyectos S.R.L. Evaluación de Recursos - Evarsa S.A. Excel Consult S.A. Franklin Consultora S.A. Gago Tonin S.A. GCIS - Grupo Consultor Integral del Sur Hidroestructuras S.A. IATASA incociv S.R.L. Inconas S.A. ing. Tosticarelli & Asoc. S.A. INGE Consultores S.A. Ingenieria en Relevamientos Viales 5.A. Jaime Lande y Asociados S.A. JVP Consultares S.A. Latinoconsult S.A. PROINSA - Proyectos de Ingenieria S.A. Proyectos y Estudios Especiales S.A. Ruiz y Asociados Consultora S.R.L. SARSY S.A. Consultores Serman & Asociados S.A. Consultora Tecnolatina 5.A.

Ungaro, Alé Ortiz Ingenieros Asociados S.A.



### ANÁLISIS DE LA DEMANDA DE VIAJES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN METRO LIGERO ENTRE SANTA FE Y SANTO TOMÉ

#### **AUTORES:**

Fernando Imaz, Juan Jaurena, Eva Casco

#### Resumen

El presente estudio tiene como propósito analizar la problemática actual del sistema de transporte entre las ciudades de Santa Fe y Santo Tomé, que debido a su interrelación en actividades de carácter social, comercial y administrativo han llevado a saturar la principal infraestructura vial que las comunica. Existe además, un puente ferroviario paralelo al anterior que en la actualidad se encuentra subutilizado, pudiendo ser soporte para un nuevo modo al sistema de transporte de pasajeros: el tren liviano de superficie.

A partir de la siguiente hipótesis y con la ayuda de modelos matemáticos se evalúa dicha alternativa, para predecir la demanda de viajes que permita justificar la implementación de dicho modo.

Tal como define Clara Zamorano en su Manual para la planificación, financiación e implantación de sistemas de transporte urbano, existen criterios indispensables para el análisis de alternativas y su posterior evaluación. Entre las más relevantes figuran los siguientes: la funcionabilidad de la solución, la reducción del tiempo total de viajes, la accesibilidad que se proporciona al área objeto de estudio, la integración urbana y ambiental y el costo de la alternativa. Estos criterios se tienen en cuenta en el modelado de la demanda.

Para cargar el modelo se tomaron datos del censo volumétrico y de la encuesta Origen – Destino, del Estudio de una interconexión vial entre las ciudades de Santa Fe y Santo Tomé, elaborado por la UTN, para el CFI en 2007.

Considerando los resultados obtenidos, se comprueba la factibilidad de implementación del Metro de superficie entre las Ciudades y se propone analizar la posibilidad de propagación de la nueva modalidad de transporte a la región.

#### Introducción

El presente trabajo forma parte del proyecto de investigación: Análisis de la implementación de una línea férrea mediante la utilización de herramientas matemáticas, homologado por Evaluadores Externos de la UTN dentro del Programa de Incentivos. (Código Asignado 25/O122).

La implementación del transporte público urbano es un hecho relativamente reciente en el desarrollo de las ciudades del mundo. El transporte colectivo es un fenómeno que se inició a finales del siglo XIX con la eclosión del ferrocarril y se desarrolló plenamente en el siglo XX, coincidiendo con la enorme expansión de las áreas urbanas de todo el mundo.

En este sentido, la promoción, extensión y mejora de la calidad del transporte público urbano, aparece como uno de los objetivos principales de actuación de las sociedades urbanas occidentales y, por supuesto, también de nuestro país.

Las ciudades de los países en desarrollo están creciendo rápidamente, pero este crecimiento las está tornando cada vez más congestionadas. Al mismo tiempo, el transporte público está declinando en muchas ciudades en detrimento de la economía urbana, su medio ambiente, y el bienestar de sus habitantes.

Tal como explica Juan de Dios Ortúzar en su libro Modelos de Demanda de transporte 2º Edición, "La sociedad parece haber tomado conciencia que los problemas de transporte en general, no solo se han hecho más comunes sino que han tomado mayor severidad que nunca, tanto en países industrializados como en países en desarrollo".

La justificación de la implementación de un nuevo subsistema de transporte merece un análisis minucioso e importante, ya que presupone una inversión inicial sustancial, al igual que diversas evaluaciones técnicas, económicas, sociales y ambientales.

Para ello, se debe partir del análisis detallado de la situación actual: el sistema de transporte existente, el marco territorial y urbanístico donde debe insertarse el nuevo transporte urbano, el estado de la infraestructura y otros factores concomitantes, que permitan perfilar el mejor sistema posible.

El conglomerado urbano Santa Fe — Santo Tomé tiene una población cercana a los 500.000 habitantes, existiendo una fuerte vinculación laboral, comercial y social entre ambas ciudades. Una de las particularidades es que las mismas, se encuentran separadas por el Río Salado y vinculadas entre sí por dos uniones viales: el Puente sobre la Autopista Brigadier López, caracterizado por la circulación de transporte pesado e interjurisdiccional y el Puente Carretero, que absorbe el tránsito local y pendular, con un flujo diario cercano a los 34.000 vehículos en ambos sentidos.

En este sentido, el Puente Carretero se encuentra en situación de colapso de su capacidad de tránsito, generando perjuicios para los usuarios que lo transitan, debido a las pérdidas de tiempo que ocasiona, fundamentalmente en horarios pico. El vínculo entre ambas ciudades por medio del Transporte Público de Pasajeros (TPP), se realiza exclusivamente por colectivo, por lo tanto, junto con alternativas que involucren mejoras en el servicio actual, se plantea la posibilidad de analizar la implementación de un nuevo modo de transporte, utilizando para ello la infraestructura ferroviaria existente (que vincula ambas ciudades) que en la actualidad se encuentra en desuso.

### El Metro Ligero

Este modo de transporte se asemeja al moderno tranvía (de concepción actual, con elevadas prestaciones de comodidad y servicio y respetuosos con el medio ambiente), que cuenta con plataforma segregada en ciertos tramos para evitar los problemas operacionales ligados al tráfico.

Estos sistemas, son especialmente apropiados para lugares donde los niveles de demanda no hacen viable económicamente modos convencionales con infraestructura totalmente independiente (metro tradicional), como el caso del corredor Santa Fe – Santo Tomé.

El Metro Ligero es considerado como modo de transporte principal en ciudades de tipo medio, como alimentador/distribuidor de otros sistemas de transporte de mayor capacidad o como una línea simple para conectar una ciudad principal con una ciudad periférica de su área metropolitana (caso Santa Fe – Santo Tomé). En todos los casos, existe la posibilidad de su desarrollo con características diferenciadas por tramos, en función de las condiciones urbanas o de las características de la demanda, así como la posibilidad de un crecimiento modular a medida que la demanda y otros condicionantes lo justifiquen.

La capacidad, el costo y la calidad de servicio potencial del metro ligero se sitúan entre los del autobús y los del metro convencional, con un amplio rango de valores posibles.

### Demanda de viajes:

Uno de los aspectos fundamentales de la Planificación del Transporte, radica en poder predecir la demanda de viajes, a fin de validar el funcionamiento, dimensionar y verificar la sustentabilidad técnica y económica de un nuevo sistema de transporte proyectado.

El proceso de modelización de la demanda consiste en una representación simplificada de la realidad a través de un cierto número acotado de variables. Las variables son cuantificables, lo cual permite a través de una serie de cálculos obtener la relación existente entre la oferta (en este caso el Metro Ligero) y la demanda (los usuarios).

La potencialidad que ofrece la modelización matemática del transporte se manifiesta en que, luego de realizar la calibración de los parámetros por los que se verán afectadas las variables, es posible evaluar la reacción del sistema ante modificaciones en la oferta, la demanda o en ambas simultáneamente. Es decir que, una vez obtenido el modelo matemático que represente la realidad actual de la manera más exacta posible, se puede aplicar el mismo para ver qué sucede con el sistema proyectado, y así, efectuar diversas comparaciones con el fin de evaluar múltiples aspectos.

Otra de las ventajas de contar con un modelo de transporte es que permite evaluar los escenarios proyectados con la suficiente anticipación para realizar las modificaciones convenientes en etapas tempranas del proyecto, donde los costos de las mismas son ínfimos. De esta forma, el modelado se convierte

en una herramienta muy poderosa para la toma de decisiones y la evaluación del proyecto.

### Construcción del Modelo de Demanda

El modelo se elabora a partir de los datos obtenidos en la encuesta Origen-Destino desarrollada en ocasión del Estudio de una interconexión vial entre las ciudades de Santa Fe y Santo Tomé, elaborado por la UTN, para el CFI en 2007. Esta representa el patrón de desplazamientos de las personas, es decir los viajes que las mismas realizan por diversos motivos y en los distintos modos, entre Santa Fe y Santo Tomé y viceversa. Los resultados de la encuesta se expresan cuantitativamente a través de un grupo de matrices Origen-Destino, una para cada modo de transporte, que contienen la totalidad de viajes realizados desde cada subzona origen a cada subzona destino.

La desagregación del área de estudio en zonas homogéneas consideró las diversas alternativas de unión entre las dos ciudades y su entorno, además de los usos del suelo (comerciales, residenciales, complejos habitacionales, centros de atracción), densidad de población y viviendas, corredores interurbanos, etc.

En la Figura № 1 se presenta el plano con la zonificación utilizada.

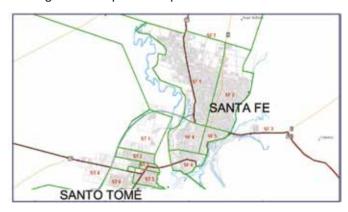


Figura Nº 1 – Zonificación utilizada para Estudio de Demanda

Las zonas son las siguientes:

SF1: Noroeste de Santa Fe

SF2: Noreste de Santa Fe

SF3: Acceso Este a Santa Fe por Rutas Prov.1 y Nac.168

SF4: Centro Oeste de Santa Fe

SF5: Centro Este de Santa Fe

SF6: Sur de Santa Fe

SF7: Acceso Norte a Santa Fe por Rutas Nac. 11 y Prov. 70

SF8: Santa Fe Global (para interurbanos y largo recorrido)

ST1: Norte de Santo Tomé y Zona de Barrios Privados

ST2: Noroeste de Santo Tomé

ST3: Centro Este de Santo Tomé

ST4: Oeste de Santo Tomé, y acceso por Ruta 19

ST5: Sureste de Santo Tomé

ST6: Suroeste de Santo Tomé

ST7: Sur de Santo Tomé y acceso por Ruta Nac.11 y Autopista A01

ST8: Santo Tomé Global (para interurbanos y largo recorrido)

### Matriz Origen – Destino

Esta matriz representa la distribución de los viajes que realiza la población, dentro de las zonas correspondientes al ámbito de estudio.

Teniendo en cuenta el universo de encuestas realizadas, que rondó las 1800, se construyó una matriz cuadrada de 16 filas por 16 columnas, una por cada modo de transporte y una con el total de viajes.

En la Tabla  $N^{o}$  1 se observa la matriz OD con el total de viajes relevados.

Tabla № 1 – Matriz de Origen y Destinos

	SF1	SF2	SF3	SF4	SF5	SF6	SF7	SF8	ST1	ST2	ST3	ST4	STS	ST6	ST7	ST8	Sum
SF1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	10	38	15	11	- 5	14	1	96
SF2	-	-	-	-		-		-	-	8	23	16	9	- 1	20		77
SF3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	14	11	3	2	22	-	55
SF4										- 5	17	10	- 8	3	- 6		49
SF5	-	-	-	-		-		-	1	27	117	-41	34	15	63	2	302
SF6				-					3	20	48	15	20	7	18		131
SF7			-	-						1	- 6	3	2	- 1	15		28
SF8				-					-		-	3	-		75	3	81
ST1				1	- 4	1											- 6
ST2	7	1	- 5	9	30	7	1	1	-	-	-	-	-		-		62
ST3	23	48	12	23	169	50	- 5										331
ST4	8	12	14	- 5	35	- 11	- 6	3	-	-	-	-	-	-	-	-	95
ST5	8	13	- 5	13	70	17	5	1	-		-	-	-				133
ST6	- 4	- 3	2	1	14	- 5						-	-		-		30
ST7	20	20	20	13	81	20	30	86	-	-	-	-	-		-	-	299
ST8			-		1			14				-	-	-	-		15
Sum	71	97	89	65	402	111	47	96	- 6	78	267	117	87	3.6	233	12	1789

Fuente: Consejo Federal de Inversiones (2007), Estudio interconexión vial entre las ciudades de Santa Fe y Santo Tomé, Santa Fe - UTN, Fac. Reg. Santa Fe – Argentina

### Expansión de la Matriz Origen – Destino

Debido a que las encuestas representan un porcentaje de los viajes realizados en el día se procedió a la expansión de la muestra. Para ello se aplicaron a los flujos censados un factor de expansión sobre la base de la siguiente expresión:

 $F_i = TMDA_i / NE_i$ 

Siendo:

F<sub>i</sub>: factor de expansión

TMDA: Tránsito Medio Diario Anual en la estación de censo i. Ne: Número de Encuestas en la estación de censo i.

La expansión tiene por resultado transformar los flujos a unidades de vehículos por día, promedio anual (TMDA).

Los valores de TMDA que se utilizaron para la determinación de los factores de expansión se obtuvieron del censo volumétrico para el Puente Carretero (33.701) y del informe del de la Concesionaria de la Autopista A01 AUFE para los puestos de peaje de los kilómetros 141 (4.417), 143 (2.043) y 146 (2.825). Así, para las encuestas realizadas en el acceso al Puente Carretero el Factor de Expansión será:

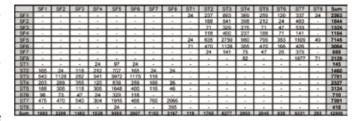
Para las encuestas realizadas en los puestos de Peaje de la Autopista se obtienen los siguientes factores de expansión:

$$F_{km \, 141} = 4417 / 151 = 29,25$$
  
 $F_{km \, 143} = 2043 / 95 = 21,51$ 

 $F_{km \, 146} = 2825 / 109 = 25,92$ 

A partir de estos valores se realiza la expansión de los viajes de cada una de las matrices, y luego se adicionan para obtener la matriz OD final de la Tabla Nº 2.

Tabla Nº 2 – Matriz de Origen y Destino expandida



Fuente: Consejo Federal de Inversiones (2007), Estudio interconexión vial entre las ciudades de Santa Fe y Santo Tomé, Santa Fe - UTN, Fac. Reg. Santa Fe – Argentina

#### Líneas de deseo

A partir de la matriz Origen-Destino es posible obtener las líneas de deseo que indican la movilidad actual de la población. En otras palabras, es una representación gráfica de la matriz en el plano. El grosor de la línea es proporcional a la cantidad de viajes entre zonas.

En la Figura № 2 se ilustran las vinculaciones entre zonas. Cabe aclarar que se incluyen solo las diez principales (mayor volumen) para facilitar una clara visualización.

El vínculo más fuerte está dado entre las zonas SF5 y ST3, las cuales corresponden, a los cascos céntricos de las ciudades de Santa Fe y Santo Tomé respectivamente.

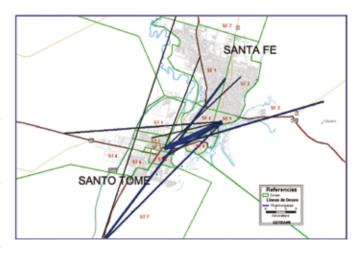


Figura № 2 – Líneas de deseo entre zonas de transporte Fuente: Consejo Federal de Inversiones (2007), Estudio interconexión vial entre las ciudades de Santa Fe y Santo Tomé, Santa Fe - UTN, Fac. Reg. Santa Fe – Argentinaç

### Caso de Estudio: Demanda de viajes Santo Tomé – Santa Fe

A los efectos de simplificar el análisis se estudiarán solamente los viajes entre Santo Tomé y Santa Fe, discriminando además el transporte por los distintos modos: colectivo, moto y vehículo particular.

Para ello se utilizó la composición vehicular determinada a partir del censo volumétrico en el Puente Carretero. Dicha composición se observa en la tabla № 3.

Tabla № 3 – Composición vehicular en Puente Carretero

		Composición Vehicular										
	Livianos Colectivos Camiones Camiones Articulados (&) Moto											
Puente Carretero	83 %	4 %	2 %	0 %	11 %							

Fuente: Consejo Federal de Inversiones (2007), Estudio interconexión vial entre las ciudades de Santa Fe y Santo Tomé, Santa Fe - UTN, Fac. Reg. Santa Fe - Argentina

(&) Existe una Disposición de la Municipalidad de Santo Tomé que impide la circulación de camiones articulados por el éjido urbano, obligando a los mismos a cruzar por el Puente sobre la Autopista Rosario – Santa Fe.

### Consideraciones para diseñar el modelo

El crecimiento del parque automotor, la creciente necesidad de desplazamiento masivo y las nuevas conformaciones del área metropolitana de Santa Fe, generan importantes inconvenientes en usuarios y en la sociedad en su conjunto al momento de trasladarse de un lugar a otro, como son la congestión del tránsito, la emisión de gases efecto invernadero, etc.. El sistema de transporte entre las ciudades de Santa Fe y Santo Tomé, debido a su interrelación en actividades de carácter social, comercial y administrativo presenta una saturación en la principal infraestructura vial que las comunica, con una fuerte dependencia del uso del vehículo particular. Clara Zamorano en su Manual para la planificación, financiación e implantación de sistemas de transporte urbano, define que existen criterios indispensables para el análisis de alternativas y su posterior evaluación. Entre las más relevantes figuran los siguientes: la funcionabilidad de la solución, la reducción del tiempo total de viajes, la accesibilidad que se proporciona al área objeto de estudio, la integración urbana y ambiental y el costo de la alternativa. Estos criterios se tienen en cuenta en el modelado de la demanda.

El esquema clásico de modelización del transporte considera en una de sus etapas el modelo de generación-atracción para evaluar los viajes producidos y atraídos por cada zona de transporte en distintos escenarios.

Considerando estos aspectos es que se utilizó la matriz de viajes entre las ciudades de Santa Fe y Santo Tomé, presentada en la Tabla 2, y la distribución modal en el Puente Carretero (Tabla 3) para deducir las matrices de pasajeros por modalidad, según el factor de ocupación estimado para cada una de las mismas. El elemento aij de cada matriz representa los pasajeros diarios entre la zona origen j y destino i. Las matrices se agruparon en transporte privado (Tablas 4 y 5) y transporte público (Tabla 6).

Tabla 4 – Pasajeros diarios entre Santo Tomé y Santa Fe por transporte privado: moto

	MOTO Sentido Santo Tomé a Santa Fé											
	ST1   ST2   ST3   ST4   ST5   ST6   ST7											
SF1	0	21	66	6	21	9	42					
SF2	0	3	143	24	39	6	60					
SF3	0	15	33	12	15	6	6					
SF4	3	27	69	12	39	3	36					
SF5	9	86	498	77	206	42	221					
SF6	3	21	149	33	51	15	54					
SF7	0	3	15	3	12	0	9					

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5 – Pasajeros diarios entre Santo Tomé y Santa Fe por transporte privado: auto

	AUTO Sentido Santo Tomé a Santa Fé										
	ST1 ST2 ST3 ST4 ST5 ST6 ST7										
SF1	0	239	752	68	239	102	478				
SF2	0	34	1640	273	444	68	683				
SF3	0	171	376	137	171	68	68				
SF4	34	307	786	137	444	34	410				
SF5	102	991	5705	888	2357	478	2528				
SF6	34	239	1708	376	581	171	615				
SF7	0	34	171	34	137	0	102				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6 – Pasajeros diarios entre Santo Tomé y Santa Fe por transporte público

	COLECTIVO										
Sentido Santo Tomé a Santa Fé											
	ST1 ST2 ST3 ST4 ST5 ST6 ST7										
SF1	0	125	394	36	125	54	251				
SF2	0	18	859	143	233	36	358				
SF3	0	90	197	72	90	36	36				
SF4	18	161	412	72	233	18	215				
SF5	54	519	2990	465	1235	251	1325				
SF6	18	125	895	197	304	90	322				
SF7	0	18	90	18	72	0	54				

Fuente: Elaboración propia

### Recorrido propuesto Metro Ligero – Etapa 1

En la figura 3 se puede apreciar el recorrido propuesto para la nueva modalidad, discriminado las etapas propuestas en colores: el verde corresponde a la primera etapa (recorrido más corto que accede a las áreas centrales de ambas ciudades) y el rojo para la segunda etapa (acceso al puerto de Santa Fe y al Aeropuerto de Sauce Viejo).

Septiembre 2013 Revista Carreteras | 87

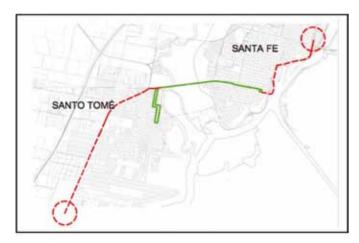


Figura 3 – Esquema de recorrido propuesto Metro Ligero Santa Fe – Santo Tomé

Fuente: Elaboración propia

El recorrido propuesto de la línea férrea atraviesa las zonas ST2, ST3 Y ST5 de la ciudad de Santo Tomé y SF4, SF5, SF6 de la ciudad de Santa Fe.

### Matriz de correspondencia

A partir del recorrido propuesto, se puede construir una nueva matriz cuyos elementos (aij) muestran, a través de su color, si las zonas de origen y /o destino son atravesadas o no en algún punto por la línea propuesta, tal como se puede ver en la Tabla Nº 7.

Tabla 7 – Correspondencia entre zonas y recorrido propuesto

	Sentido Santo Tomé – Santa Fe											
	ST1	ST1 ST2 ST3 ST4 ST5 ST6 ST										
SF1				L _								
SF2				L _								
SF3												
SF4												
SF5												
SF6												
SF7												

Fuente: Elaboración propia

#### Referencias:

Verde: un posible pasajero viaja desde una zona origen STj que es atravesada por el recorrido de la línea hacia una zona destino SFi, que también es atravesada por el recorrido.

Amarillo: el pasajero viaja desde una zona origen STj que es atravesada por el recorrido de la línea hacia una zona destino SFi, que no es atravesada por el recorrido, o bien el posible pasajero viaja desde una zona origen STj que no es atravesada por el recorrido de la línea hacia una zona destino SFi, que si es atravesada por el recorrido.

Rojo: el pasajero viaja desde una zona origen STj que no es atravesada por el recorrido de la línea hacia una zona destino SFi, que tampoco es atravesada por el recorrido.

### Tratamiento matemático del problema.

A partir de los datos agrupados en las Tablas 4 y 5 se generan las matrices que representan los pasajeros transportados por los siguientes modos M1: motos, M2: auto, M3: colectivo.

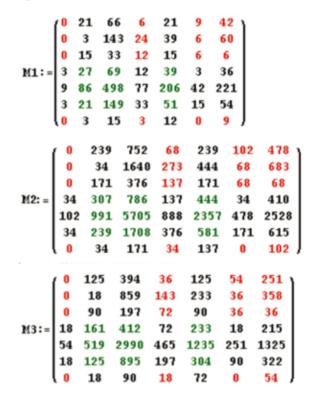


Figura 4 – Matrices de viajes por modo de transporte Fuente: Elaboración propia

Para contabilizar los pasajeros de cada modalidad se define una función "suma", cuya función será sumar todos los elementos de la matriz usada como argumento.

Se crean asimismo tres matrices "color": verde, rojo y amarillo. Cada una de ellas contiene"1" en las zonas de tipos de viaje que corresponden al color indicado y "0" en las demás. La suma de las matrices modales expresa que diariamente 40961 pasajeros se movilizan desde Santo Tomé a Santa Fe. Así, usando las matrices de las Tablas № 6 y 7, diseñadas según las regiones de deseo expresada en la tabla coloreada de la misma figura, es posible calcular "separadamente" la cantidad de viajes en cada modalidad hacia las distintas zonas.

A continuación se presentan las matrices que representan el grado de cercanía de cada una de las zonas al recorrido propuesto del metro. Así, se confeccionan 3 matrices, de acuerdo a los colores verde, rojo y azul (representa al amarillo por una cuestión de contraste.

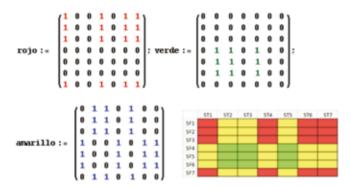


Figura 5 – Matrices de cercanía por zona de acceso al Metro Ligero Fuente: Elaboración propia

En una primera aproximación, se puede mostrar que las 9 zonas verdes movilizan al 51,62 % de las personas que se trasladan diariamente entre Santo Tomé y Santa Fe.

### Estimación de la demanda

El transporte es un elemento clave en el funcionamiento diario de una ciudad. Por este motivo, la adopción de un modelo de transporte sostenible debe ser parte fundamental en el desarrollo de una urbe. La situación actual del transporte en el conglomerado Santa Fe — Santo Tomé se caracteriza por una fuerte dependencia del vehículo privado y un aumento de la necesidad de estacionamientos.

Clara Zamorano en su Manual para la Planificación, Financiación e Implantación de un Sistema de Transporte Público plantea que "el proceso de planificación del servicio a ofrecer habrá llevado a cabo una previsión de la demanda que se prevé transportar, diariamente y también en hora punta. En función de dicha demanda y otros factores se habrá decidido la implantación de un metro, un tranvía, un autobús u otro sistema".

A partir del modelo presentado anteriormente, y en la medida que se den las condiciones de accesibilidad, regularidad, velocidad y costo, se puede considerar como escenario de partida que el 50 % de los usuarios de las zonas verdes movilizados en transporte privado (auto) pueden pasar a transporte público. Por otra parte los usuarios que se trasladan en moto no están expuestos a los mayores tiempos de traslado por congestión, es por ello que se plantea que la demanda inducida de la moto al metro ligero, sea en este caso del 15 %.

Además, se puede estimar que un porcentaje muy importante del total de los pasajeros que se trasladan en autobús convencional que se trasladan entre las zonas de color verde, pasarán a la nueva modalidad, por tener esta mayor velocidad de traslado (al no estar afectado por el tránsito caótico que se observa en el Puente Carretero) y por tal motivo menor tiempo de viaje. Para el cálculo se tomará el 50 %.

Entonces, el pasaje del Metro Ligero se formará con las proporciones estimadas de los que viajan en auto (50 %), motos (15 %), colectivo tradicional (50 %) de las zonas verdes. En al-

gunos casos, se podría "tentar" con promociones a los de las zonas amarillas por ejemplo, permitiéndole transportar motos o generando playas de estacionamiento.

Teniendo en cuenta estas premisas, la demanda para el corredor Santo Tomé Santa Fe se puede obtener, tal como lo muestran las Figuras 6, 7 y 8.



Figura 6 – Demanda derivada modo moto afectada por coeficiente de modo



Figura 7 - Demanda derivada modo auto afectada por coeficiente de modo



Figura 8 - Demanda derivada modo transporte público afectada por coeficiente de modo

Así, resolviendo el producto de matrices y sumando se tienen las siguientes proporciones: pasajeros aportados por motos: 172, por vehículos particulares (autos): 6559 y por transporte público actual (colectivo): 3437.

Con este agrupamiento, el total de pasajeros que accederá al Metro Ligero, como resultado de las "zonas verdes" asciende a 10168 en el corredor Santo Tomé - Santa Fe.

Teniendo en cuenta que el flujo vehicular en el Puente Carretero es similar en ambos sentidos, se puede estimar que la demanda en sentido inverso puede ser análogo en cantidad, aunque difiere en la franja horario.

En tal sentido y considerando que en el Informe presentado al Consejo Federal de Inversiones (2007), Estudio interconexión vial entre las ciudades de Santa Fe y Santo Tomé se puede observar que el 65 % de las personas encuestadas se trasladaban a Santa Fe entre 5 y 7 días por semana, se puede estimar una demanda anual cercana a los 3,5 millones de pasajeros al año. Por último, es posible decir que este modelado puede ser considerarlo como un escenario "conservador" en la implementación del metro, ya que apostarán a él solo un porcentaje reducido de pasajeros de la zona verde: aproximadamente el 25 (%) del total.

En otro escenario posible (más optimista) se podría incluir a los viajeros de las zonas amarillas, que hasta aquí no se han considerado.

Septiembre 2013 Revista Carreteras | 89

#### **Conclusiones**

Diversos autores recomiendan que un modo de transporte guiado como el Metro Ligero se justifica cuando puede transportar entre 4000 y 15000 pasajeros por hora pico por sentido. En el caso de Santo Tomé Santa Fe, considerando que en la hora de mayor demanda se movilice el 20 % de dicho volumen, la cantidad de pasajeros transportados por el Metro Ligero en la hora pico, sería del orden de los 2000 pasajeros, lo que no justificaría la implementación de dicho modo.

No obstante, Clara Zamorano en su Manual para la Planificación, Financiación e Implantación de sistemas de Transporte Urbano, reconoce que existen una tendencia en la actualidad que marca el transporte público urbano: el renacer de los tranvías, re-bautizados como metros ligeros, que vuelven a ocupar el lugar de privilegio que les corresponde en las ciudades. En tal sentido, el desarrollo de la tecnología ferroviaria en los últimos años permite ofrecer sistemas de transporte perfectamente adaptados al medio urbano y con las características adecuadas a cada tipo de proyecto, con resultados altamente positivos para mejorar la calidad de vida en las ciudades.

Por otra parte, el presente análisis de demanda se hizo para un escenario conservador, ya que solamente se tuvieron en cuenta las celdas pintadas en verde, cuando, es razonablemente probable, que la combinación de celdas: verde – amarillo o amarillo – verde, también pueden ser atractivas para los usuarios, en la medida que el sistema de transporte esté integrado (redes de transporte) y los servicios se cumplan con la frecuencia y regularidad pretendida por los habitantes.

Finalmente, la participación de este nuevo modo permitirá retirar del Puente Carretero un gran porcentaje de vehículos privados, lo que redundará en una mejora en la situación del tránsito y reducirá las elevadas externalidades que genera el modo carretero, disminuyendo contaminación, accidentología y obteniendo un medio ambiente más agradable y menos polucionado para toda la sociedad.

En el caso particular de las ciudades de Santa Fe y Santo Tomé, la posibilidad de realizar un diseño modular que en la primera etapa solamente incluya las áreas mas atractivas desde el punto de vista de la demanda, sumada a la factibilidad de usar el actual puente ferroviario que une ambas ciudades y que representa el mayor costo de inversión en infraestructura, hace que el proyecto siga adelante, debiendo evaluarse con mayor detalle, los costos de implementación del nuevo sistema.

#### Referencias

#### Libros

Consejo Federal de Inversiones (2007), Estudio interconexión vial entre las ciudades de Santa Fe y Santo Tomé, Santa Fe - UTN, Fac. Reg. Santa Fe - Argentina

PID "Análisis de la implementación de una línea ferrea mediante la utilización de herramientas matemáticas" Código: 25/O122 http://sicyt.scyt.rec.utn.edu.ar/scyt/proyectos/indiceC.asp

Ortúzar Juan de Dios (2000). Modelos de Demanda de Transporte — México — Alfaomega Grupo Editor — 2º Edición — ISBN 956-14-0364-1.

Zamorano Clara, Bigás Joan, Sastre Julián (2004). Manual para la planificación, financiación e implantación de sistemas de transporte urbano – Madrid – 1º Edición – Consorcio Regional de Transportes de Madrid – Madrid España.

Zamorano, C.; Bigas, J. M.; Sastre, J. (2006). Manual de tranvías, metros ligeros y sistemas en plataforma reservada. Diseño, proyecto, financiación e implantación. Consorcio de Transportes de Madrid. Madrid España.

#### **Artículos**

Monfort Antonio (2002) Necesidades de Transporte Urbano y Papel de los Ferrocarriles Ligeros en la Movilidad Sostenible: Movilidad y Desarrollo - Seminario sobre Transporte Urbano y Ferrocarriles Ligeros en Iberoamérica — Antigua - Guatemala

Imaz, Fernando, Jaurena Juan, Altaus, Nahuel (2011) "Análisis de las Externalidades del sistema de transporte en el marco del Proyecto de Implementación de un Tren Liviano entre las ciudades de Santa Fe y Santo Tomé - 10° Congreso Colombiano de Ingeniería de Tránsito y Transporte – Medellín – Colombia (5 al 7 de diciembre de 2011)

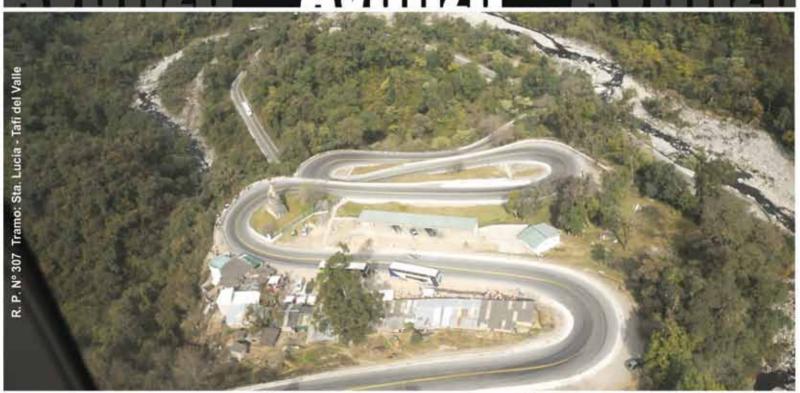


### **DIRECCION PROVINCIAL DE VIALIDAD**

### 051013 Día del Camino



# Ivanza <mark>Tucamán</mark> Ivanza











### RUTA PROVINCIAL N°9

Los dos últimos tramos inaugurados por la Dirección de Vialidad Provincial de la Provincia del Chaco, concretan obras que aseguran la conectividad de las zonas productivas de nuestra región.

















## ESTUDIO DE LÍMITES DE VELOCIDAD EN CURVAS HORIZONTALES USANDO ACELERACIONES LATERALES

#### **AUTORES:**

Tomás Echaveguren, Sergio Vargas-Tejeda, Carlos García

#### Resumen

Las curvas horizontales se proyectan usando la velocidad de diseño. Esta corresponde a la máxima velocidad teórica que puede alcanzar un conductor al enfrentar una curva horizontal. La evidencia empírica muestra que los conductores seleccionan su velocidad de circulación al ingresar a la curva una vez que perciben su curvatura, equilibrando el nivel de riesgo percibido y la comodidad en función de la apreciación subjetiva de la curvatura que otorga el diseño. Para informar adecuadamente al conductor la velocidad de circulación en las curvas, se usa la señal de velocidad límite. Su objetivo es informar al conductor la velocidad que debe usar, y para el colectivo de conductores llevarlos a reducir la variabilidad de sus velocidades de operación.

Los límites de velocidad se definen en base a las aceleraciones laterales tolerables para un cierto valor de velocidad máxima de acuerdo a una percepción subjetiva de comodidad. Sin embargo no informan cómo medir dicha comodidad, ni poseen relación alguna con la consistencia de las curvas horizontales. Para definir umbrales de aceleración lateral adecuados y fijar límites de velocidad es necesario primero conocer el comportamiento de las variables involucradas: comodidad, aceleración lateral y consistencia, y sus relaciones.

Este trabajo estudia dichas variables en base a un trabajo de campo, en el cual se midió en 24 curvas las aceleraciones laterales con un equipo Ball-Bank. Y el nivel subjetivo de comodidad en base al concepto de ride confort. Las mediciones se realizaron en caminos bidireccionales pavimentados localizados en Chile a velocidades desde 50 hasta 110 km/h incrementando cada 10 km/h con un automóvil de prueba. Luego se analizaron las aceleraciones, comodidad y consistencia en las curvas y su relación con las normativas que usan las aceleraciones como criterio para limitar la velocidad.

Se concluyó que las curvas con radio geométrico inferior a 250 km/h son las que requieren un estudio más detallado para definir límites de velocidad, cuando los índices de consistencia superan los 20 km/h, caso en el cual los valores de ángulo Ball-Bank tienden a ser superiores a 15° y la comodidad subjetiva alcanza un nivel medio.

**PALABRAS CLAVE:** Curva Horizontal, Comodidad, Aceleración Lateral, Ball-Bank, GPS.

### 1. Introducción

El análisis de consistencia es una herramienta que permite evaluar el grado de seguridad de las curvas horizontales y determinar si es necesario o no una intervención mayor, como el rediseño, o una intervención menor, como puede ser imponer una limitación a la velocidad de operación mediante una señal vertical. La señalización vial es una medida para alertar a los conductores de algún cambio en la geometría, informar destinos, restringir o recomendar maniobras para mantener un cierto nivel de seguridad en la ruta.

En el caso de elegir restringir la velocidad, el problema es definir el valor del límite de velocidad, de manera que éste sea adecuado y pertinente. El propósito de la limitación de velocidad es por un lado reducir la desviación estándar de la distribución de velocidad de todos los vehículos al pasar por una curva, y por otro acercarlo a un valor característico que puede ser cualquier percentil de esa distribución de velocidad.

Existen diversos métodos para señalizar velocidad en curvas horizontales. En Chile el Manual de Señalización de Tránsito (CONASET, 2010) establece la necesidad de realizar estudios de campo sin ahondar en detalles. La norma AASHTO (2011) y la guía de la FHWA (2009) (Manual on Uniform Traffic Control Devices, MUTCD), establecen un método basado en el dispositivo Ball-Bank o en acelerómetros para definir la velocidad límite usando aceleraciones laterales. Similar es el caso de las recomendaciones de Bonneson et al (2007a, 2007b, y 2009) para el estado de Texas en Estados Unidos, quienes recomiendan evaluar mediante acelerómetros las aceleraciones y usarlas como valores de estimación indirecta de velocidad límite, considerando la velocidad de percentil 85 de vehículos livianos en la tangente de entrada. En Australia (Donald, 1997; Koorey et al 2001; Koorey 2007), se utilizan ecuaciones basadas en la estabilidad dinámica y el ángulo Ball-Bank para definir límites de velocidad en curva, pero poseen la desventaja que dependen de señales observadas en terreno, por lo cual no necesariamente determinan umbrales de comodidad. Los procedimientos de cálculo de límite de velocidad basados en ángulo Ball-Bank, como FHWA (2009) y AASHTO (2011) se basan en el supuesto de comodidad, la cual no ha sido estudiada desde el punto de vista de cómo valorarla en terreno al medir al ángulo Ball-Bank. Por otro lado, los modelos de Presiler et al (1992) adoptado en los procedimientos Australianos se basan en velocidades de percentil 50, lo cual puede llevar a

Septiembre 2013 Revista Carreteras I 93

obtener valores bajos de límite de velocidad, incentivando su violación por parte de los conductores. Koorey et al (2007), postuló la necesidad de re-calibrar el modelo de cálculo usado en Australia para el percentil 85 de velocidad.

Atendiendo a lo anterior, este trabajo tiene por objetivo explorar los métodos de cálculo de límites de velocidad en curvas horizontales, sobre la base a datos recogidos en terreno con el equipo Ball–Bank, complementado con la medición subjetiva de comodidad y con el uso de dispositivos GPS. El primero equipo es un péndulo digital, que permite obtener aceleraciones laterales, y el segundo es un GPS de 10 Hz, el cual permite registrar posición, velocidad, aceleración y azimut de la trayectoria.

Para lograr el objetivo, el trabajo requiere esencialmente de 3 grupos de tareas: tomar datos en terreno, estudiar patrones de comportamiento, analizar las normativas y calibrar el modelo de Koorey. De este modo, el trabajo comienza con la revisión conceptual de los términos velocidad, comodidad v comportamiento del conductor en curvas horizontales. Posteriormente se discuten normativas las normativas de Estados Unidos y los métodos de Australia y Nueva Zelandia usados para determinar velocidades límite, basados en el equipo Ball-Bank. Luego se presenta el diseño experimental y los trabajos de campo realizados, para posteriormente realizar un análisis agregado y estratificado por rangos de radios de curvatura. Se calibró el modelo Australiano de cálculo tomando como base la relación entre ángulo Ball-Bank y velocidad de percentil 85, para posteriormente analizar el efecto de incorporar el efecto de la consistencia del diseño en los valores límite de ángulo Ball-Bank.

### 2. Conceptos Preliminares

#### 2.1. La velocidad en curvas horizontales

Las curvas horizontales se diseñan en base a la velocidad de diseño o específica, mediante el modelo de equilibrio dinámico de una masa puntual, de manera de equilibrar las fuerzas laterales mediante la especificación del radio, del peralte, y de la fricción lateral. Puesto que éste enfoque no considera el comportamiento del conductor, siempre existen discrepancias entre la velocidad usada para el diseño y la velocidad de operación.

Investigaciones hechas por Bonneson (2000) muestran que los conductores efectivamente reducen la velocidad al entrar en una curva a pesar de que no sea cómoda y no más allá de los límites de sus propias habilidades, siendo los factores más importantes para tomar estas decisiones, el radio de curvatura y la velocidad de aproximación a la curva.

Operacionalmente, una curva puede segmentarse en 4 tramos (Campbell et al, 2008): La aproximación, la zona de descubri-

miento de la curva, la zona de entrada y elección de velocidad, y la salida. Dependiendo de la velocidad, la zona de descubrimiento de la curva tiene entre 75 y 100 m, distancia que permite al conductor ajustar su velocidad y trayectoria en la entrada. La problemática de seguridad surge cuando los conductores seleccionan una velocidad de circulación superior a la de diseño, dada la geometría del conjunto tangente-curvatangente, incrementando el riesgo de accidentes. En estos casos es necesario establecer una velocidad límite que oriente a los conductores sobre la elección de la velocidad en las curvas horizontales.

La velocidad límite es la máxima velocidad a la que se puede circular por una vía o por una parte de ella. Por un lado se define la máxima velocidad legal establecida por la legislación de tránsito de cada país, y por otro el límite de velocidad que restringe la velocidad en zonas específicas de una vía, y que es menor a la máxima velocidad legal (Echaveguren y Piña, 2010). Sus funciones principales son las de limitar las velocidades escogidas por el conductor y advertirle de un posible cambio en la geometría de la vía que pueda ser potencialmente peligrosa e inesperada.

### 2.2. Comportamiento del conductor en curvas horizontales con límites de velocidad

Gattis et al (2005), compararon el factor de fricción lateral recomendado por AASHTO para curvas de baja velocidad con mediciones en 5 curvas, encontrando que en promedio, un 32,3% de los vehículos estudiados excedían lo valores recomendados para el factor de fricción lateral, variando desde un 10,8% a un 53,3% dependiendo de la curva. Esto muestra que hay un porcentaje importante de la población que no respetará y excederá los factores de fricción lateral que AASHTO propone para el diseño de las vías, lo que se traduce directamente en el no cumplimiento de los límites de velocidad.

Una encuesta realizada por Lyles y Taylor (2006) a 344 profesionales acerca de la práctica de las señalizaciones de curvas horizontales arrojó que en relación a la uniformidad de velocidades límites en curvas, el 45% de los encuestados creía que éstas velocidades no son uniformes entre cada estado y un 58% que los mensajes de velocidades limites están consistentemente estimados. En relación a la consistencia entre el límite de velocidad y la expectativa del conductor, el 62% estimaba que las velocidades límites están subestimadas y solo un 3% que están sobreestimadas. A partir de estas discusiones, los profesionales encuestados concordaron que en todas las curvas que poseen señalización de velocidad se puede transitar con seguridad a 16 km/h por sobre el límite de velocidad señalizado.

### 2.3. La comodidad en la conducción por curvas horizontales

La comodidad en la conducción es una percepción individual y subjetiva de confortabilidad al circular por las carreteras. Existen diversos indicadores subjetivos para medirla. En ingeniería de pavimentos, se utiliza por ejemplo el índice de serviciabilidad presente (Present, Serviciability Rating, PRS), el cual permite medir la calidad del pavimento. Els (2005) utilizó un indicador subjetivo también para medir la comodidad en la conducción de vehículos a campo traviesa. El mismo autor revisó medidas objetivas como la absorción de energía, la variabilidad del perfil del pavimento, y las aceleraciones verticales. Sin embargo, todos estos indicadores están referidos a la superficie de circulación. Els et al (2007), explican que existe poca investigación de la comodidad en la conducción y maniobras, por ejemplo en curvas. Propusieron también un experimento de medición pero orientado esencialmente a la optimización de los sistemas de suspensión de los vehículos.

En curvas, la comodidad está relacionada con el efecto de la fuerza centrífuga y por lo tanto, en la medida que más se compense esta, mayor será la comodidad. Para ello, las combinaciones de radio, peralte y oferta de fricción son condiciones de contorno, que llevan a que el desbalance se produzca exclusivamente en función de la velocidad y trayectoria que el conductor elija al circular por la curva.

En la selección de velocidad límite mediante el equipo Ball-Bank, un aspecto relevante es justamente el cómo medir el nivel de comodidad crítico. En la mayoría de los métodos basados en éste dispositivo, la regla es: "seleccione la velocidad a la cual el conductor siente un nivel de comodidad (in comodidad), que dificulte la tarea de conducción". Sin embargo, en tanto la comodidad no se mida de una manera que permita su comparabilidad en cualquier curva de un camino, y a pesar de utilizar un dispositivo de medición de aceleración no compensada, la especificación de límite de velocidad con éste método tendrá un grado de subjetividad también.

### 2.4. La consistencia del diseño geométrico de curvas horizontales

Este término se define como la condición bajo la cual un trazado geométrico se encuentra en armonía con las expectativas de los conductores. En términos prácticos, en curvas horizontales simples se mide a través de un índice de consistencia (IC1) que representa la diferencia entre la velocidad de diseño y la velocidad de operación de los conductores. En la medida que esta diferencia sea mayor, más alto es el riesgo de accidentes, debido a que los conductores se someten a aceleraciones laterales muy por sobre la que la geometría entrega a través de la fricción de diseño. Lamm et al (1999) propusieron valores límite para el índice de consistencia en función del número de accidentes en curvas horizontales. De este modo, calificaron los diseños como "buenos" cuando IC1 es menor que 10 km/h, diseños "regulares" cuando IC1 se encuentra entre 10 y 20 km/h y "peligrosos" cuando IC1 es mayor que 20 km/h. De acuerdo al criterio de Lamm et al (1999) y siguiendo a Echaveguren y Piña (2009), las señales de velocidad se debieran utilizar cuando los diseños calificación como "regulares" y en los casos en que no es posible rediseñar cuando los diseños se califican como "peligrosos". En el estado del arte no existen relaciones directas entre las variables comodidad, aceleración lateral y consistencia. Sin embargo, puesto que la velocidad de diseño de las curvas implícitamente considera la geometría y la fricción de diseño al calcular el índice de consistencia es previsible que esta relación exista y pueda explicarse a través del estudio integrado de dichas variables.

### 3. Determinación de velocidad límite en curvas horizontales

### 3.1. El equipo Ball-Bank

El equipo Ball-Bank es un inclinómetro que se usa para determinar límites de velocidad en curvas horizontales. El equipo posee una bola de acero rodeada por sensores de presión, que son capaces de medir, en ángulos, las fuerzas que se están aplicando sobre la bola, ya sea estática o dinámicamente.

La lectura del equipo se denomina "ángulo Ball–Bank" ( $\alpha$ ) y representa las aceleraciones laterales a las cuales se encuentra sometido un vehículo en movimiento. Mide el efecto combinado del ángulo de aceleración lateral ( $\theta$ ), el peralte () y el ángulo de body-roll ( $\rho$ ). Este último se refiere al balanceo de la carrocería del automóvil a causa de la suspensión. La Figura 1 muestra un diagrama con las variables antes señaladas.

Carlson y Mason (1999) concluyeron que el efecto de body-roll en los vehículos modernos no tiene una influencia significativa en las lecturas del Ball-Bank, puesto que es menor a 1°, lo cual se puede ser atribuir al error en la medición. En consecuencia, éste efecto se puede considerar poco significativo y agregarse al efecto del peralte.

Septiembre 2013 Revista Carreteras I 95

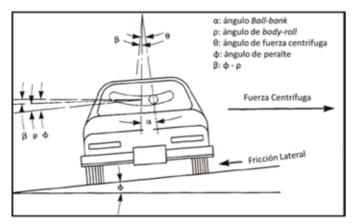


Figura 1: Geometría para el indicador Ball-Bank (Merrit, 1988).

Si el equipo se utiliza de manera estática y dependiendo de su orientación, puede medir también las pendientes longitudinal y transversal, datos importantes para la especificación de límites de velocidad.

### 3.2. Especificación normativa de límite de velocidad usando en Ball-Bank

Las normativas establecen valores límite de ángulo Ball-Bank para cada velocidad de diseño. El ensayo que permite definir el límite velocidad establece que un vehículo de prueba circule por una curva aumentando progresivamente la velocidad en cada pasada hasta que el conductor "sienta" algún grado de incomodidad. A esa velocidad de circulación el conductor percibe una mayor aceleración lateral que aquella compensada por la fricción, peralte y radio, con lo cual se manifiesta una cierta molestia al circular. Esa velocidad es la que selecciona como valor límite. Uno de las dificultades del ensayo es cómo medir la incomodidad para fijar la velocidad a la cual esta comienza a producirse y definir un nivel de tolerancia que determina la máxima velocidad de circulación por una curva horizontal.

Estudios realizados en Estados Unidos han permitido fijar valores límite del ángulo Ball-Bank para cada velocidad de diseño asociados a umbrales de comodidad. La Tabla 1 muestra los umbrales de ángulo Ball-Bank para cada velocidad de diseño.

Tabla 1: Valores límite de ángulo Ball-Bank a distintas velocidades en curvas y la demanda de fricción lateral asociada (Gattis et al, 2005, FHWA, 2009; Said et al, 2009; Hildebrand and Lewis, 2010; AASHTO, 2011).

		Velocidad de diseño (km/h)									
	20	30	40	50	60	70	80	90	100		
Autor	Angulo Ball-Bank (*)										
Chowdhury et al (1991)	20	20	20	16	16	12	12	12	12		
FHWA (2009)	16	16	16	16	16	16	16	16	16		
Hilldebrand and Lewis (2010)		16	15	14	13	12	10	10	10		
AASHTO (2011)	14	14	12	12	10	10	10	10	10		

### 3.3. Modelos usados para calcular límites de velocidad usando Ball-Bank

En Nueva Zelanda Preisler et al (1992) relacionaron linealmente el ángulo Ball-Bank ( $b_A$ ) con la velocidad límite en curvas ( $V_A$ ), mediante la Ecuación 1. Dicha ecuación representa la envolvente de valores de ángulo Ball-Bank para un percentil de velocidad determinado al cual se asimila VA. Por ejemplo si dicha velocidad es la de percentil 85, el valor de Ball-Bank admisible estará asociado a ese valor de velocidad de circulación de los usuarios.

$$b_{A} = 20, 4 - 0, 125 V_{A} \tag{1}$$

Asimismo Preisler et al (1992), determinaron que una técnica eficiente para estimar velocidades limites se puede lograr usando la Ec. 2, que representa la relación de equilibrio dinámico de un vehículo en una curva circulando a la velocidad de prueba  $(V_{\tau})$  y a la velocidad límite  $(V_{\bullet})$ .

$$\frac{\boldsymbol{b}_r + \boldsymbol{k}}{\boldsymbol{b}_A + \boldsymbol{k}} = \frac{\boldsymbol{V}_r^2}{\boldsymbol{V}_A^2} \tag{2}$$

En la Ecuación 2  $b_T$  es el ángulo Ball-Bank (grados) medido a la velocidad de prueba y k es una constante que considera el efecto de peralte y body-roll (Se asume 3°). La Ecuación 2 asume que a cualquier velocidad de circulación se cumple el principio de estabilidad dinámica para radios de trayectoria aproximadamente constantes.

Combinando las ecuaciones 1 y 2, Preisler et al (1992) resolvieron para  $V_{A'}$ , obteniendo la Ecuación 3 para determinar la velocidad recomendada para la curva. La Ec 3 permite obtener la velocidad límite para la curva mediante mediciones de ángulo Ball-Bank ( $b_{\tau}$ ) a distintas velocidades  $V_{\tau}$ .

$$V_{A} = \frac{V_{T} \left\{ \sqrt{V_{T}^{2} + 6000(b_{T} + 3)} - V_{T} \right\}}{16(b_{T} + 3)}$$
(3)

Puesto que el parámetro  $k=3^\circ$ , la ecuación 3 está limitada a peraltes pequeños, ya que el ángulo de body-roll es aproximadamente  $1^\circ$ . Asimismo, no incluye el efecto de la relación radio-peralte en su formulación, por lo cual su aplicación es limitada.

Koorey (2007) comparó el resultado de la Ec. 3 con mediciones de velocidad media de operación en curvas horizontales en Nueva Zelanda. Determinó que con dicha ecuación se obtenían velocidades limites bajas para velocidades mayores a 60 km/h, por lo que decidió desarrollar una nueva ecuación.

A partir del promedio de una serie de pruebas realizadas con el equipo Ball-Bank a distintas velocidades, Koorey (2007) obtuvo el límite de velocidad  $V_A$  como el percentil 50 de velocidad de operación observada. Usando la Ecuación 1 recalculó el ángulo Ball-Bank para la velocidad límite. Determinó que usando un valor de  $b_A$  = 17° existía una relación cercana a uno a uno entre la velocidad observada y esperada para esa curva (Figura 2).

Sin embargo, dicho valor corresponde al ángulo Ball-Bank retro-calculado para el percentil 50 de velocidad de operación, por lo cual no considera la tolerancia a aceleraciones laterales de los conductores más rápidos, como los asociados a los percentiles 85 y 99 de la distribución de velocidad de operación. Para esos casos, aun cuando no realizó experimentos, propuso utilizar un valor de bA=21,5°. Tampoco considera que el comportamiento de los conductores al circular en radios restringidos es diferente al circular por radios amplios, con lo cual es previsible que los cálculos deban estratificarse según rangos de radios.

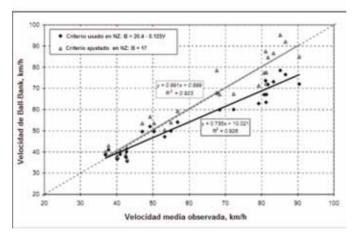


Figura 2. Velocidad media observada respecto de la velocidad de Ball-Bank (Koorey, 2006)

A partir de sus resultados, Koorey (2007) propuso la Ec. 4 como una generalización para obtener la velocidad límite para la curva. El valor del ángulo Ball-Bank que usó Koorey para obtener la Ec. 4 es superior a los descritos en la Tabla 1.

$$V_A = \frac{4,47 \, V_T}{\sqrt{b_T + 3}} \tag{4}$$

La ARRB (Australian Road Research Board) propone valores de velocidad límite en términos del equilibrio entre la fricción lateral en función de la velocidad y la demanda de fricción, en términos de la geometría (Koorey et al, 2001). Por tanto, la velocidad límite que utilizan es un valor de equilibrio entre oferta y demanda de fricción, para cada radio y peralte de las curvas. En términos de la normativa de Chile, este criterio correspondería a la velocidad específica.

### 4. Estudio de Campo

### 4.1. Diseño Experimental

Las variables involucradas en el estudio fueron: velocidad de prueba, radio, peralte, aceleraciones laterales y comodidad. Estas se clasificaron en variables dependientes e independientes según:

- Velocidad de Prueba: Variable numérica y dependiente. Se obtiene directamente en terreno. Se clasificó en niveles bajo, medio y alto según se muestra en Tabla 2.
- Radio de curvatura: Variable numérica e independiente. Se obtiene indirectamente usando el equipo Ball-Bank. Se clasificó en los niveles bajo, medio y alto (Ver Tabla 2).
- Peralte: Variable numérica e independiente. Se obtiene mediante mediciones en terreno con el equipo Ball-Bank apoyado directamente en la superficie del pavimento. Según MOP (2012), para los radios considerados, los peraltes máximos varían entre 7% y 8%.
- Aceleraciones Laterales: Variable numérica y dependiente obtenida con el equipo Ball-Bank. Varía normalmente entre 0° y 22°. Excepcionalmente puede llegar a 27°.
- Comodidad: variable numérica y dependiente que representa una medida subjetiva de la percepción de comodidad del conductor. Se obtiene mediante un índice simple que varía entre 1 y 7, siendo 1 la comodidad más elevada y 7 la comodidad más baja.

Con estas variables se elaboró la matriz factorial de la Tabla 2, en la cual cada celda representa lecturas de ángulo Ball-Bank y de comodidad.

		Radio (m)										
		100 – 250	)	;	250 - 36	0	360 - 600					
		Peralte (%)										
Velocidad (km/h)	2 a 4	4 a 7	más de 7	2 a 4	4 a 7	más de 7	2 a 4	4 a 7	más de 7			
40 - 60												
70 – 90												
90 – 110												

Tabla 2: Matriz factorial para la evaluación de comodidad y de aceleraciones laterales

Las celdas sombreadas son combinaciones que no se pueden obtener en terreno por restricciones de diseño geométrico asociados a las normas de diseño y por seguridad al momento de ejecutar las mediciones. En curvas con radios pequeños, la velocidad que puede tomar el vehículo de prueba por seguridad no puede ser alta. Similar es el caso de radios amplios y velocidades pequeñas.

Septiembre 2013 Revista Carreteras | 97

El número de repeticiones para cada celda de la Tabla 2 se obtuvo a partir del cálculo del tamaño muestral. Este se calculó mediante el software GPower (Erdfelder et al, 1996), que emplea los métodos de análisis de potencia estadística aplicada a diseño de experimentos de Cohen (1988). Se utilizó el método de análisis a priori, que determina el tamaño muestral para una potencia estadística (1- $\beta$ ), una precisión ( $\alpha$ ) y un efecto tamaño (f) determinado previo al experimento.

Se asumió un experimento con 3 factores con 3 niveles por variables de acuerdo al diseño factorial de la Tabla 2. El resultado del análisis de potencia se muestra en la Figura 3, en donde se resumen los diversos tamaños de muestra según la potencia estadística, el efecto tamaño y la precisión estadística considerados.

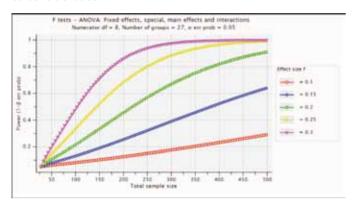


Figura 3. Valor de la potencia estadística según efecto tamaño y tamaño muestral

Para una significancia estadística  $\alpha$ =0,05, un efecto tamaño f=0,25 y una potencia estadística  $\beta$ =0,8, se obtuvo un tamaño muestral mínimo de 250, que equivale a 10 réplicas por celda de la matriz factorial de la Tabla 2. Este resultado, determinó el número de curvas a medir en terreno y el número de repeticiones por curva.

#### 4.2. Elección de curvas en terreno

Los tramos de medición se seleccionaron considerando las características que permitieran obtener mediciones continuas sin interrupciones o alteraciones debido al tráfico. Así, se buscaron vías interurbanas pavimentadas, bidireccionales con una pista por sentido, sin accesos ni actividades en los costados y poco tráfico, para permitir circular a la velocidad de prueba sin interrupciones o alteraciones.

Se fijó un nivel de tráfico máximo de 4.000 veh/día-año y un rango de radios de curvatura entre 100 y 600 m. Asimismo, sólo se consideraron curvas horizontales con pendientes longitudinales menores a 4%, puesto que pendientes mayores pueden producir distorsiones en las mediciones del equipo. Asimismo, la tangente de aproximación a la curva se fijó en

un rango entre 150 y 250 m con el fin de permitir al conductor elegir adecuadamente la velocidad de prueba y estabilizarla a lo largo de la curva.

A partir de estos datos se identificaron 56 curvas. Luego de su evaluación en terreno, se seleccionaron finalmente 24 curvas en las cuales se midieron las variables descritas en el diseño experimental.

### 4.3 Equipos de medición

Para efectuar las mediciones se emplearon 2 equipos: El equipo Ball-Bank digital, para medir ángulo Ball-Bank y el acelerómetro inercial V4000 DAQ con GPS, para medir velocidad, aceleración lateral y geo-localizar las mediciones.

El equipo Ball-Bank digital tiene un rango de medición de  $\pm$  30° con una exactitud de 0,01°. Permite capturar datos cada 0,25 s a cualquier velocidad. Por tanto puede capturar desde 480 datos/km a 30 km/h hasta 120 datos/km a 120 km/h.

El equipo V4000 DAQ posee un GPS de 10 Hz, el cual permite obtener datos de posición, velocidad, aceleración en los 6 ejes del sistema coordenado estandarizado del automóvil según la SAE (Sociedad de Ingenieros automotrices de Estados Unidos). La precisión de la velocidad es de 0,1 km/h. Asimismo, permite obtener lecturas de azimut con una precisión de un 1° sobre 360°.

### 4.4. Montaje de experimento en terreno y mediciones

Para realizar las mediciones se instrumentó un vehículo liviano con los equipos Ball-Bank y V4000 DAQ y se diseñó un formulario de respuesta para medir la comodidad subjetiva con calificaciones de 1 a 7. En cada curva, se realizaron mediciones preliminares con el objetivo de determinar la máxima velocidad de prueba, a fin de acotar superiormente dicha variable y efectuar las mediciones con seguridad.

Posteriormente, se seccionó cada curva en tres segmentos. La tangente de entrada, el arco curvo propiamente tal y la tangente de salida. Ambas tangentes se utilizaron como zonas de transición de velocidad, de modo que el conductor del vehículo alcanzase la velocidad de prueba en las tangentes y la mantuviera lo más uniformemente posible en el interior de la curva. Esto con el propósito de lograr mediciones lo más homogéneas posible al interior de la curva y reducir así la variabilidad de la trayectoria y de las aceleraciones laterales.

Se realizaron 5 pasadas por sentido en cada curva, a velocidades entre 60 y 110 km/h, con lo cual se obtuvieron en promedio 40 pasadas por sentido de circulación, totalizando 80

pasadas en cada una de las 24 curvas. En cada pasada se registró además la comodidad subjetiva usando el formulario de respuesta diseñado. Para evitar sesgos por acostumbramiento del conductor, se aleatorizó el orden de las curvas, de las pasadas y de las velocidades de prueba.

### 5. Análisis de Resultados

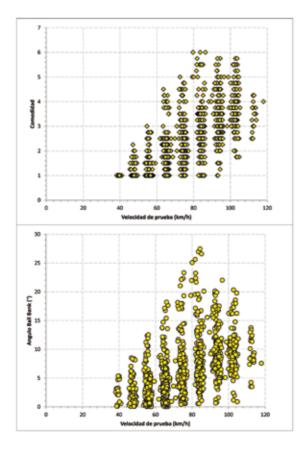
Con las mediciones obtenidas en terreno se procedió a construir la base de datos de mediciones. Para ello se tomaron los datos del tercio central de cada curva medida, con el fin de obtener datos de comodidad y ángulo Ball-Bank asociados a una velocidad de circulación estable en el segmento circular. Esto redujo las distorsiones en las mediciones.

El análisis se realizó bajo dos enfoques: uno agregado considerando todos los datos medidos y uno desagregado, considerando la estratificación en conglomerados de radios de curvatura y velocidad de medición. Cada análisis consideró en primer lugar los patrones de comportamiento observado de las variables medidas.

### 5.1. Análisis de resultados para todos los radios de curvatura

Con estos datos se construyeron primeramente los gráficos de la Figura 4, la cual muestra los registros de comodidad y ángulo Ball-Bank para todas las curvas y sentidos de medición.

Figura 4: Valores de ángulo Ball-Bank y Comodidad respecto de la velocidad de medición.

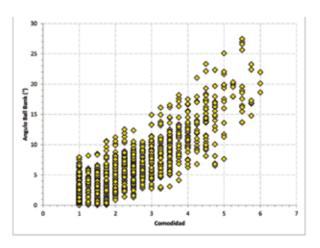


La alta dispersión de los resultados se explica por la agregación de datos, puesto que en la Figura 4 no se han incluido los radios de curvatura. Se puede apreciar, no obstante, que existe un patrón creciente de ángulo Ball-Bank con respecto a la velocidad de medición, lo cual indica que la aceleración lateral aumenta. De igual modo, se aprecia un patrón creciente del valor de comodidad respecto de la velocidad de medición, lo cual indica que la comodidad se reduce con la velocidad.

Ambos resultados son consistentes con los supuestos teóricos que señalan que a mayor velocidad en una curva, mayor aceleración lateral y mayor percepción de incomodidad. Tomando en cuenta este último resultado, se graficó la Figura 5, que relaciona la comodidad con el ángulo Ball-Bank.

La Figura 5 muestra que existe una relación aproximadamente lineal entre el ángulo Ball-Bank medido, que es un valor objetivo, con la comodidad percibida por el conductor, que es subjetiva. Este resultado es relevante puesto que permite obtener valores objetivos de ángulo Ball-Bank para limitar la velocidad en función de la comodidad subjetiva, que es lo que perciben los usuarios de los vehículos. En este caso, un nivel de comodidad máxima C=1 implica un ángulo Ball-Bank aproximadamente de 2,2° y una comodidad C=6, que representa un ángulo Ball-Bank de aproximadamente 20°. Las normativas limitan el ángulo Ball-Bank a un máximo de 16°, lo cual implica un valor de comodidad subjetiva de aproximadamente C=5, el cual representa un valor intermedio de comodidad.

Figura 5: Relación entre comodidad y ángulo Ball-Bank para todos los radios medidos

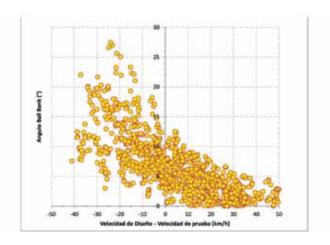


Si la velocidad de prueba o de medición, se asume como una velocidad de operación, se puede calcular la diferencia entre la velocidad de diseño y la velocidad de operación, lo cual corresponde al índice de consistencia de Lamm et al (1999) para curvas simples. El resultado de este cálculo se grafica en la Figura 6.

Una diferencia de velocidades positivas quiere decir que la velocidad de diseño es superior a la velocidad de operación. Esto lleva a que los valores de ángulo Ball-Bank sean inferiores en promedio a 10°. Esto implica una comodidad subjetiva que varía entre 3 y 3,5 de acuerdo a la Figura 5. En el caso contrario, cuando la velocidad de prueba excede la velocidad de diseño, los valores de ángulo Ball-bank varían en promedio entre 10° y 20°. Esto representa una mayor aceleración lateral que redunda en niveles de comodidad entre 5 y 6, que son valores máximos in-comodidad.

Visto por el lado de los umbrales de consistencia de Lamm para un diseño "regular" y "peligroso", se puede inferir que: los diseños "regulares" representan valores de ángulo Ball-Bank hasta 12° y los diseños "peligrosos" representan valores de ángulo Ball-Bank entre 12° y 20°. Este resultado, en términos generales muestra que diseños "regulares" representan valores de comodidad subjetiva intermedia, del orden de 4 y que diseños "peligrosos" son consistentes con valores de comodidad subjetiva entre 4 y 7.que representa la menor comodidad.

Figura 6: Angulo Ball-Bank respecto de la diferencia entre velocidad de diseño y de prueba, para todos los radios.

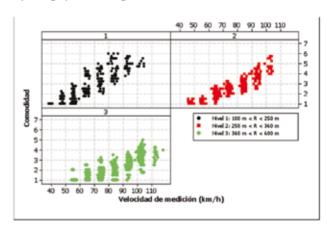


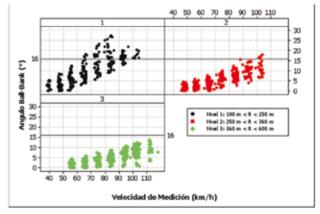
Este resultado es relevante teniendo en cuenta que el análisis de consistencia se basa en resultados de accidentes y que la definición de límite de velocidad usando aceleraciones laterales se basa en el principio de comodidad subjetiva. Esto lleva a pensar que el conductor, a valores altos de incomodidad, tiene además una medida subjetiva del riesgo de accidentes, cuya tolerancia es mayor que los umbrales de consistencia de Lamm. Este resultado, sin embargo, debe validarse observando las diferencias de los patrones de comportamiento del ángulo Ball-Bank desagregado por rangos de radios de curvatura.

### 5.2. Análisis de resultados desagregado por grupos de radios

En ese caso el análisis se desagregó por tres rangos de radios: entre 100 y 250 m, entre 250 y 360 m y entre 360 y 600 m. Estos radios se obtuvieron aplicando análisis de conglomerados a los datos obtenidos en las mediciones, usando el método de las k-medias. De este modo, todos los valores medidos y calculados se agruparon dentro de dicho rango de radios. El resultado para el caso de las relaciones comodidad - velocidad de medición y de ángulo Ball-Bank - velocidad de medición, se muestran en la Figura 7.

Figura 7: Comodidad y ángulo Ball-Bank respecto de la velocidad de medición para 3 grupos de radio geométrico



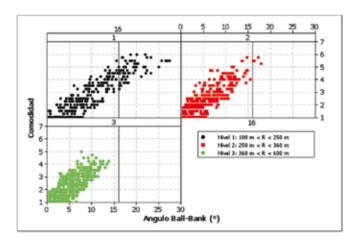


Se puede ver en la Figura 7, que para valores de radio inferiores a 250 m, la comodidad alcanza valores máximos de 6 a velocidades en torno a los 100 km/h y valores de ángulo Ball-Bank en promedio de 25° a velocidades superiores a los 90 km/h. Estos valores máximos de comodidad y ángulo Ball-Bank se reducen cuando se trata de radios amplios. Asimismo, en estos últimos casos la pendiente de estas variables también se reduce, lo cual implica que aun cuando los conductores alcanzan velocidad elevadas en radios amplios, perciben una

mejor comodidad y una menor aceleración lateral que cuando circulan a velocidades elevadas por curvas con radios restringidos.

Para examinar con mayor detención este comportamiento, es necesario ver la relación existente entre la comodidad subjetiva y el ángulo Ball-Bank, de acuerdo a la Figura 8.

Figura 8: Relación entre comodidad y ángulo Ball-Bank para tres grupos de radio geométrico.

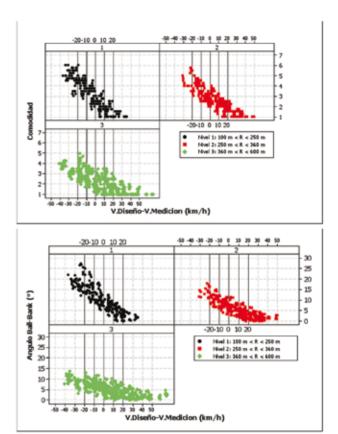


La Figura 8 muestra la relación entre la comodidad y el ángulo Ball-Bank. Además, muestra un valor de referencia de 16° de ángulo Ball-Bank que es el máximo valor de aceleración que admite FHWA (2009). Se puede ver que en el panel 1 (radios restringidos) el ángulo Ball-Bank excede el valor de 16° y la comodidad oscila entre un valor de 4 y 6. También se aprecia que para radios amplios, el ángulo Ball-Bank no excede el valor de 14° y la comodidad no excede un valor medio de 4 a 4,5.

Asimismo, en el caso de radios restringidos la comodidad tiende a estabilizarse para ángulos Ball-Bank superiores a los 20° lo cual implica que a esas aceleraciones laterales, la percepción de incomodidad es interpretada por una percepción de peligro por parte de conductor, lo cual lo lleva a no tolerar velocidades de circulación más elevadas. Para el rango de velocidades de circulación usuales, este fenómeno no se da en curvas de radio amplio, como lo muestra la Figura 8 en los paneles 2 y 3, en donde la relación comodidad-ángulo Ball-Bank es aproximadamente lineal.

La Figura 9 ilustra los patrones de comportamiento de la comodidad y ángulo Ball-Bank respecto de la diferencia entre la velocidad de diseño y de operación. Se puede visualizar que los patrones de comportamiento son similares al caso agregado, pero con algunas diferencias que se detectan al observar por separado los grupos de radios.

Figura 9: Comodidad y ángulo Ball-Bank respecto de la diferencia entre velocidad de diseño y operación para tres grupos de radios geométricos.



En efecto, se puede apreciar que a igualdad de diferenciales de velocidad, mientras más amplio el radio, menor es el ángulo Ball-Bank y la comodidad. Por ejemplo, para radios menores a 250 m, en diseños considerados "peligrosos", el ángulo Ball-Bank oscila entre 15° y 25°. En curvas con radios más amplios, el rango de valores de ángulo Ball-Bank para diseños considerados "peligrosos" y "regulares" desde el punto de vista de la consistencia geométrica, varía entre 10 y 17° y entre 5 y 13°. Esto implica que el grupo de radios en donde se obtiene inconsistencia del trazado, valores elevados de aceleraciones laterales y baja comodidad, es el grupo de radios inferiores a 250 m. Por tanto, el control de velocidad límite es más relevante en éste rango de radios, que corresponden a los radios más pequeños dentro de los analizados en terreno. En términos generales los resultados se pueden sintetizar en lo siguiente:

• Para radios inferiores a 250 m y para diferencias de velocidades de 20 km/h el ángulo Ball-Bank varía entre 14° y 25°, para radios entre 250 y 360 m varía entre 7° y 15° y para radios entre 360 m y 600 m varía entre 4° y 12°.

• Desde el punto de vista de la comodidad y para diferencia de velocidades de 20 km/h, ésta varía entre 4 y 6 para radios hasta 250 m, entre 3 y 5 para radios entre 250 m y 360 m, y entre 2 y 5 para radios entre 360 m y 600 m.

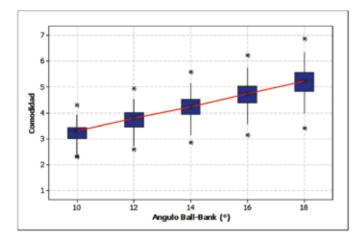
Estos resultados otorgan valiosa información para interpretar desde el punto de vista de la consistencia del diseño, de la comodidad subjetiva y de las aceleraciones laterales, la forma en que se pueden definir valores límites de velocidad para cada caso.

### 5.3. Análisis de criterios para definir velocidades límite

Las normativas que utilizan el equipo Ball-Bank para definir límites de velocidad usan valores de ángulo Ball-Bank admisibles en función de la velocidad de diseño. La FHWA (2009) y AASHTO (2011), establecen valores límite que oscilan entre 10° y 16°, cada 2° (Ver Tabla 1). Para realizar un análisis comparado, se identificaron los valores de comodidad para un rango de ángulos Ball-Bank entre 10° y 18° cada 2°, cubriendo el rango de variaciones establecidos como valores límite por FHWA(2009) y AASHTO (2011).

La Figura 10 muestra diagramas de caja con los valores de comodidad obtenidos para cada uno de los valores límites de ángulo Ball-Bank. Con estos valores límites se realizó un análisis de regresión lineal, la cual se optimizó mediante la identificación y eliminación de datos asociados a residuales anómalos. La Figura 10 muestra que la dispersión de valores de comodidad es homogénea para los valores de ángulo Ball-Bank y que la tendencia de la mediana es lineal, lo cual muestra que en general existe concordancia entre la percepción subjetiva de la comodidad y las aceleraciones laterales.

Figura 10: Diagramas de caja para valores de comodidad para cada ángulo Ball-Bank



Aplicando regresión lineal se obtuvo la Ecuación 5, que muestra la relación entre la comodidad (C) y el ángulo Ball-Bank (BB). La significancia estadística (R2a) alcanzó un 93% y el error estándar (S) fue de 0,19: Los valores del estadístico tstudent de las constantes resultó significativo para ambos coeficientes.

$$C = 0.836 + 0.246(BB);$$
  $R_a^2 = 0.93$  ;  $S = 0.19$  (5)

Los resultados de la Figura 9, mostraron que los mayores niveles de incomodidad se dan para radios inferiores a los 250 m. Para este grupo de radios, se obtuvo una regresión entre el valor del ángulo Ball-Bank y la diferencia entre velocidad de diseño y velocidad de medición, asumiendo que esta última es la velocidad de diseño. La Ecuación 6, muestra los resultados de la regresión, en donde IC1 es el índice de consistencia para curvas simples, definidos como la diferencia entre velocidad de diseño y de operación, de acuerdo a Lamm et al (1999).

$$BB = 9,13 - 0,29(IC_1); R_a^2 = 0,86 ; S = 2,1^{\circ}$$
 (6

A partir de las ecuaciones 5 y 6, se puede observar que:

- Para un valor nulo de IC1 el ángulo Ball-Bank es 9°. Esto quiere decir que un conductor que circula a la velocidad de diseño en una curva con radio inferior a 250 m, percibe una aceleración lateral asociada a ese ángulo, y según la ecuación 5, una comodidad subjetiva C = 3, que corresponde a un nivel aceptable.
- Para un valor de IC1=10 km/h, que representa bajo el enfoque de consistencia, el criterio para discriminar un diseño "bueno" de uno "regular", en curvas con radios inferiores a los 250 m, el ángulo Ball-Bank es 12° y la comodidad subjetiva es aproximadamente 4.
- Para un valor de IC2 = 20 km/h, que representa bajo un enfoque de consistencia, el criterio para discriminar un diseño "regular" de uno "pobre", el ángulo Ball-Bank es de 15° y la comodidad subjetiva es 4,5.
- Para un ángulo Ball-Bank de 16°, el índice de consistencia vale -24 km/h y la comodidad subjetiva vale aproximadamente 5. Estos resultados muestran que el valor crítico de ángulo Ball-Bank, que determina la necesidad de poner un valor de velocidad límite según la FHWA (2009) (Ver también Tabla 1), está asociado a umbrales de consistencia para caminos con diseño "pobre".

• En el caso de los umbrales de ángulo Ball-Bank establecidos por AASHTO (2011) (Ver también la Tabla 1) de 10°, 12° y 14° (crecientes en orden inverso a la velocidad de diseño) corresponden respectivamente a índices de consistencia de -3, -10, y -17 km/h. Esto quiere decir que el ángulo Ball-Bank crítico de AASHTO admite una menor inconsistencia conforme aumentan las velocidades de diseño.

### 5.4. Análisis del modelo de Koorey para definir velocidades límite

El modelo de Koorey se basa en el supuesto que la velocidad de percentil 85 representa la velocidad a la cual los conductores perciben el máximo nivel de incomodidad. Bajo este supuesto, se calculó para todas las curvas la velocidad de percentil 85 ( $V_{85}$ , en km/h) usando el modelo de Echaveguren y Sáez (2001) de la ecuación 7 que depende únicamente del radio geométrico R, en m.

$$V_{85} = 95,08 - \frac{1879,93}{R} \tag{7}$$

Con ésta ecuación se determinó la velocidad de percentil 85. Posteriormente, se identificó en la base de datos de mediciones, los valores de ángulo Ball-Bank medidos a una velocidad de prueba ( $V_{\tau}$ ) igual a la  $V_{85}$ . Con estos grupos de valores se calibró para todos los radios la ecuación 8, que representa, al igual que la expresión de Preisler et al (1992), la relación entre el ángulo Ball-Bank medido a la velocidad de percentil 85 y la propia velocidad de percentil 85.

$$b_A = 27,5-0,272(V_{85}); R_a^2 = 0,65 ; S = 0,5^{\circ}$$
 (8)

Al igualar las expresiones de Preisler et al (1992) (Ecuaciones 1 y 2), se puede obtener una expresión genérica de velocidad límite como la ecuación 9.

$$V_{A} = \frac{V_{T} \left\{ \sqrt{V_{T}^{2} + \frac{4(\alpha + 3)}{\beta^{2}} (b_{T} + 3)} - V_{T} \right\}}{\frac{2}{\beta} (b_{T} + 3)}$$
(9)

Sustituyendo  $\alpha$  = 27,5 y  $\beta$  = 0,272, se llega a la expresión final que describe el valor de velocidad límite de Koorey (2007) calibrada según los datos tomados en terreno:

$$V_A = \frac{V_T \left\{ \sqrt{V_T^2 + 1649(b_T + 3)} - V_T \right\}}{7,35(b_T + 3)}$$
(10)

Para definir la velocidad límite, es necesario realizar mediciones sucesivas a velocidades VT desde 40 km/h incrementando en 10 km/h cada pasada y registrar el valor de ángulo Ball-Bank ( $b_{\tau}$ ). Con estos datos de calcula el valor de VA y se infiere el valor de velocidad límite de acuerdo a la convergencia de los valores obtenidos.

A diferencia del modelo de Koorey (2007) que utiliza la velocidad de percentil 50 para el cálculo, la ecuación 10 utiliza la velocidad de percentil 85, por lo cual cubre un mayor número de conductores.

Si se emplea el criterio de la FHWA(2009), que fija un valor de ángulo Ball-Bank igual a  $16^{\circ}$  y se introduce en la ecuación 10, se obtiene la ecuación 11, que representa una simplificación para valores límite de  $b_{\tau}$ . Este criterio será válido solo en los casos en que los radios son inferiores a 250 m, de acuerdo a los resultados de la Figura 8.

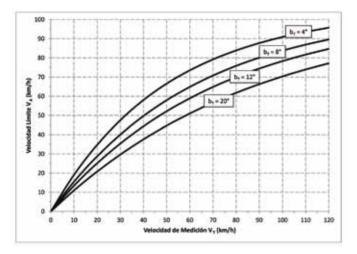
$$V_{A} = \frac{4,4V_{T}}{\sqrt{b_{T}+3}}$$
 (11)

Si se requiere calcular valores límites pensando en los conductores más rápidos, que corresponden al percentil 99, en ausencia de ecuaciones es posible incrementar el valor de V85 de la ecuación 6 mediante la relación  $V_{99}/V_{85} = 1,1$  obtenida por Basualto (2003), con lo cual es posible repetir el cálculo y obtener la misma ecuación 9 para percentiles superiores.

Sin embargo, los valores de  $b_A$  que se obtienen resultan válidos solo para velocidad elevadas. Los cálculos muestran que para valores de  $V_{99}$  = 85 km/h,  $b_A$  = 27° y para  $V_{99}$  = 100 km/h los valores de  $b_A$  son de 9°, lo cual muestra que pequeños cambios en  $V_{99}$  inducen cambios importante en  $b_A$ . Sin embargo, dentro del acotado rango de validez de los resultados anteriores, el efecto en el valor de  $V_A$  obtenido según la ecuación 9 para  $V_{99}$  son muy limitados.

Los valores de  $V_{\rm A}$  son en promedio iguales a 100 km/h y no exhiben una variabilidad superior a 4 km/h, por lo cual carecen de sentido práctico. En este sentido, la recomendación es utilizar como limitante la velocidad de percentil 85. De este modo, es posible utilizar la Figura 11 para obtener los valores de velocidad límite para un grupo de mediciones de  $b_{\scriptscriptstyle T}$  a la velocidad  $V_{\scriptscriptstyle T}$ .

Figura 11: Abaco de cálculo de velocidad límite usando criterio de Koorey



### 5.5. Incorporación de la consistencia en la definición de velocidades límite

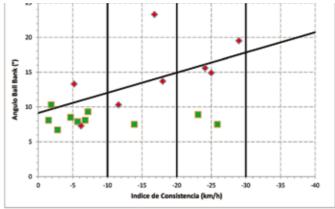
El limitar la velocidad en base al modelo de Koorev no asegura necesariamente consistencia del diseño. Para ello, es necesario considerar que los límites de velocidad deben orientar al conductor para que modifique su velocidad en pro de la consistencia.

Por tanto, los límites de velocidad deben incluir este concepto. También se debe considerar que el ángulo Ball-Bank es una medida de la estabilidad dinámica y que debe acotarse considerando también la percepción de comodidad de los conductores. Si se acota el valor de velocidad límite por el lado de la comodidad y de la consistencia, es posible definir adecuadamente uno o varios valores de ángulo Ball-Bank que definan la velocidad límite tal que se alcance un umbral de comodidad medible.

Esto marca una diferencia respecto de las prácticas para definir límites de velocidad mediante equipo Ball-Bank existentes en la literatura, ya que se está vinculando la consistencia geométrica de la curva con las aceleraciones laterales admisibles con los límites de velocidad.

La Figura 12 muestra el modelo de consistencia de la ecuación 6. En ella se han superpuesto valores medidos en terreno de ángulo Ball-Bank medidos a la velocidad de percentil 85 según el modelo de Echaveguren y Saez (2001). (Ecuación 7). Los rombos muestran estos partes de datos para radios menores a 250 m y los cuadrados, estos pares de datos para radios mayores que 250 m. Se muestran además los umbrales de consistencia (-10, -20 y -30 km/h).

Figura 6: Valores modelados y medidos respecto del índice de consistencia



En la figura se puede apreciar que los radios menores a 250 m, siguen la ley de variación del modelo: ángulos Ball-Bank crecientes con inconsistencia creciente. También se aprecia que para radios mayores a 250 m, el valor del ángulo Ball Bank es estable y vale en promedio 8° independientemente del valor de la consistencia. Para limitar el valor del ángulo Ball-Bank en función del índice de consistencia, se debe buscar un límite de velocidad de operación, tal que induzca al conductor moverse hacia valores de índice de consistencia más cercanos a diseños "buenos" y "regulares". Si se combina la expresión analítica del índice de consistencia con la ecuación 8, se pueden obtener rangos de valores de ángulo Ball-Bank para las velocidades de diseño más bajas y radios pequeños, considerando que en esos casos ocurren las mayores inconsistencias. Los valores obtenidos fueron:

• -10 < IC<sub>1</sub> < 0

• -20 < IC<sub>1</sub> < -10 : b<sub>A</sub> = 14° • -30 < IC<sub>1</sub> < -20 : b<sub>A</sub> = 11°

Tomando estos valores como referencia y conocida la velocidad de diseño de la curva, los criterios para definir umbrales propuestos son los siguientes:

Para lograr un nivel de consistencia "Bueno", b<sub>A</sub> = 12° Para lograr un nivel de consistencia "Regular",  $b_{\Delta} = 15^{\circ}$ Valor máximo admisible: b, = 17°.

Si se sustituyen estos valores en la ecuación 10, se llega a que las velocidades límite que permiten lograr una operación consistente de las curvas horizontales aisladas son:

Para b<sub>A</sub> = 12°: 
$$V_A = \frac{3,9V_T}{\sqrt{b_T + 3}}$$

Para b<sub>A</sub> = 15°: 
$$V_A = \frac{4,2V_T}{\sqrt{b_T + 3}}$$
 (12)

Para b<sub>A</sub> = 17°: 
$$V_A = \frac{4,5V_T}{\sqrt{b_T + 3}}$$

104 | REVISTA CARRETERAS SEPTIEMBRE 2013

#### 6. Conclusiones

Los límites de velocidad son un medio para restringir la velocidad de operación en aquellas curvas que presentan inconsistencias en el diseño y/o una cierta frecuencia de accidentes, por ejemplo por salida de pista.

Los métodos para definir velocidades límites en su mayoría se basan en la relación entre aceleraciones laterales y comodidad admisible, o bien en modelos numéricos que correlacionan velocidades límite con lecturas de aceleraciones laterales. Mientras que los primeros no definen umbrales de comodidad, los segundos se basan en señales de velocidad observadas en terreno que no necesariamente están correctamente avisadas. En ambos casos, estas limitaciones impiden definir valores de velocidad límite adecuados.

La medición de aceleraciones laterales geo-referenciadas, permite obtener datos suficientes para obtener medidas de aceleraciones laterales, geometría de trayectorias, que se pueden acompañar con mediciones subjetivas de comodidad. En este trabajo en particular, para las 24 curvas medidas en terreno, se obtuvieron alrededor de 900 registros por curva medida. Estos registros se obtuvieron mediante el equipo Ball-Bank, sincronizado con un GPS.

Se verificó que el criterio de consistencia de elementos simples (velocidad de diseño – velocidad de operación), genera valores altos de aceleraciones laterales solo cuando es negativo, por lo cual no es adecuado considerar su valor absoluto. Asimismo, se determinó que las mayores aceleraciones laterales se dan para radios geométricos inferiores a 250 m, que corresponde aproximadamente a una velocidad de diseño de 90 km/h. Por tanto, es recomendable focalizar el estudio con un mayor nivel de detalle en curvas de radio geométricos hasta 250 m.

Se obtuvo una correlación lineal entre los registros de aceleraciones laterales y las mediciones de comodidad subjetiva. Sin embargo, en ningún caso se alcanzó el máximo valor de comodidad. Para los valores máximos de aceleraciones laterales establecidos por las normativas para definir límites de velocidad (16° en términos de ángulo Ball-Bank), la comodidad subjetiva obtenida fue de 4,8 que es un valor intermedio dentro de la escala de medición usada. Esto muestra que es posible que el conductor admita niveles superiores de comodidad antes de comenzar a traducirlas en percepción de peligro. Por lo tanto, es previsible admitir un mayor nivel de inconsistencia.

Este resultado se verificó modelando también valores de consistencia respecto del ángulo Ball-Bank. Los resultados mostraron que para los umbrales de consistencia habitualmente usados, de 10 y 20 km/h, corresponden a valores de ángulo Ball-Bank de 12° y 15° respectivamente. Esto implica que si se utilizan valores críticos de ángulo Ball-Bank de 16°,

se está fijando límites de velocidad para valores del índice de consistencia de 24 km/h, que supera el umbral de consistencia que separa diseños "regulares", de "peligrosos" según el criterio de Lamm et al (1999). Desde el punto de vista de la comodidad, para esos mismos umbrales de consistencia, se obtuvieron valores de comodidad entre 3,8 y 4,5 que corresponde también a valores intermedios de comodidad percibida.

El modelo de Koorey se calibró considerando que el valor límite de ángulo Ball-Bank es aquel medido a la velocidad de percentil 85. El modelo calibrado permite establecer límites de velocidad sobre la base de aceleraciones laterales límite, pero no asegura consistencia del diseño. Para asegurarlos, es necesario considerar en el cálculo los valores umbrales de 12°, 15° y 17°.

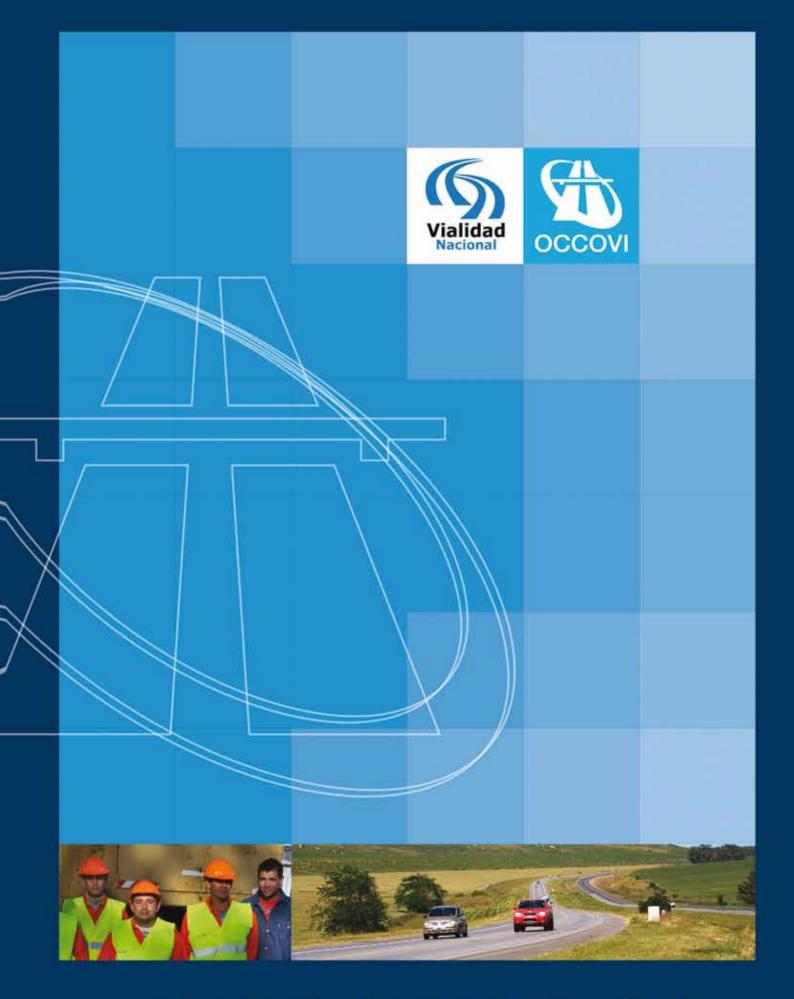
Para completar el análisis desarrollado en este trabajo, es necesario realizar un experimento de terreno complementario con grupos de conductores y focalizado en radios inferiores a 250 m. Esto permitirá estimar de una manera más robusta valores de comodidad subjetiva tolerables y contrastarlos con los valores críticas del índice de consistencia y ángulo Ball-Bank analizados en este trabajo.

### 7. Referencias

AASHTO (2011). A Policy on Geometric Design of Highways and Streets. 6ta. Edición. American Association of state Highway and Transportation Officials. Washington, D.C.

CONASET (2002). Señales Verticales, Volumen 2, Manual de señalización de tránsito. Comisión Nacional de Seguridad del Tránsito. Chile. FHWA (2009). Manual on Uniform Traffic Control Devices. FHWA, USA MOP (2012). Instrucciones y Criterios de Diseño. Volumen 3. Manual de Carreteras. Ministerio de Obras Públicas. Chile.

Septiembre 2013 Revista Carreteras | 105



Acompañando el crecimiento del país.

# DISEÑO DE CAPAS ASFÁLTICAS SEGÚN LA FUNCIÓN ESPECÍFICA

#### **AUTOR:**

Pablo E. Bolzan

#### **RESUMEN**

El diseño de capas asfálticas requiere de una cuidadosa consideración de las condiciones de proyecto, de la ubicación dentro de la estructura y las solicitaciones del clima y tránsito a fin de adecuar las mismas a las solicitaciones a las que estará sometida durante su vida de servicio. El proceso de diseño continua siendo un arte, no solamente por el hecho de tener que combinar mecanicismo con empirismo sino también para alcanzar una fórmula económica y a la vez amigable con el medio ambiente. En dicho proceso deben incorporarse conceptos muy importantes como sustentabilidad, seguridad (en carpeta asfáltica), nivel de confort, rapidez de ejecución, estética y análisis de riesgos para el ajuste de la predicción de durabilidad. En la Road Note 42 del TRL en su introducción indica que preocuparse por la durabilidad de los pavimentos asfálticos es ser sustentable, sin lugar a dudas. El asfalto no es un material sustentable, por lo cual es fundamental emplear criterios de sustentabilidad en su utilización, esto es desde la etapa de diseño.

El proceso de diseño comienza con la selección de los materiales y se compone en realidad de dos análisis: uno funcional y otro estructural. Un diseño de la textura superficial y un diseño de la estructura resistente de la mezcla que estará sometida a las mayores tensiones de todo el paquete estructural. De acuerdo con el uso específico de la capa asfáltica se debe adecuar el modo de diseño de la misma. En el presente escrito se realizan consideraciones técnicas de diseño para mezclas asfálticas en caliente de aplicación en carpetas de rodamiento según usos específicos incluyendo autopistas, carriles diferenciados, puertos, aeropuertos, vías urbanas de alto tránsito y cruces ferroviarios a nivel entre otros.

**Palabras clave:** diseño de mezclas, sustentabilidad, propiedades volumétricas, usos específicos, costo-efectividad

### INTRODUCCIÓN

La Road Note 42 (19) de la agencia de caminos HA de Inglaterra coloca una frase clave en su introducción para el diseño de capas asfálticas: "mejorar la durabilidad es, en verdad generalmente referenciado como el mejor medio a largo plazo de mejorar la sustentabilidad ". La durabilidad y la sustentabilidad están estrechamente vinculadas. Y la sustentabilidad es según la American Society of Civil Engineers (p.157, 2008): el desafío de satisfacer las necesidades humanas de los recursos naturales, productos industriales, energía, comida, transporte, refugio y manejo efectivo del desperdicio mientras se conserva y protege la calidad del medio ambiente y los recursos naturales

esenciales para el desarrollo futuro. Atendiendo a todo ello se debe por tanto en relación al diseño de mezclas asfálticas, emplear combinaciones de materiales y técnicas de aplicación tal que resulten en pavimentos sustentables. Esto es mezclas asfálticas de máxima durabilidad y técnicas más eficientes y ecológicas (WMA) con intervenciones que permitan rápida habilitación al paso del tránsito.

Luego, sustentabilidad ( durabilidad ), seguridad, confort, bajo mantenimiento, costo del ciclo de vida, análisis de ecoeficiencia y función específica resultan pilares fundamentales del diseño de capas asfálticas que no pueden ignorarse en el presente tiempo. El proceso de diseño de capas asfálticas comienza entonces en forma ordenada de la siguiente manera:

- Criterio de sustentabilidad: alcanzar una formulación con máxima durabilidad
- Criterio económico: análisis del costo total de la mezcla, de su ciclo de servicio incluyendo mantenimiento y reposición.
- Criterio de seguridad: en la posición superior como capa de rodamiento optimizando texturas y resistencia al deslizamiento y visibilidad.
- Criterio de confort, asegurando una mezcla de relativamente fácil colocación y asegurando los medios para obtener la menor rugosidad constructiva posible. Interviene también el nivel de sonoridad.
- Eco eficiencia, considerando niveles de emisión, medio ambiente, reciclabilidad, uso racional de materias no renovables.
- Función Específica, que requiere considerar la posición de cada capa y sus tensiones críticas.

Considerando factores intrínsecos de la mezcla para un diseño sustentable se requiere principalmente un balance entre las propiedades volumétricas de los materiales componentes y las condiciones de clima, carga, estructurales y de profundidad de la capa. Cada capa asfáltica debe ser diseñada para las particulares condiciones de proyecto a la cual está destinada, no es lo mismo diseñar la capa superior de rodamiento que la base inferior, ni lo mismo diseñar para un muelle de maniobras de contenedores en el puerto que para una avenida de tránsito pesado en la ciudad aun cuando se emplee el mismo tipo de mezcla asfáltica. Existen condiciones de proyecto particulares que requieren de ajustes en la formulación de las mezclas asfálticas tanto para el nivel que ocupa dentro del tipo estructural seleccionado como para la aplicación de servicio de la cual se trate.

Septiembre 2013 Revista Carreteras | 107

En muchos proyectos se tienen solicitaciones de carga diferentes y sin embargo se suele emplear la misma formulación asfáltica para todos los segmentos del mismo. Cuando en una carretera coexisten zonas rectas en llanura con zonas en rampa y pendiente, rotondas, intercambiadores, etc, si bien se puede emplear el mismo tipo de mezcla asfáltica deben necesariamente realizarse ajustes en cada situación donde las condiciones de tensiones y deformaciones cambien.

Es costumbre bastante arraigada en países latinoamericanos referirse a una mezcla asfáltica en términos de la muy difundida Estabilidad Marshall como principal parámetro de calidad de la misma. El término estabilidad debe referirse al mantenimiento de las propiedades de la mezcla en el tiempo bajo las condiciones de carga, clima y estructura, mas que a un valor de resistencia en kilogramos dado por un ensayo de base netamente empírica desarrollado en los años treinta. Hoy día es necesario incorporar no sólo otros ensayos mecánicos para las mezclas sino también los otros conceptos ya mencionados (sustentabilidad, seguridad, confort, rapidez de ejecución y habilitación al tránsito, y costo-efectividad, etc).

Una mezcla asfáltica debe ser resistente, pero también sustentable. El criterio de sustentabilidad —muy empleado hoy día en toda gestión de proyectos- se refiere a pensar en las generaciones futuras y a que la utilización de materiales no renovables como el asfalto debe hacerse con responsabilidad, con mezclas de la mayor durabilidad posible a fin de espaciar en el tiempo su rehabilitación con nuevos materiales. El ingeniero diseñador de mezclas puede alcanzar un diseño sustentable a través del proceso de selección de materiales y de un diseño adecuado al uso específico.

El criterio de seguridad se traduce en la imperiosa necesidad de alcanzar unas propiedades de fricción determinadas que se mantengan en el tiempo de servicio de la carpeta. El criterio de confort está relacionado no solamente con la comodidad del usuario sino también con su seguridad y la durabilidad del tratamiento. El criterio de rapidez de ejecución y habilitación al tránsito se traduce en menores demoras al mismo, hoy pieza fundamental en todo proyecto y de gran incidencia en el costo-efectividad. El criterio estético apunta a obtener visualmente una superficie homogénea, pero también considerando homogeneidad en todo el espesor de la capa. Ello se traduce en durabilidad que está directamente relacionada con la sustentabilidad. Dentro de la durabilidad se conjugan factores que hacen a la resistencia mecánica de la mezcla, resistencia al envejecimiento y a la acción del agua. La relación costo-efectividad del proyecto busca el menor costo en el total de la duración del mismo.

Resumiendo, en todo método de diseño de pavimentos y sus capas asfálticas se requiere tener en cuenta entonces importantes aspectos:

- 1. Resistencias estructural y friccional,
- 2. Seguridad y Confort
- 3. Sustentabilidad
- 4. Impacto Ambiental
- 5. Costo del ciclo de vida
- 6. Estética
- 7. Uso específico

El punto 7 referido al diseño de mezclas asfálticas para usos específicos es que el que se desarrolla en el presente trabajo.

### CRITERIO GENERAL DE DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS

De acuerdo con el Manual de diseño del Asphalt Institute (1) y con el buen sentido común de la ingeniería vial las mezclas asfálticas deben diseñarse teniendo en cuenta el siguiente decálogo:

- 1. suficiente volumen de ligante asfáltico para asegurar durabilidad
- 2. suficiente volumen de vacíos de aire
- 3. suficiente volumen de vacíos intergranulares
- 4. vacios rellenos de ligante
- 5. estabilidad
- 6. trabajabilidad
- 7. textura superficial
- 8. bajo nivel de ruido
- 9. estructura granular
- 10. resistencia mecánica

Por otro lado el denominado sistema Superpave (2) de diseño y análisis de mezclas asfálticas de comportamiento superior presenta cuatro importantes etapas:

- 1. selección de materiales componentes
- 2. determinación de la estructura granular de diseño,
- 3. propiedades volumétricas
- 4. ensayos de simulación del comportamiento en campo

El sistema desarrollado en 1993 y en vigencia en la gran mayoría de los estados mantiene el diseño en base a las propiedades volumétricas de los métodos anteriores y agrega un capitulo sobre la necesidad de relacionar ensayos con el comportamiento en servicio. Está claro que para poder tener un diseño de mezclas asfálticas seguro y confiable es necesario poder relacionarlo con el comportamiento en servicio y uso específico. Los análisis de datos e interpretación de los mismos aún se encuentran en etapa de desarrollo, pero existen algunas indicaciones para el diseño basadas en el comportamiento según el uso específico de la mezcla.

Existen algunos factores clave para el éxito del diseño una vez seleccionado los materiales a emplear: el criterio de selección de la estructura y textura granular de diseño, el diseño del mastic asfáltico (filler, ligante, aditivos), las relaciones volumétricas de sus componentes, las propiedades mecánicas del conjunto y el costo-efectividad de la misma.

# **DISEÑO POR CAPA**

Con el advenimiento del concepto de pavimentos perpetuos (Perpetual Pavements, USA) o pavimentos de larga vida (Long Life Pavements, versión Europea) se toma en consideración las palabras atribuidas a Mr Roger LeClerc del Departamento de Transporte de Washington, USA en 1970:

Los pavimentos asfálticos deberían ser diseñados para forzar la falla en la superficie del mismo donde es menos costoso de mantener.

De ahí que en base a la experiencia europea, en particular en Inglaterra y los estudios del TRL de ese país evaluando el comportamiento de pavimentos con estructuras de alto espesor a través de los años de servicio, los norteamericanos acuñaron el término de pavimentos perpetuos considerando durante la vida de servicio con un diseño para 50 años:

- 1. no se admiten fallas en la estructura
- 2. toda posible falla debe concentrarse en la capa de superficie
- 3. cada capa se diseña según función

Entonces, la estructura asfáltica se divide en tres grandes regiones:

- una primera capa diseñada para resistir fundamentalmente los esfuerzos de fatiga por repetición de cargas y ciclos térmicos, denominada base course o subbase en nuestro medio.
- una segunda capa con diseño basado en resistir primariamente deformaciones permanentes denominada binder course o base en nuestro medio, y
- la capa de rodamiento o wearing course que debe resistir ahuellamiento, fisuramiento de arriba hacia abajo, los cambios térmicos y debe tener adecuada resistencia al deslizamiento.

La cuestión entonces es dimensionar la estructura en espesor y en formulaciones tales que todo lo que está debajo de la capa de rodamiento sea resistente durante el período de servicio estimado entre 40 y 50 años, y el fusible de mantenimiento sea solamente la capa superior a ser reemplazada con una periodicidad que normalmente está en 10 años. Los espesores se fijan en función del tránsito anticipado, el clima y la sub estructura de apoyo. El único espesor que resulta casi independiente del resto es el de la carpeta de rodamiento que normalmente se fija en 40 mm en pavimentos nuevos y en refuerzos funcionales. Tanto la capa de base como las sub bases se dimensionan por fatiga y por deformaciones permanentes.

## **FUNCION Y USOS ESPECIFICOS**

No todos los pavimentos serán diseñados con perpetuidad de sus estructuras (50+ años de vida de servicio). Es más, seguramente serán los menos. Sin embargo y a partir de estructuras flexibles con capas asfálticas desde aproximadamente 20 cm de espesor hacia arriba los conceptos arriba vertidos son de aplicación. Es decir habrá que dividir los 20 cm en al menos tres capas con funciones bien diferenciadas: arriba la capa de rodamiento, en el medio la capa resistente a deformaciones permanentes y abajo la capa resistente principalmente a fatiga.

# El problema de la selección del tipo de Ligante Asfáltico

La primera cuestión en la selección de los materiales componentes de las capas asfálticas es la de elegir el tipo de ligante asfáltico para cada una la cual debe realizarse en función de los requerimientos de comportamiento de las mismas. Y no se trata solamente de elegir el ligante en función de la temperatura media de la región como se ha venido haciendo en general, donde regiones con temperaturas medias temperadas requerían ligantes CA20, CA30 para las regiones de altas temperaturas y CA120 para las regiones con bajas temperaturas. El problema es más complejo por el hecho mismo del comportamiento de fluir complejo que presenta el ligante donde su módulo varía simultáneamente con la temperatura y con la velocidad de aplicación de la carga.

Un método interesante de selección del ligante el desarrollado por SHRP que presente un método de graduación de ligantes por comportamiento (Peformance Graded) del sistema Superpave plus donde también se combinan ensayos reológicos fundamentales con ensayos no directamente relacionados con el comportamiento pero que han sido empleados durante años por las diferentes autoridades de caminos. Si bien el método aún presenta algunas limitaciones hasta el presente se constituye en uno de los más completos para seleccionar un ligante asfáltico en función de las condiciones de clima y tránsito del proyecto tanto para las capas superiores como para las inferiores.

El procedimiento permite además establecer el grado de confiabilidad deseado en la selección, establecer ligantes para tránsitos de distinta considieración y poder variar el tipo de ligante en función de la profundidad de la capa. Como ejemplo se presenta a continuación el cálculo del tipo de betún a adoptar en un proyecto de una avenida con elevado tránsito pesado en el clima de la ciudad de Buenos Aires. Como puede observarse para el uso específico ha sido hecho el ajuste por tránsito pesado y estático. Se ha empleado el software ofrecido como Long Term Pavement Performance Binder LTPPBind desarrollado en los EEUU.

Septiembre 2013 Revista Carreteras | 109

#### LTPPBind. PG Binder Selection Report (Date: 26/03/2006)

Datos del Usuario		
Latitud, grados	3	35
Profundidad desde la capa superficial, mm	2	25
Confiabilidad deseada, Percent	9	98
Tránsito, Millones de ESALs		30
Velocidad del tránsito	Estát	ico
Método de ajuste por tránsito	KN	/C
Temperatura del Pavimento y PG	ALTA	BAJA
Temperatura de diseño del aire	33.0	-5.5
Desvío Standard	1.5	3.6
Using HT/LT Model:LTPP/LTPP	ALTA	BAJA
Temperatura de diseño del pavimento	55.7	-6.6
Ajuste por carga del tránsito	+ 1	2
Ajuste por velocidad del tránsito	+ 9	9
Ajuste por temperatura del pavimento	76.7	-6.6
Grado de Ligante PG	82	-10

El PG 82-10 indica un ligante resistente a temperaturas elevadas del pavimento de hasta 82 grados considerando la media móvil de los 7 días de máximas temperaturas, mientras que resiste hasta -10 grados centígrados de temperatura en el pavimento. Ese par de valores puede complementarse agregando el valor de temperatura indicada para la resistencia a fatiga en la zona de temperaturas medias.

#### Formación de la Estructura-Textura Granular

Uno de los componentes críticos en el diseño de mezclas asfálticas resulta ser el criterio de selección del escalonamiento granulométrico de las partículas minerales incluído el filler. El fin es adoptar una curva granulométrica y sus tolerancias tal que brinde las propiedades funcionales y estructurales buscadas según la aplicación específica. Simultáneamente dicha estructura granular debe también cumplir con brindar una textura superficial necesaria para dar origen a propiedades friccionales adecuadas.

En la selección de la estructura granular mas conveniente se pueden seleccionar diferentes curvas: continuas finas, continuas gruesas, discontinuas abiertas, discontinuas cerradas. Así por ejemplo puede seleccionarse una estructura francamente abierta para formar en la superficie una capa drenante, apoyada sobre una estructura densamente graduada resistente principalmente a la deformación permanente y que sea impermeable y una capa densamente graduada con un valor de VAM elevado de manera de permitir mayor contenido de ligante para una mezcla altamente resistente a fatiga.

# Diseño de la Macrotextura y Fricción en función de la Estructura Granular de Diseño

En un trabajo publicado por Goodman en TRB 1949-2006 (5) Goodman et al. proponen un método de integración de las características friccionales del pavimento en el proceso de diseño de las mezclas asfálticas. El método consiste en medir la macrotextura en la superficie de probetas elaboradas en laboratorio y la resistencia al deslizamiento BPN con el péndulo Inglés. Dicho autor ha encontrado resultados que le permitieron desarrollar ecuaciones de correlación entre los valores aproximados obtenidos en el laboratorio y su proyección a lo que podría obtenerse en el camino. Sin dudas un método interesante, el autor del presente trabajo propone utilizar el método de Goodman pero sobre probetas de laboratorio de mayores dimensiones, 30 x 30 cm, compactadas como para ser analizadas en el Wheel Tracking Test. Es decir se prepara la mezcla de laboratorio como para ser ensavada en el WTT, pero previamente a ello se determinan mediciones de macro y microtexturas a fin de tener una idea aproximada de los valores iniciales a obtener en la mezcla compactada.

# El factor contacto interparticular en las mezclas de alta resistencia y uso específico

Originalmente desarrollado para el diseño de las mezclas SMA, el concepto de desarrollar un esqueleto pétreo con contacto entre partículas minerales gruesas se extendió a las mezclas drenantes y toda mezcla que sea sometida a grandes presiones de tránsito pesado. Si la matriz gruesa de las partículas minerales flota en la mezcla no permite desarrollar la resistencia necesaria para soportar las cargas del tránsito pesado. Para alcanzar el estado de contacto interparticular se utiliza el ensayo desarrollado por Brown et al, 1996 que determina los vacíos en la fracción gruesa (VCA) y la compara con los vacíos de la fracción gruesa en la mezcla compactada (VCAmix) a fin de verificar que la misma sea menor que el valor de VCA. El procedimiento se describe en un reporte del NCHRP (6).

#### El factor Propiedades Volumétricas y usos específicos

Las relaciones peso-volumen entre los distintos materiales componentes de una mezcla asfáltica tienen directa incidencia en su comportamiento. De allí la importancia de conocer las proporciones volumétricas entre el asfalto y los minerales de manera de obtener un diseño balanceado entre el material pétreo, filler, asfalto y aditivos. Los parámetros en volumen de interés para el diseño de cualquier mezcla asfáltica son esencialmente nueve:

- Volumen de ligante asfáltico efectivo
- Volumen de vacíos de aire en la mezcla compactada
- Volumen de vacíos intergranulares
- Volumen de espacios rellenos por ligante
- Volumen de ligante asfáltico perdido por absorción
- Volumen aparente de mezcla compactada
- Volumen de mezcla sin vacíos de aire
- Volumen de agregados minerales (según peso específico aparente)
- Volumen de agregados minerales (según peso específico efectivo)



Los volúmenes indicados varian ampliamente de acuerdo con el tipo de mezcla asfáltica a diseñar. Los vacíos de aire deben ser suficientes para permitir la expansión del asfalto en clima cálido y tránsito pesado, deben ser estables dentro de un cierto rango crítico. Los vacíos o ausencia de ligante y masa de minerales existen en toda mezcla asfáltica —a excepción de la Gussasphalt o asfalto fundido- y deben tener un valor mínimo determinado. Si los Va son cero, no existen, entonces se rompe el equilibrio de volúmenes en la mezcla y la misma resulta inestable ante las acciones del tránsito y del clima.

### Propiedades Mecánicas de Ingeniería de Mezclas

Claramente es necesario recurrir a medir las relaciones entre tensiones y deformaciones del sistema, esto es un módulo ya sea resiliente, dinámico, complejo, etc para poder tener una referencia ingenieril de la calidad de la mezcla. El sistema Superpave ha desarrollado una metodología de análisis de las mezclas asfálticas contemplando distintos aspectos del diseño y su relación con el comportamiento en servicio mediante la utilización de ensayos de simulación de comportamiento pero aún resta camino por recorrer para poder afinar adecuadamente el sistema.

Pellinen en (7) y en (8) propone dentro de un marco conceptual para un diseño equilibrado de mezclas asfálticas un sistema binario Rigidez-Resistencia (G\*-IDT) donde se establecen valores mínimos para ambos parámetros a fin de diseñar para resistir a los dos modos de falla principales en una mezcla: deformaciones permanentes y fisuramiento. Se trata de buscar el balance entre la resistencia a tracción indirecta y el módulo dinámico de la mezcla asfáltica en cuestión.

Otro sistema de analizar mecánicamente una mezcla asfáltica viene dado por el Superpave SPT recientemente desarrollado por la Universidad de Maryland: se basa en la medición del Módulo Dinámico y los parámetros Flow Number-Flow Time (9). En la interesante publicación de J Zhang et al (10) se pueden encontrar una larga lista de ensayos para diseño de mezclas asfálticas relacionados con el comportamiento. En la misma se mencionan las ventajas y desventajas de cada método, el diseñador de mezclas asfálticas deberá decidir por cual optar dependiendo de las condiciones de proyecto y niveles de riesgo a adoptar.

# Diseño del espesor. La Proporción Ideal entre el espesor vel tamaño máximo nominal de los agregados pétreos.

Si bien el proyectista es quien determina los espesores de capa en función de la resistencia a fatiga y a deformaciones permanentes en la estructura, es necesario tener en cuenta que simultáneamente existen relaciones entre el tamaño máximo nominal del agregado y el espesor de capa, como así también un espesor casi definido para la capa de rodamiento. La capa de rodamiento es la más cara de la estructura, la que lleva los materiales más costosos, por tanto se diseña con espesor mínimo que actualmente no supera los 40 mm. Por ello en cualquier estructura nueva o en repavimentaciones de 100 a más mm de espesor la capa superior invariablemente tendrá entre 20 y 40 mm, siendo éste último el valor más empleado. El resto de las capas asfálticas tendrán espesores determinados por el cálculo estructural que determinará cuanto espesor total de base y de sub base son requeridos. No obstante ello existen también restricciones constructivas que probablemente harán subdivisiones tanto en base como en subbase. Por lo general no se recomienda colocar capa mayor de 100 mm de espesor.

Por otro lado se plantea la siguiente cuestión: cual es la proporción ideal entre el tamaño de los agregados empleados y el espesor de capa compactada (e/tmn) ? Es indudablemente importante determinar el espesor mínimo necesario para la carpeta de rodamiento en función del tamaño máximo del agregado y de la función específica de la mezcla. En este sentido el NCAT (11) en Determining Minimun Lift Thickness for Hot Mix Asphalt Mixtures de E Brown han realizado estudios donde relacionan espesores, densidades, permeabilidad y compactabilidad, cuatro parámetros importantísmos que no deben descuidarse a la hora de diseñar capas asfálticas. Allí obtuvieron las siguientes relaciones a fin de lograr una compactación mejorada en la mezcla colocada:

- 1. la relación e/tmn sea al menos igual a 3 para mezclas finas y a 4 para mezclas gruesas
- 2. para mezclas SMA también indican una relación al menos igual a 4.

Indican también que si bien pueden emplearse relaciones menores que las señaladas, ello requerirá mayor esfuerzo de compactación para alcanzar la densidad adecuada. En cuanto a la curva de enfriamiento de las mezclas delgadas vs gruesas, han encontrado que para mezclas de espesor igual a 25 mm el enfriamiento es dos veces mas veloz que para mezclas con 38 mm de espesor. Para espesores mayores el enfriamiento no resulta tan crítico.

#### DEFINICIÓN DEL CONTENIDO ÓPTIMO DE LIGANTE ASFÁLTICO

El contenido óptimo de ligante asfáltico es aquel para el cual la mezcla asfáltica resultará durable, estable y resistente al agua. Por lo general se lo determina en gabinete mediante una fórmula de aproximación basada en la granulometría de los áridos y su superficie específica, mientras que en laboratorio se lo determina en función de obtener una mezcla con el 4% de vacíos para una. Determinada energía de compactación (método Superpave) o bien en función de las curvas Marshall en

SEPTIEMBRE 2013 REVISTA CARRETERAS | 111

base a los resultados obtenidos utilizando todas las curvas, no sólo la de Estabilidad vs Contenido de ligante (error frecuente en la práctica Marshall).

Estudios recientes en USA (12) muestran como mejor opción estimar el contenido óptimo de ligante para un valor mínimo de VAM para una determinada energía de compactación el lugar de utilizar el 4% de vacíos de aire. Se ha comprobado que resulta una definición mas aproximada del contenido óptimo de ligante cuando se define el punto donde se asegura el valor mínimo de VAM. Ello suele ocurrir para un rango de Va entre aproximadamente el 2 y 5%. También se ha comprobado según el mismo estudio que el punto donde el contenido de asfalto asegura el VAM se produce aproximadamente para un 75% de RBV (porcentaje de vacíos rellenos con asfalto). No debe descuidarse la importancia del cálculo correcto del VAM. que es la suma del volumen de vacíos de aire más el volumen de asfalto efectivo, es decir considerando solamente la parte de asfalto activa en la mezcla. Con ello se gana también en durabilidad.

### Selección del Tipo de Mezcla

Tanto el Asphalt Institute como la NAPA cuentan con publicaciones donde se establece una guía para la selección del tipo de mezcla asfáltica más adecuada de acuerdo con las condiciones de tránsito, clima y estructura según el proyecto de que se trate. La publicación de la NAPA (13) presenta diversos tipos de mezcla y el catálogo de selección en función de espesores, funciones y tránsito.

#### **Niveles de Tránsito**

Es necesario definir alguna escala de tránsito a fin de poder darle un significado numérico a la selección del tipo de mezcla cuando se habla de bajo, moderado y alto nivel de tránsito. En este sentido la publicación de NAPA Information Series 128 indica tres niveles en función del número de ejes simples equivalentes ESALs que puede verse en la tabla 2.

Tabla 2. Niveles de tránsito Considerados			
Designación del Tránsito	ESALs	Aplicaciones típicas	
Bajo	< 300.000	Caminos con tránsito liviano, caminos rurales, secundarios, calles urbanas con restricción de tránsito pesado.	
Moderado	300.000 a 10.000.000	Caminos de dos vías, multitrochas, autovías con accesos controlados, calles urbanas con tránsito pesado, rutas provinciales y algunas rurales.	
Elevado	> 10.000.000	Caminos de dos o mas vias, avenidas con tránsito pesado, multitrochas, carriles para vehículos pesados, zona de peajes.	

# Recomendación del Tipo de Mezcla para Capa de Rodamiento y Espesores Mínimos

La mencionada Guía NAPA, presenta un catálogo de mezclas densas, discontínuas y abiertas, que incluyen diferentes tamaños máximos y rango de espesores usuales para capas de rodamiento. La guía formada en función de una encuesta nacional en los EEUU indica las mezclas recomendadas en función de tres niveles distintos de tránsito: bajo, moderado y elevado como se señaló en el punto respectivo. Así por ejemplo, para tránsitos bajos se trabaja con mezclas densamente graduadas entre 5 y 12 mm de tamaño máximo, mientras que para tránsitos elevados se recomiendan todas las SMA y las mezclas con granulometrías donde predominan fracciones gruesas. Para tránsito moderado ingresan las mezclas finas desde 10 mm y todas las SMA.



Gráfico 1. DFG: mezclas densas finamente graduadas, SMA, OFC, mezclas drenantes, DCG, mezclas densas con granulometría gruesa. Las flechas indican el tipo de mezcla recomendada según el tránsito sea liviano, mediano o pesado (color rojo).

La Guía no se refiere ni reúne todos los casos particulares que puedan presentarse, sino que señala casos generales como una herramienta para ayudar a la selección del tipo de carpeta asfáltica mas apropiada según las condiciones de tránsito, clima, drenaje y estructura.

# CONSIDERACIONES PARTICULARES DE DISEÑO PARA USOS ESPECÍFICOS

Las tablas que siguen han sido confeccionadas en base a veinticinco usos específicos de mezclas asfálticas y los requisitos expresados en términos funcionales y estructurales de acuerdo con la experiencia local y extranjera. Asimismo se indican los riesgos principales en cada aplicación que deben ser analizados durante la etapa de diseño de las mezclas.

	Condición Crítica de	Brinsinsles Branisdades	
Aplicación	Diseño	Principales Propiedades Requeridas	Identificación de Riesgo Principales
Puerto, Muelle de contenedores	Transito pesado lento y estático	Resistencia a deformaciones permanentes y esfuerzos tangenciales	Deformaciones permanentes Desprendimientos Exudación
Aeropuerto: Pista	Juntas de Construcción y Fricción	Propiedades friccionales y durabilidad	Desprendimiento Envejecimiento
Aeropuerto: Rodajes	Cargas pesadas lentas	Elevados Módulo Dinámico y Resistencia a Tracción Indirecta	Deformaciones Permanentes
Aeropuerto: Plataformas	Cargas Estacionarias y Maniobras	Elevados Módulo Dinámico y Resistencia a Tracción Indirecta	Deformaciones Permanentes Desprendimientos
Via Urbana Tránsito Pesado	Tránsito pesado iento	Resistencia a deformaciones permanentes y fatiga	Deformaciones permanentes Exudación
Via Urbana Tránsito Liviano	Durabilidad	Durabilidad	Caída de la fricción Desprendimientos
Autovias, camiles de aceleración	Trânsito pesado lento	Elevados Módulo Dinámico y Resistencia a Tracción Indirecta	Desprendimientos
Pavimentos Rigido- Compuestos	Reflexión de juntas y grietas	Alta rigidez y resistencia a la fisuración refleja	Fisuración por reflexión
Pavimentos Flexible- Compuestos	Reflexión de fisuras	Elevados Módulo Dinámico y Resistencia a Tracción Indirecta	Fisuración por reflexión
Carpetas sobre adoquinados	Reflexión de adoquines	Resistencia a deformaciones	Deformación por reflexión
Autovias, camiles de desceleración	Transición de alta a baja velocidad	Elevados Módulo Dinámico y Resistencia a Tracción Indirecta	Deformaciones
Terrapienes de acceso a puentes	Tránsito pesado y lento	Elevados Módulo Dinámico y Resistencia a Tracción Indirecta	Ahuellamiento Exudación
Autopistas – Tránsito ligero	Alta velocidad	Durabilidad y Fricción	Desprendimientos Caída de la friccion
Autopistas – Tránsito Pesado	Tránsito pesado a baja velocidad	Elevados Módulo Dinámico y Resistencia a Tracción Indirecta	Ahuellamiento
Rotondas	Giros	Alta resistencia a esfuerzos tangenciales y a derrames de combustibles	Desprendimientos Deformaciones
Tablero de Puentes	Estabilidad y durabilidad	Elevados Módulo Dinámico y Resistencia a Tracción Indirecta	Reflejo de juntas Fisuramiento
Intersecciones Semaforizadas	Tránsito pesado lento	Elevados Modulo Dinámico y Resistencia a Tracción Indirecta	Deformaciones permanentes Desprendimientos Consolidación Desgaste superficial
Intercambiadores de tránsito	Seguridad y bajo mantenimiento	Elevada durabilidad y resistencia al ahuellamiento	Formación de baches Baja fricción
Túneles	Seguridad, sin interrupción del tránsito	Elevada durabilidad	Accidentes Formación de baches
Viaductos	Seguridad y bajo mantenimiento	Elevada durabilidad y buenas propiedades friccionales	Accidentes Baja fricción
Playa de Maniobras	Maniobras de cargas pesadas, Giros, cargas estacionarias	Alto módulo, alta resistencia a esfuerzos tangenciales	Deformaciones Desprendimientos
Autódromos	Juntas de construcción y fricción	Alta fricción, alta resistencia a esfuerzos tangenciales	Desprendimientos Durabilidad Falta de Fricción
Cruces FFCC	Resistencia a cargas pesadas y temperaturas elevadas	Elevados Modulo Dinámico y Resistencia a Tracción Indirecta	Deformaciones
FFCC debajo del balasto	Lisura y Permeabilidad	Flexibilidad (bajo módulo) e impermeabilidad	Asentamientos Daño por humedad
FFCC debajo de los durmientes	Lisura y Permeabilidad	Rigidez e impermeabilidad	Deformaciones y Daño por humedad

La tabla 4 se ha confeccionado tomando en cuenta las características de calidad recomendadas por el NCHRP Research Results Digest 291 de USA (14). En dicho estudio se evaluaron diferentes parámetros de calidad mediante el empleo de ensayos de simple factura a fin de poder incorporarlos a especificaciones técnicas relacionadas con el comportamiento a largo plazo de las mezclas asfálticas. Son parámetros que miden características según producción y colocación de las mezclas: la cantidad de segregación, la rugosidad del perfil longitudinal,

el grado de densificación, la calidad de la junta longitudinal y la porosidad con que queda la mezcla compactada. Los cinco parámetros tienen influencia directa con el comportamiento y presentan mayor o menor criticidad según el uso específico de la mezcla en carpeta.

Los parámetros seleccionados tienen distintos significados. El nivel de segregación superficial en la mezcla compactada se mide a través de una relación de macrotexturas y puede ser nulo, bajo, medio o alto. Según el tipo de aplicación puede admitirse cierta tolerancia en la segregación superficial o no según se indica en la tabla 4.

	Segregación Superficial	Rugosidad Inicial	Densificación Inicial %	Densificación en la Junta longitudinal %	Coeficiente Fricción
Puerto, Muelle de contenedores	В	В	92	93-97	В
Aeropuerto: Pista	N	В	96	> 97	A
Aeropuerto: Rodajes	В	В	96	> 97	М
Aeropuerto: Plataformas	В	М	94	> 97	В
Via Urbana Tránsito Pesado	В	В	94	93-97	М
Via Urbana Tránsito Liviano	N	В	96	93-97	A
Autovias, carriles de aceleración	N	В	92	93-97	A
Pavimentos Rigido- Compuestos	В	В	96	93-97	A
Pavimentos Flexible- Compuestos	В	В	96	93-97	A
Carpetas sobre adoquinados	N	В	96	93-97	М
Autovias, carriles de desceleración	В	В	94	93-97	A
Terraplenes de acceso a puentes	В	В	96	93-97	М
Autopistas – Tránsito ligero	N	В	96	> 97	A
Autopistas – Tránsito Pesado	В	В	94	93-97	М
Rotondas	В	В	96	> 97	A
Tablero de Puentes	N	В	96	> 97	A
Intersecciones Semaforizadas	В	В	96	93-97	A
Intercambiadores de tránsito	N	В	96	93-97	A
Túneles	N	8	96	> 97	A
Viaductos	N	В	96	> 97	A
Playa de Maniobras	N	М	96	93-97	В
Autódromos	N	В	96	97	A
Cruces FFCC	В	М	92	93 – 97	A
FFCC debajo del balasto	В	М	96	NA	В
FFCC debajo de	В	BaM	96	NA.	В

#### Notas

- 1. Segregación superficial admisible: nula N, baja B, Media M y alta A.
- 2. Rugosidad Inicial admisible: baja B, Media M, Alta A
- 3. Grado de densificación inicial necesario: densidad de la mezcla compactada / máxima densidad teórica. Puede ser mínima 92%, 94 o 96 %.
- 4. Grado de densificación en la junta longitudinal: densidad en la junta / densidad en la mezcla compactada. Puede ser aceptable, mayor del 97%, buena entre 97 y 93% y pobre menor del 93%.
- 5. El coeficiente de fricción debe ser: alto A, medio M, bajo B según la aplicación.

SEPTIEMBRE 2013 REVISTA CARRETERAS | 113

Como puede apreciarse todos los parámetros indicados son importantes y deben prestarse atención cuando se diseña el tipo de mezcla según uso específico a fin de evitar la posibilidad de formación de segregaciones, tanto granulométricas como térmicas, que sean suficientemente trabajables a fin de poder ser colocadas con la mejor densificación y menor rugosidad posibles y tener en cuenta el coeficiente de fricción según la aplicación, muy importante en pistas y autopistas y menos importante en playa de maniobras y muelles. No se indican valores dado que los mismos deben ser indicados por el proyectista en cada caso.

En la tabla 5 se indican las propiedades volumétricas en términos de la relación betún-vacíos y el porcentaje de vacíos de aire de diseño para varios usos específicos. Los vacíos de aire además se deben ajustar por clima adoptando el valor menor para climas fríos y el mayor para cálidos.

Tabla 5. Propiedades volumétricas y Usos Específicos					
	Condición Critica	TMA mm	Curva Granulométrica	RBV %	Va de diseño %
Puerto	Transito pesado lento y estático	25-38	CG	75-85	2-4
Aeropuerto	Juntas de Construcción y Fricción	8-10	CoD	75-85	3-5
Via Urbana Alto Tránsito	Tránsito pesado lento	12-19	CG	68-75	4-5
Via Urbana Bajo Tránsito	Durabilidad	5-10	CoD	75-85	3-5
Autovias	Alta velocidad y tránsito pesado lento	8-10	D	68-75	2-4
Autopistas	Alta velocidad	10-12	D	68-75	2-4
Puentes	Espesor y durabilidad	10-12	CoD	68-75	2-4
Intersecciones Semaforizadas	Tránsito pesado lento	19	D	68-75	2-4
Playa de Maniobras	Esfuerzos tangenciales	19 -25	CoD	75-85	3-4
Autódromos	Juntas y fricción	8-10	D	80-90	2-4
Cruces FFCC	Uniformidad e impermeabilidad	8-12	С	80-90	2-4
FFC debajo del balasto	Lisura e impermeabilidad	25-38	С	80-90	2-3
Como Balasto	Lisura e impermeabilidad	19-25	C	80-90	2-3

Nota: TMA, tamaño máximo del agregado, C, curva continua, D, curva discontínua, CG curva continua gruesa. Va, vacíos de aire.

De lo hasta acá expuesto resulta que:

En sitios donde hay elevadas tensiones (tránsito, clima, geometría) se requieren mezclas resistentes, con elevadas resistencias al ahuellamiento y fatiga, en general altos TMN de agregados, composición granulométrica con contacto interparticular, impermeable, resistente a combustibles, elevada estabilidad, alta relación F-B, y alta resistencia a las maniobras en superficie.

En proyectos con tensiones bajas se favorecen mezclas ricas en ligante, volumen de vacios de aire del lado bajo, altas RBV, bajo nivel de ruido, confortables, fricción adecuada.

# ANÁLISIS DE COSTOS INICIALES Y DURANTE EL TIEMPO DE SERVICIO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA SEGÚN USOS ESPECÍFICOS

Manteniendo siempre presente el concepto de alcanzar un diseño de mezcla asfáltica sustentable es necesario completar el proceso de diseño aplicando los conceptos del análisis del costo del ciclo de vida (LCCA) a fin de poder comparar distintas alternativas. El método incluye los costos iniciales y futuros—mantenimiento y rehabilitación, costos del usuario, etc- de dos o mas alternativas de manera de obtener la mezcla de menor costo en función del comportamiento en servicio buscado para el uso específico establecido (16). La idea del uso del LCCA es impulsar que la toma de decisiones de inversión en caminos consideren no sólo los costos de construcción sino también los de mantenimiento y reposición, única forma válida para definir cual alternativa es la que resulta costo-efectiva.

#### Durabilidad de las Mezclas Asfálticas

A fin de poder estimar costos futuros un dato crucial en el LCCA resulta conocer la durabilidad de la mezcla asfáltica. Recientemente la Asociación Europea de Pavimentos Asfálticos EAPA (17) ha publicado un trabajo sobre pavimentos de larga vida donde incluye datos de durabilidad de mezclas asfálticas. Los mismos se reproducen en la tabla de la figura inferior y la gráfica correspondiente.

Major roads / motorways / heavily trafficked				
Туре	15% Lowel level	European average	85% Higher level	
AC	8	14	18	
AC-TL 30-40 mm	8	12	18	
AC-VTL 25-30 mm	8	10	12	
UTLAC	8	10	12	
PA	8	10	14	
2L-PA 1)	9	11	12	
SMA	14	20	25	
HRA	17	21	25	
Mastic-A	18	21	24	

Soft-A is not used here

Table 1: Durability of surface layers on major roads

Tipo de mezcla: AC, concreto asfáltico, AC-TL, microconcretos asfálticos, AC-VTL, concreto asfáltico ultradelgado, UTLAC, concretos ultradelgados franceses, PA, mezclas drenantes, 2L-PA, mezclas drenantes dobles, HRA, concreto asfáltico inglés, Mastic-A, mezcla asfáltica sin vacíos de aire.

<sup>1)</sup> Only based on Dutch results

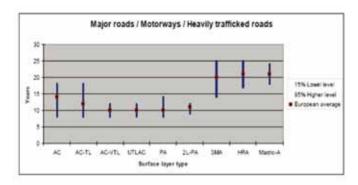


Figure 8: Durability of surface layers on major roads

Por su parte el Asphalt Institute (18) en su trabajo sobre polímeros ya mencionado presenta una tabla donde se indica el incremento de vida de servicio por el uso de polímeros en el ligante asfáltico tanto de carpeta como de base en función de las condiciones del tránsito, clima y estado del pavimento existente.

Tabla 7. Incremento esperado en la vida de servicio de pavimentos flexibles y refuerzos con mezclas asfálticas. Se asume que carpeta y base tienen polímero y las mezclas convencionales fueron diseñadas para 20 años.

Dato de proyecto	Condición	Aumento de vida de servicio Años
Tráfico	Bajo – Intersecciones	5 a 10
	Bajo – Pasajes	3 a 6
	Bajo – Cargas Pesadas	5 a 10
	Moderado	5 a 10
	Alto	5 a 10
Clima	Cálido	5 a 10
	Templado	2a5
	Frío	3 a 6
Condición del	Buena	5 a 10
pavimento	Pobre, con fisuras generalizadas	1a3
exsistente	sin ningún tratamiento antifisuras.	
	ento de vida útil se basa en la medició	on de fallas del pavimento,

comentarios de expertos, juzgamiento ingenieri

La tabla 7 muestra interesantes resultados a tener en cuenta a la hora de incorporar un ligante modificado en el diseño de una mezcla asfáltica.

#### **CONCLUSIONES**

La presente comunicación técnica tiene por objeto poner de manifiesto la necesidad de diseñar mezclas asfálticas incorporando conceptos de sustentabilidad y durabilidad, y según el uso específico de la misma para el diseño estructural. Existe una interesante variedad de formulaciones posibles para ser adaptadas a cada uso específico teniendo en cuenta las particulares condiciones del proyecto. Dentro de la estructura asfáltica las capas se dividen según su función, la carpeta debe diseñarse para seguridad y durabilidad, la base para resistir principalmente deformaciones permanentes y la sub base

para potenciar su resistencia a fatiga. Cada vez mas es necesario emplear técnicas de alto rendimiento, durables, de bajo mantenimiento y sustentables: el asfalto sigue siendo la mejor respuesta.

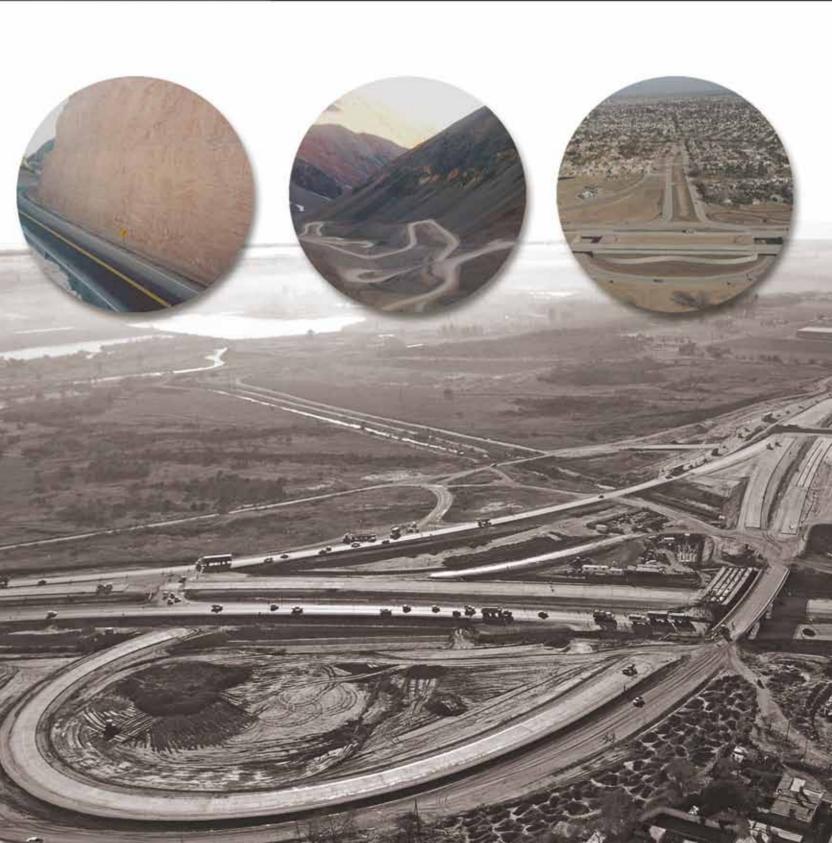
#### **BIBLIOGRAFÍA**

- 1. MS-2 Mix Design Methods del Asphalt Institute, Sixth Edition, USA.
- 2. SP-2 Superpave Series No.2. Superpave Level 1 Mix Design, Asphalt Institute
- 3. Development of Superpave High-Temperature Performance Grade (PG) Based on Rutting Damage, A Mohseni et al, AAPT 2005.
- 4. Quantification of the Effects of Polymer-Modified Asphalts For Reducing Pavement Distress, Engineering Report 215, 2005.
- 5. Goodman et al. Preliminary Estimation of Asphalt Pavement Frictional Properties from Superpave Gyratory Specimens and Mix Parameters. Transportation Research Record No.1949, USA 2006.
- 6. NCAT Report 425 Designing Stone Matrix Asphalt Paving Mixtures for Rut-Resistant Payments, USA 1999.
- 7. Pellinen. Conceptual Performance Criteria for Asphalt Mixtures, Journal of the Association of Asphalt Paving Technologists 2004, vol
- 8. Pellinen. Development of Hot Mix Asphalt Performance Criteria for Indiana, AAPT 2006, vol 75.
- 9. NCHRP Report 547 Simple Performance Test: Summary of Recommended Methods and Database, USA 2005.
- 10. J Zhang et al. An Overview of Fundamental and Simulative Performance Test for Hot Mix Asphalt Journal of ASTM. Performance Test for Hot Mix Asphalt (HMA) ASTM STP 1469. USA, 2006.
- 11. E Brown et al. Determining Minimun Lift Thickness for Hot Mix Asphalt Mixtures. Journal of the Association of Asphalt Paving Technologists 2005.
- 12. NCHRP Report 567 Volumetric Requirements for Superpave Mix Design, USA 2006.
- 13. HMA Pavement Mixt Type Selection Guide, Information Series 128, USA 2001.
- 14. NCHRP Research Results Digest 291 Quality Characteristics for Use uIT Performance-related Specifications for Hot Mix Asphalt, USA
- 15. P E Bolzan y J Gadze. Gestión de Riesgos en Proyectos de Rehabilitación de Calzadas. XXXIV Reunión del Asfalto, Comisión Permanente del Asfalto, Mar del Plata, Noviembre 2006.
- 16. Life-Cycle Cost Analysis Primer, US Department of Transportation, Office of Asset Management, 2002.
- 17. EAPA Sustainable Roads -Long Life Asphalt Pavements, 2007.
- 18. Quantification of the Effects of Polymer-Modified Asphalt for Reducing Pavement Distresses, Engineering Report 215, Asphalt Institute. USA. 2005.
- 19. TRL Road Note 42. Best Practice Guide for Durability of Asphalt Pavements. JC Nicholls et al. Highway Agency, UK, 2008.

SEPTIEMBRE 2013 REVISTA CARRETERAS | 115



ideas, no teorías



# SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE ITS. CARTELES DE MENSAJES VARIABLES.

#### **AUTOR:**

Ing. Daniel G. Russomanno, ITS Argentina

### 1. Introducción

Los Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) representan un término genérico para la aplicación integrada de comunicaciones, control y tecnologías de procesamiento de información al sistema de transporte y han ido evolucionando en los últimos 20 años y, actualmente, la tecnología ITS está inmersa en el mercado mundial y penetrará a gran velocidad en la industria automotriz en los siguientes 10 a 15 años.

Es indispensable que se comprenda que la aplicación efectiva de los sistemas de transporte inteligentes, necesariamente, salvan vidas y, entre otros beneficios, ahorran tiempo y dinero, así como también reducen la polución ambiental, constituyendo, en conjunto, un aporte a la mejora de la Economía. Estos sistemas se deben instalar tanto en los vehículos como en la infraestructura vial y sus conceptos abarcan desde costosas técnicas complicadas hasta las más simples y menos costosas y son relevantes para todos los países sin exclusión alguna. Uno de los subsistemas inteligentes de transporte que, decididamente, deben estar integrados en un Sistema global de gestión de la movilidad, es el conformado por los llamados Carteles de Mensajes Variables (Variable Messages Signs, VMS sigla conocida internacionalmente).

Ellos constituyen uno de los sistemas inteligentes que han sido ampliamente aceptados por los distintos sectores, tanto público como privado no tanto por sus beneficios (prevención principalmente e información) los cuales son evidentes sino por su estética, por constituir una de las herramientas para lograr los objetivos de conseguir una movilidad sustentable mejorando la calidad de vida y porque, como dijo Einstein: "los hombres piensan más según lo que ven que por su inteligencia".

# 2. Definiciones y recomendaciones

Con el fin de tomar decisiones objetivas sobre la implementación de ITS para reducir los accidentes de tránsito, las autoridades deben intercambiar experiencias sobre el rendimiento técnico, su factibilidad económica, los efectos sobre la seguridad vial, su vida útil, sus funcionalidades y características técnicas y su modos de mantenimiento y operación.

Se debe tener cuidado en los sistemas a instalar para que tengan el suficiente bagaje de investigación y desarrollo previo con respecto a los aspectos de seguridad vial principalmente y consultar las investigaciones y experiencia de los foros, asociaciones y organismos gubernamentales internacionales para no cometer errores difíciles de subsanar con posterioridad a la implementación. Otro punto a tener en cuenta es la necesidad de que las administraciones de carreteras supervisen las actividades de normalización y, en su caso adoptar medidas comunes para que sus necesidades y las de las demás partes interesadas sean satisfechas siempre teniendo como base excluyente la satisfacción y seguridad de la Sociedad.

La señalización variable le permite al usuario ser informado, en tiempo real, sobre los tiempos de viaje y otros datos necesarios y ser advertido acerca de modificaciones, eventos, siniestros o incidentes circunstancialmente acontecidos que influyen en la movilidad, en el camino o en el medio ambiente. La normativa que debe regular a la señalización variable debe ser totalmente diferente a la de la señalización fija, pues a pesar de que contemplan ciertas partes comunes y persiguen objetivos similares, como es el informar, no lo hacen de la misma manera ya que mientras la señalización fija siempre tiene el mismo mensaje, en la señalización variable el mensaje es fluctuante y para su activación precisa de unos medios adicionales, como los modos y protocolos de comunicación y transmisión de datos y los desarrollos informáticos específicos.

Siguiendo la posición siguiente, mencionada hasta el hartazgo en diferentes disertaciones y publicaciones, los protocolos de comunicación deben ser abiertos, públicos y gratuitos de manera de tener multiplicidad de proveedores con un mejor desarrollo de la industria local.

Los carteles de mensajes variables deben ser dinámicos, dado que deben responder a la captación de parámetros procedentes de otros sistemas instalados que miden circunstancias o eventos variables y deben estar preparados para obedecer a actuaciones practicadas desde, por ejemplo, tanto de un simple sensor como desde un Centro de Control de Tránsito y/o Centro de Gestión de la Movilidad, como opina el que suscribe.

## 3. Características de la señal variable

La señalización variable debe ser:

- perceptible: debe una visibilidad capaz de atraer la atención del usuario.
- legible: cualquiera que sea la tecnología de la señal, debe contar con dimensiones y con contraste con el fondo adecuados.

Septiembre 2013 Revista Carreteras | 117

- eficaz: que es la capacidad de una señal, bajo una gran variedad de condiciones, para comunicar un mensaje a los conductores de modo que estos sean apercibidos adecuadamente.
- útil: se deben lograr beneficios para los usuarios del camino en cuanto a seguridad vial, costos y tiempos; para los operadores en cuanto a productividad; para los fabricantes de productos e integradores de sistemas en cuanto a economías de escala y producción; para la Sociedad en cuanto al cuidado del medio ambiente; para la compañías de seguros en cuanto a los costos de aseguramiento, para las escuelas técnicas en cuanto a tener tecnología con valor agregado para alumnos que mañana trabajarán en empresas privadas que también se verán beneficias con el uso de estas tecnologías. Al mejora esos indicadores mejora la Economía, por ende, mejor es la Gestión de la Administración.

Los factores de éxito de los carteles de mensajes variables o VMS's son:

- La visibilidad de la señal en el sentido de su detección.
- La legibilidad definida por la distancia, en la que influyen la relación de contraste y la relación de luminosidad.
- La comodidad visual con la que su imagen es captada, que viene condicionada por la uniformidad, por la relación de contraste y la luminancia.
- La cromaticidad o elenco de color y propiedades del color emitida v
- el ángulo de visión o ancho de haz de luz emitido.

#### Visibilidad

La visibilidad describe lo perceptible que es la señal y su capacidad para atraer la atención del conductor. Se soporta en la luminancia, que obtenida por separado para cada color ha de ser uniforme, para combinaciones de cada tipo de leyendas según el lugar de emisión de los caracteres, por el listado de colores en el caso de símbolos, por los pictogramas acompañados de leyendas y por la consideración de toda combinación de condiciones externas de iluminación u otras condiciones relevantes.

Esta propiedad está influenciada por el contraste de brillantez entre la señal y el medio ambiente que la rodea y depende, por tanto, de las condiciones de luminosidad en cada momento

A lo largo de las 24 horas del día, en consonancia con el nivel de luminosidad ambiente, se producen, fundamentalmente, tres tipos de situaciones las cuales deben ser solucionadas para satisfacción del usuario: Cuando la luz incide por la parte trasera ó en la frontal de la señal, Durante el resto de las horas del día y Durante las horas nocturnas:

#### Legibilidad

La legibilidad describe, además de lo perceptible que es la señal, el alcance de su lectura por el ojo del usuario, es decir es la distancia de lectura y comprensión. La legibilidad de una

señal, cualquiera que sea su tecnología, depende en primer lugar del tamaño de los caracteres del mensaje y del contraste de los caracteres con el fondo de la señal.

La adecuación de los tamaños de letra se establece de modo que este tamaño para una velocidad genérica de la vía proporcione un tiempo de lectura desde que esta se inicia hasta que se deja de ver. Por lo tanto, considerando y suponiendo que todos los usuarios poseen la misma agudeza visual depende del tipo de vía y de la velocidad de circulación.

Para valorar este parámetro se utiliza el citado criterio geométrico de legibilidad que es la puesta en consideración de que, en caso de que se disponga de una señal en condiciones de buena luminosidad ambiental y con un mensaje en fuerte contraste con el fondo, sólo es relevante el tamaño o dimensión geométrica. Por esta razón, la máxima distancia a la cual puede leerse el mensaje se debe de calcular a partir del tamaño de los caracteres y de la posición de la señal con respecto al usuario.

Se utiliza, para las señales convencionales de circulación, la regla empírica de que su distancia de legibilidad sea de 4 a 6 m para cada 1 cm de altura de letra y es aplicable solamente a los VMS que tienen la misma apariencia que las señales estáticas. Cuando las condiciones de luminosidad ambiental no son apropiadas, o cuando el mensaje contraste poco con el fondo, entonces la distancia de legibilidad de la señal decrece. Para limitar la reducción de esta distancia, en tales casos, se establece el criterio fotométrico de legibilidad, que incluyen el contraste y luminancia.

En las señales reflectantes el criterio que se debiera es el de asegurar unos valores mínimos para el índice o relación de contraste que nos proporciona la eliminación de reflejos en la delimitación de los textos y pictogramas emitidos y que viene dado en función de las reflectancias relativas del fondo y de la leyenda de la señal, por la fórmula siguiente:

#### Contraste (%) = 100 \* (Rf-RI)/ Rf

donde:

Rf :Reflectancia del fondo Rl: Reflectancia de la leyenda.

Cada color tiene la reflectancia determinada con respecto a un color patrón (blanco del óxido de magnesio). Se deberán usar combinaciones de colores que den un índice de contraste superior al 40% para el uso diurno y del 50% para el uso nocturno.

Para completar las características relativas a la legibilidad, en las señales luminosas se ha de efectuar la medición de la relación de luminancia que es el parámetro que define la emisión de luz de la señal y se ha de efectuar sobre la señal con en los siguientes estados:

118 | Revista Carreteras Septiembre 2013

a) Todos los elementos del área de ensayo de la señal deben estar activos.

b) Todos los elementos del área de ensayo de la señal deben de estar inactivos, y se calcula como sigue:

#### LR= (La-Lb)/Lb

donde:

La: luminancia resultante desde la señal activa bajo iluminación externa definida en los métodos de test.

Lb: luminancia resultante desde la señal inactiva, bajo iluminación externa definida en los métodos de test.

#### Uniformidad

La uniformidad define la distorsión de emisión de luz y brillo del color de forma unitaria y formando parte de un todo. La uniformidad para una intensidad luminosa, para combinaciones de algunos tipos de leyendas (caracteres emitidos en las zonas gráficas y en las alfanuméricas), para el listado de colores en el caso de símbolos o pictogramas acompañados de leyendas, para la combinación con todas las condiciones externas de iluminación y en todas las condiciones relevantes que el fabricante haya podido previamente especificar, debe obtenerse por separado para cada color (p.ej. blanco, amarillo, y blanco/amarillo).

#### **Comodidad Visual**

La comodidad visual con la que es percibida la señal por el conductor depende principalmente del esfuerzo que debe realizar para acomodar su visión a la brillantez de la señal y sin que se produzcan molestias por dispersiones o reflexiones de la luz en la cara de la señal.

El usuario, durante el proceso de la conducción, adapta su visión a la luminosidad del medio ambiente; debido a ésto, cuanto mayor sea la diferencia entre la brillantez de la señal y la del entorno, mayor esfuerzo de adaptación deberán realizar los ojos del conductor y, por tanto, la incomodidad visual que se le causa será mayor.

Durante la noche, al acceder a una señal emisora de luz puede parecer demasiado brillante frente a la gran oscuridad del entorno, lo que posiblemente ocasionará un gran esfuerzo de acomodación y por el contrario, después de sobrepasar la señal, el ojo nuevamente se deberá adaptar a la oscuridad.

El mismo tipo de problema, pero al contrario, se da cuando el sol incide en la parte trasera de la señal es decir frente a los ojos del conductor (condiciones de gran luminosidad en el ambiente), y éste tiene que leer el mensaje de una señal reflectante o luminosa en la que el fondo sea oscuro. En estos casos, los conductores tendrán dificultades para leer el mensaje y parecerá que las letras contrastan poco con respecto al fondo.

Las reflexiones que se producen cuando los rayos del sol o la luz de los faros de los automóviles inciden en la cara de la señal y los rayos reflejados se dirigen a los ojos del conductor son la otra gran fuente de problemas de incomodidad visual. Se puede observar que esta reflexión se experimenta con mayor frecuencia en las señales en las que, para reducir pérdidas en la relación de contraste, llevan instaladas pantallas transparentes anti brillo. Esta tecnología ha sido ya eliminada parcialmente mediante la instalación de, en unos casos, viseras metálicas elementales y en otros casos por celdillas.

#### Ángulo de visión

El Ángulo de visión nos indica la capacidad de una señal para ser percibidos sus mensajes desde distintos ángulos ó puntos de observación con respecto a la normal de la señal . Hay dos requerimientos separados para el ángulo de visión según el tipo de señal:

Nivel A ("a" = ángulo corto) = +/-a en el horizontal y - a/2 en el vertical.

Nivel B ("b" = ángulo largo) = +/- b ° en el horizontal y - b/2° en el vertical. (valores usuales son "a" = 5 y "b" = 10).

Esta propiedad es muy importante conocerla en las señales luminosas, pues en ellas su ángulo de perceptibilidad es muy estrecho, por esta causa, es necesario concentrar la luz emitida en un ángulo sólido pequeño para poder obtener altas intensidades luminosas en el eje que permitan aumentar la distancia de legibilidad. Para cuantificar el ángulo de visión en las señales emisoras de luz se emplea el ángulo de apertura, que como máximo es aquel en el que la intensidad luminosa es todavía el 50% del valor en el eje.

Así pues, se ha de combinar el ángulo de apertura con la intensidad luminosa emitida, lo cual constituye uno de los factores determinantes para alcanzar una buena visibilidad y por tanto una calidad en la señal.

Estos pequeños ángulos de apertura en las señales luminosas no suponen un grave inconveniente para su utilización en sistemas de gestión de la circulación en vías rápidas, ya que el ángulo de observación del conductor que se aproxima (medido con respecto a la normal a la señal) tiene un valor muy pequeño, y es así hasta que éste crece cuando se encuentra muy cerca de la misma, en cuyo caso, por condiciones de seguridad, es más adecuado no visualizar la información emitida.

### 4. Utilización de los VMS

De acuerdo a un convenio firmado, en el año 2009 en el XIII Congreso de ITS llevado a cabo en Mar del Plata, entre el Instituto Nacional de Normalización IRAM y la Asociación Civil ITS Argentina se formó un Comité Técnico de Trabajo (Comité ITS) en el cual se está desarrollando la elaboración de una norma nacional que proporcione los requisitos relativos a la acotación de las prestaciones ópticas y físicas y los medios de evaluación de la conformidad con esos requisitos.

Septiembre 2013 Revista Carreteras | 119

La idea es que la norma exprese que la demanda que se solicite a una señal, sea que tenga buena legibilidad y visibilidad a través del rango de visión requerido, describiendo las propiedades principales de la señal que pueden variar en función de la situación.

En lo referente al rendimiento visual se notará la diferencia entre la instalación en autopistas, cuya geometría proporciona elevadas distancias de visibilidad y precisa de una anchura de haz pequeña, frente a la instalación en las ciudades, donde la señal puede ser sólo legible a pequeñas distancias y donde se podrá requerir, por el contrario, una anchura de haz mayor. La norma deberá contener los requisitos que deben cumplir las señales de mensaje variable considerando a éstas como las señales en la que es posible cambiar la información mostrada, ya sea en el texto y/o en los símbolos o pictogramas.

Se definirá la utilización de ciertos requisitos de prestaciones independientes de la tecnología a utilizar y el fabricante debe tener la responsabilidad de asegurar que su módulo de ensa-yo sea representativo del producto final.

Las principales propiedades de una señal de mensaje variable se dividirán en clases que están diseñadas para ser seleccionadas mediante una combinación de las mismas y tal combinación depende de la situación y de los requisitos del comitente. Esta combinación comprende no sólo los requisitos reglamentarios del territorio de destino, sino también cuestiones como vida útil, calidad ó mantenimiento y construcción, todas las cuales influyen en la capacidad del cartel, para, en cada particular aplicación, garantizar la seguridad y los objetivos propuestos.

El entorno de trabajo de una señal de mensaje variable puede ser relativamente severo y se espera que un equipo que se considera "adecuado para el propósito" dure en un ambiente expuesto y corrosivo un mínimo de 10 años. Es esencial que todos los materiales y los procedimientos de fabricación tengan lo mencionado en cuenta. El fabricante deberá detallar todas las medidas tomadas para garantizar esto.

Con la norma se estima cubrir cubre y acotar los límites de los requisitos relativos a las prestaciones visuales para los VMS's discontinuos y las de seguridad y ambientales (compatibilidad electromagnética, comportamiento ambiental, durabilidad, etc.) que deben de poseer los VMS's de ambos tipos (continuos y discontinuos), de modo que sirvan para la instrucción, información y guía de los usuarios de la red de carreteras, públicas y privadas, incluidos los de túneles.

Por otro lado, en base a los límites de las prestaciones, se espera que la norma defina un rango de clases de prestaciones para las señales, sean estas montadas con o sin soporte vertical.

# 5. Tecnología y Clases de Carteles de Mensajes Variables

La tecnología considerada es la soportada en el uso de Leď s, si bien se ha de tener en cuenta que el estándar usa requerimientos de prestaciones que no dependen de la tecnología utilizada.

Las principales propiedades de los VMS's están divididas en clases, las cuales tienen que ser seleccionadas dependiendo de la situación y otros requerimientos adicionales que puedan estar contenidos en los pliegos de especificaciones técnicas. Dichas clases tienen que ser definidas por el comprador por elección de una combinación de las mismas. La combinación elegida, no sólo ha de cubrir la ratificación de conformidad con respecto a la norma, sino que también para cuestiones como tiempo de vida, calidad, mantenimiento, construcción, seguridad y operación deben adaptarse a su cometido y a todas las que de forma adicional sean solicitadas y afecten a la capacidad de un VMS en su aplicación particular. Siempre hay que tener en cuenta que las directivas o lo mencionados en los pliegos son mandatarios con respecto a las normas.

De no aplicar las pautas mencionadas, es probable de que se puedan conseguir VMS's más económicos, incluso podría ser que hasta bajo, pero será seguramente un producto no controlado, sobre el que, posiblemente, no se podrá conocer cuáles son las prestaciones ópticas, físicas, funcionales y de comunicaciones a evaluar.

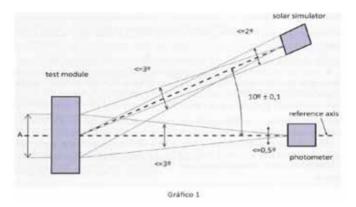
# 5.1 Prestaciones Ópticas

Todas las prestaciones ópticas que deben cumplir los VMS's se dividen en clases (excepto la uniformidad), y se definir en los Pliegos de Especificaciones Técnicas Particulares.

El cuadro siguiente resume las diferentes clases en las cuales se dividen las prestaciones ópticas.

Parámetros fotométricos	Clase	Observaciones
Luminancia	L1,L2, L3	L3 significa que tiene la luminancia más alta
cuminancia	L1 (T), L2(T), L3(T)	Estas clases son para usos en túneles
Color	C1, C2	C2 significa que es la más restrictiva
Relación de contraste	R1, R2, R3	R3 siginifica que tiene la relación de contraste más alta
Ángulo de visibilidad	81,82,83,84,85,86,87	B7 es el ángulo más grande

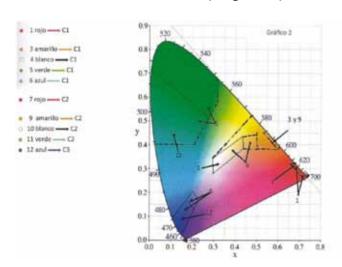
La luminancia es el parámetro que nos indica, para cada color, la cantidad de intensidad luminosa por m2 del VMS y su unidad es cd/m2. Se mide bajo la iluminación externa de un simulador solar y con el módulo de ensayo activo, tal como se muestra en el gráfico 1.



La luminancia mínima y máxima requerida (cd/m2), por color en el eje, para la clase L3, bajo las condiciones de máxima luminosidad (40.000 lx), son las siguientes:



La cromaticidad de los colores de un VMS se define de acuerdo siguiente gráfico: Las áreas del gráfico, que se indican son las recomendadas para señales luminosas excepto para el color blanco/amarillo. En el gráfico adjunto se observan unas áreas y unos números. Tales puntos marcados en las áreas se corresponden, para cada color, con las clases C1 y C2 de color de la norma EN 12966- 1+A1:2005. (Ver gráfico 2).



El VMS debe ser visible en las condiciones más adversas de luminosidad externa. En dichas condiciones las viseras de protección, caso de existir, no impiden que la luz solar sea reflejada al conductor e incluso puede impedir la correcta lectura del mensaje. La relación de contraste LR es el parámetro que limita la máxima reflexión que debe tener el VMS y se calcula como:

#### LR= (La-Lb)/Lb

siendo,

- La=Medida de la luminancia del VMS cuando éste está encendido y bajo iluminación externa.
- Lb=Medida de la luminancia del VMS cuando éste está apagado y bajo iluminación externa.

El Ancho de Haz está formado por dos ángulos de visibilidad: el horizontal y el vertical, para cuya definición es preciso acotar previamente el eje normal y el eje de test.

- El eje normal de un VMS es la línea de intersección de los planos de referencia horizontal y vertical perpendiculares al VMS
- El eje de test es el eje obtenido en el plano de referencia horizontal o vertical, donde el valor de la luminancia es el 50% del valor en el eje normal del VMS.

El ancho de haz o ángulo de visibilidad horizontal/vertical es el ángulo que forma el eje de test contenido en el plano horizontal/vertical con el eje normal y sus valores para cada una de las clases pueden verse en la tabla siguiente:

	Ángulo de Visibilidad	
Clase	Horizontal	Vertical
	-5º	05
B1	+59	05
	05	-5º
	-7,5º	08
B2	+7,59	05
	05	-59
	-109	05
В3	+109	05
	0.5	-5º
	-109	05
B4	+109	00
	0.5	-109
	-15º	05
B5	+159	00
	Oō	-52
	-15º	05
В6	+159	05
	Oō	-10º
	-30⁰	05
B7	+309	05
	05	-209

### **5.2 Prestaciones físicas**

Especifican los diferentes grados de severidad del medioambiente, características mecánicas, requerimientos eléctricos y compatibilidad electromagnética que debe soportar un VMS. Se deviden en clases que se deben elegir en el pliego de especificaciones técnicas:

SEPTIEMBRE 2013 REVISTA CARRETERAS | 121

Parámetros medioambientales	Clase	Observaciones
Temperatura	T1,T2,T3	
Polución	D1,D2,D3,D4	la última es más restrictiva
Protección mecánica	P1,P2,P3,P4	la última es más restrictiva
Protección del VMS contra corriente de descarga	V1,V2	la última es más restrictiva
Protección del mantenimiento contra corriente de descarga	U1,U2	la última es más restrictiva
Conductor de Tierra	W1,W2,W3	la última es más restrictiva
Método de Puesta a Tierra	M1,M2,M3	la última es más restrictiva

Los valores de las clases de temperatura propuestos son:

TI: - 15°C a + 60°C T2: - 20°C a + 40°C

T3: - 40°C a + 35°C

Para todos los requerimientos estructurales que deberán cumplir los VMS será de aplicación al módulo de ensayo las pruebas de Resistencia al Impacto y Resistencia a la Vibración.

Los requerimientos eléctricos que debe cumplir el VMS serían los siguientes:

Tensión de Alimentación: 220 Vac, Monofásica y 380 Vac Tri-

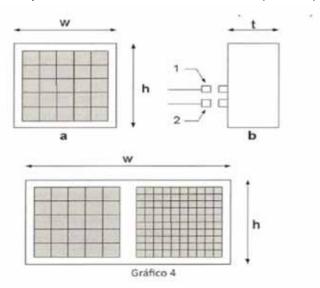
fásica

Rango de Tensión: ± 10% Frecuencia: 50 Hz ± 2%

Micro-cortes: < 50 ms no afectan al VMS

Un VMS también debe cumplir normas de Compatibilidad Electromagnética para emisiones electromagnéticas y para inmunidad electromagnética.

Para verificar los ensayos relativos a todos los aspectos citados (ópticos, eléctricos, medioambientales y mecánicos), ante la imposibilidad de realizar los ensayos en un laboratorio dadas las características volumétricas de un panel, se debe definir un módulo de ensayo, con definición de dimensiones máximas, (por ejemplo: W H T 1200x1200x500) y se podrían incluir una o dos zonas ópticas con diferente número de elementos. (Gráfico 4)



- Físicos: Impacto y Vibración
- Químicos: Azufre e Hidrógeno
- Temperatura y Humedad: Frío, Calor seco, Radiación Solar, Ciclo de Calor Húmedo, Cambio de Temperatura y Grado de Protección (clase IP)
- Eléctricos.
- Compatibilidad Electromagnética: Emisión e Inmunidad
- **Prestaciones Ópticas:** Luminancia, Relación de Contraste, Ancho del haz ó Ángulo, Colorimetría y Uniformidad.

### 6. Conclusiones

Cuando se adaptó el Led como cuerpo elemental de luz para obtener la señalización variable, el significativo reto asumido no estuvo exento de ínfimos obstáculos, errores, problemas o dudas.

A primera vista, se apostó por una tecnología incipiente, muy escasamente aplicada en la señalización variable e incluso con limitadas prestaciones en el color o en la luminosidad. Sin embargo, se vislumbraban plausibles ventajas respecto al resto de modos de emisión de este tipo de señalización.

El paso de una veintena de años, fue el tiempo suficiente para que la tecnología del Led evolucionase con progresión geométrica y para que se alcanzase el actual uso generalizado.

Actualmente, en nuestro país se están implementando una señalización variable en cantidad y calidad suficiente como para poder afirmar que la utilización de los VMS's no sólo son útiles sino imprescindibles.

Finalmente, cabe destacar que se debe continuar con los esfuerzos, no sólo para asegurar la normativa técnica respecto al producto, sino se deben elaborar manuales de instalación (cómo y dónde ubicarlos), de mantenimiento y de operación (normalización de mensajes y pictogramas según se requiera), lograr la aceptación masiva del uso de los protocolos de comunicación abiertos, públicos y gratuitos, disponer de una red calibrada de comunicaciones, armonizar el equipamiento intrínseco, homogeneizar los desarrollos de software, concretar la interoperabilidad y la integración de los sistemas de VMS's con los demás ITS's interconectados a verdaderos Centros de Gestión de la Movilidad, que sean interoperables entre las distintas jurisdicciones, intercambiando datos y funciones focalizándose en el bienestar de las personas.

# **Bibliografía:**

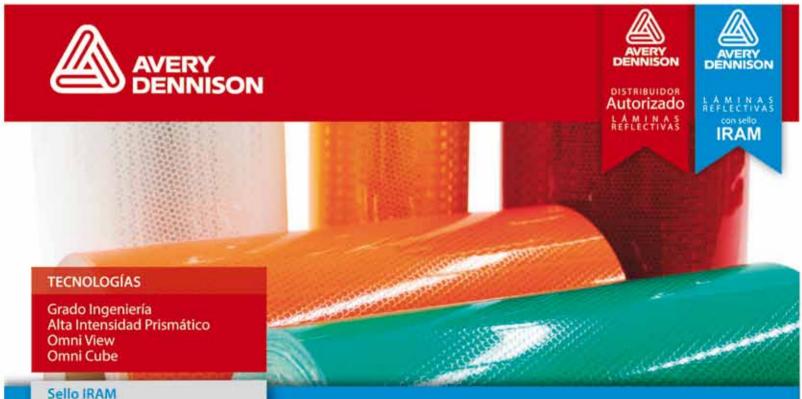
- 1. Muñoz Suárez, Ángel J., Señalización variable
- 2. AENOR, Norma EN 12966-1 +A1:2005
- 3. PIARC, ITS Handbook
- 4. Russomanno, Daniel Gerardo, Anuario ITS Argentina 2012, 2011, 2010

122 | Revista Carreteras Septiembre 2013



Diagonal 74 Nº 483 - (B1902DMS) La Plata - ARGENTINA Teléfonos: 54 221 424 5176 - Fax: 54 221 483 8028 E-Mail: info@gagotonin.com.ar - www.gagotonin.com.ar

- Auditorías Técnicas
- · Gestión del Mantenimiento en Redes Terciarias



OMNIDIRECCIONALIDAD
Marca de Agua
Procedencia USA
ENTREGA INMEDIATA



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

senalar.com.ar

5 DE OCTUBRE - DÍA DEL CAMINO

# ACOMPAÑAMOS A LOS QUE, COMO NOSOTROS, DECIDEN IR DÍA A DÍA HACIA ADELANTE.

YPF acompaña a la industria de la construcción con una oferta integral de productos como energía, combustibles, lubricantes y asfalto de última generación. Contamos con la más amplia cobertura nacional, garantizando la entrega en tiempo y forma, sea donde sea el proyecto.

