

mdgdesign.com.ar

# DESARROLLO Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA PARA CONSTRUIR EL FUTURO

**INNOVACIÓN**

**CAPACITACIÓN**

**DESARROLLO**

**COMPROMISO**

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

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



INSTITUTO  
DEL CEMENTO  
PORTLAND  
ARGENTINO



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



Lic. MIGUEL A. SALVIA

## CONTINUAR Y NO DESANDAR EL CAMINO

**En general, la finalización de un año y el inicio de uno nuevo representa una oportunidad propicia para analizar el pasado y el futuro a la luz del presente que nos toca vivir.**

En este caso particular nos parece oportuno remarcar la situación por la que el país y la actividad vial y del transporte transitaban 10 años atrás. En ocasión del Día del Camino 2002, expresábamos la profunda desazón por la situación y el deterioro del sector.

Pero a partir de 2003, un cambio de paradigma en la consideración de la inversión pública como actividad reproductiva posibilitó el crecimiento de los niveles de inversión del sector vial y del transporte en general.

Pasamos de discusiones estériles sobre grandes planes de inversión, irrealizables entre 1999 y 2003, al inicio de un proceso de reconsideración de la inversión en caminos e infraestructura de transporte.

Los crecientes niveles de inversión iniciados por el sector público nacional, y continuados con mucho esfuerzo por las administraciones provinciales, dieron comienzo a un proceso de licitaciones a lo largo y ancho del país para continuar proyectos demorados, volviendo a criterios de mantenimiento y conservación de la red, con una relativa coordinación entre los planes nacionales y provinciales.

A la luz de esa tendencia, las empresas del sector golpeadas por la crisis del 1998 al 2002, volvieron a creer y se requiparon para encarar el proceso que se vislumbraba, aunque tal vez no lo suficiente para mantener en el tiempo esta tendencia. También las empresas constructoras y consultoras renovaron y

capacitaron a sus planteles, con ciertas limitaciones habida cuenta de las experiencias fallidas del pasado.

Los organismos del estado también vivieron este proceso, que los enfrentó a resolver los problemas concretos que la situación del país generaba, y debieron hacer frente a la necesaria reingeniería de sus organizaciones, tarea aún inconclusa, si es que queremos mantener altos niveles de producción y servicio.

La incredulidad inicial y la posterior convicción de la generación de un proceso sostenido en el tiempo dio lugar a un cambio en el accionar de todos y a la necesidad de desarrollar nuevos métodos constructivos y de gestión, todavía con escaso resultado.

Este proceso de pasivos demorados se enfrentó además con un inusual crecimiento del tránsito tanto liviano como pesado, en valores que superaron el impresionante crecimiento del producto bruto interno de esta década.

A los desafíos iniciales de mejorar el mantenimiento de las redes, desarrollar los proyectos inconclusos y los planes que requería la nueva realidad, se le fueron incorporando como derivados el incremento de tránsitos, especialmente de pesados. El crecimiento del mercado interno, los productos agropecuarios y la construcción representan consumidores del tipo "camión intensivo", por la falta de un sistema ferroviario, que no logra aumentar fuertemente sus cargas.

La extensión de nuestra red de caminos, y la correcta decisión de invertir simultáneamente en todo el país, hizo que la visualización del volumen de obras no se comprendiera en su totalidad. Ello fue fomentado por una visión urbana de los comunicadores, que sostenían que el mal estado de la red, los problemas



de la misma y los accidentes producidos estaban siempre relacionados.

Tal vez al sector le faltó una acción de comunicación activa que remaricara una y otra vez la importancia del camino. La visión interurbana de nuestra red de caminos enmarcada en una gran población cercana a los centros urbanos de Buenos Aires y las principales ciudades del país, necesita no solo transitar cómodamente, sino también que el resto de la red interurbana opere como tal, acercando productos y servicios, mejorando la economía y reduciendo sus costos.

Más allá de esta visión urbana de la realidad, entendemos que la enorme inversión ejecutada ha mejorado la red en términos globales, como así también la seguridad vial de nuestras rutas y ha permitido enfrentar el crecimiento del tránsito y del parque automotor del país, con valores inéditos.

En el Día del Camino de 2011 nos preguntábamos ¿qué hubiera sido de la economía del país si se hubieran mantenido los niveles de inversión de la infraestructura del transporte de períodos anteriores?

Nos queda mucho por hacer, pero también entendemos que nos queda mucho

por aprender de este período y mejorar en el futuro, evitando las tendencias a desandar lo hecho y por el contrario profundizar los niveles de inversión y especialmente sus contenidos.

En estas páginas relatamos la reunión del Comité Ejecutivo de la Asociación Mundial de la Ruta en los Estados Unidos. Tal como es habitual, el Administrador General de la *"Federal Highway Administration"*, Víctor Méndez, hizo una presentación con las políticas y los problemas que enfrentaba su gestión.

Resulta interesante resaltar dos aspectos; uno de ellos es poner el centro de la gestión y las decisiones en el usuario final de los caminos. Allí, las decisiones, los tiempos de ejecución y la calidad son vitales. Por otro lado, la necesidad de generar procesos de innovación tecnológica, que deben abarcar no solo al Estado sino a todos quienes pertenecemos a este sector.

Esta visión de una red superior a la nuestra en un extenso país, con problemas de mantenimiento y de reclamos sociales como los nuestros, nos hace pensar que debemos encarar una nueva etapa de inversión que continúe la tarea con un apreciable salto de la calidad. Porque si no lo hacemos, esta idea de

los economistas y comunicadores, que la inversión no sirve o no se ve, ganará adeptos y volveremos a la situación anterior, donde hablábamos de grandes proyectos pero la inversión básica disminuía y el sector se descapitalizaba.

El gran volumen de obras encarado nos sorprendió a todos, pero es necesaria una planificación técnica y financiera de las obras, pensando en el servicio al usuario, con reducciones en el tiempo de ejecución, que implica redeterminaciones de precios, modificaciones de obras y muchos elementos que, a la larga, conspiran contra la necesidad de una inversión sostenida.

Los tiempos de la planificación, de la elaboración de proyectos, de la revisión de los mismos y de la ejecución de las obras son vitales para poner al usuario en el centro de nuestra gestión. En el fondo, son elementos al servicio de la economía y no de ningún sector o empresa en particular.

Ello nos va a permitir adecuarnos financieramente y dar un margen de seguridad en la ejecución de las obras, más allá de entender las situaciones coyunturales que inciden aquí y en todas las economías mundiales.



Precisamente en la reunión mencionada se hizo un análisis de la situación global en cuanto a las inversiones en infraestructura, resaltando con preocupación la baja en dichas inversiones. En la medida en que este fenómeno se prolongue en el tiempo, generará una baja en la calidad del servicio.

Precisamente la aplicación de un modelo de ajuste, como el generado en América Latina luego de la crisis de la deuda de 1982, privilegiando ésta en detrimento de la inversión, generó la llamada “década perdida” en infraestructura, con costos que aún estamos pagando y generando una brecha en infraestructura con otras regiones del mundo.

En ese sentido debemos tener conciencia en el mundo en que nos encontramos, aún cuando esa visión del ajuste ya fue aprendida en nuestros países y todos ellos apuntan al desarrollo de la inversión reproductiva en infraestructura. No nos cansaremos de insistir en políticas permanentes de mantenimiento y conservación que aumenten la vida útil de los caminos e impidan deterioros acelerados, producidos tanto por fallas en la calidad de ejecución como por un incontrolado exceso de cargas. Con la comprensión de la situación mundial, pero con la importancia de

mantener altos niveles de inversión, racionalizando aún más las decisiones, mejorando la calidad y los tiempos de la inversión, es que debemos encarar una acción sostenida en todos los niveles para evitar desandar lo bueno y procurar una mejora para los próximos años.

La importancia de las mejoras en la calidad y en la incorporación de las más avanzadas prácticas en el mundo vial, es la razón que impulsa a la Asociación Argentina de Carreteras a participar en las diferentes instituciones técnicas internacionales, de las que damos cuenta en este número.

También lo es la realización de nuestro Congreso de Vialidad y Tránsito, como el realizado en Córdoba en octubre pasado, del que seguimos incorporando diferentes testimonios, conferencias especiales y trabajos técnicos distinguidos. Todas estas participaciones y esfuerzos están abiertas al sector que debe saber que si no generamos un salto de calidad, retrocederemos y volveremos a situaciones de décadas anteriores, y entonces perderá el país y perderemos todos: organismos, empresas y ciudadanos.

Estamos absolutamente convencidos de la necesidad de reducir la brecha en infraestructura con otras regiones del

mundo que han crecido en las últimas décadas. Nos falta mucho por hacer, mucho por aprender: generar un sistema homogéneo de transporte racional, donde nuestra red vial, nacional, provincial y rural se integren ordenadamente, lo que nos permitirá, con aportes financieros adecuados, mejoras institucionales, calidad empresaria e innovación, tener una red acorde a las necesidades de nuestra economía y sus habitantes.

En esta edición, con especial énfasis en el aspecto internacional, también se ven reflejadas informaciones del ámbito local, destacándose la inauguración de rutas, la invitación a proponer obras a distinguir en el Día del Camino, el ofrecimiento de becas de estudios, el tratamiento de caminos rurales y, como es habitual, la sesión técnica que en esta oportunidad contiene trabajos distinguidos en el XVI Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito.

**Al cierre de esta revista se ha producido un hecho trascendental como es la elección del Cardenal Bergoglio como Papa. Francisco es el primer americano en alcanzar tal dignidad. Deseamos que el Papa Francisco guíe al pueblo argentino y al mundo entero por un camino de paz y concordia.**



**Obras Hidráulicas**



**Obras Aeroportuarias**



**Obras Viales**



**Otras Obras**

**CONSTRUIMOS, MANTENEMOS, CREAMOS.**



### JUNTA EJECUTIVA

Presidente: **Lic. MIGUEL A. SALVIA**  
 Vicepresidente 1º: **Sr. HUGO R. BADARIOTTI**  
 Vicepresidente 2º: **Ing. JORGE W. ORDOÑEZ**  
 Vicepresidente 3º: **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 RRH y Comunicaciones: **Ing. JUAN MORRONE**

# STAFF



### CARRETERAS

Año LVII - Número 209  
 Abril 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](mailto:revista@aacarreteras.org.ar)  
[www.aacarreteras.org.ar](http://www.aacarreteras.org.ar)

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

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

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



PÁG. 10

NOTA DE TAPA  
 EVOLUCIÓN Y PERSPECTIVAS DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL



PÁG. 14

ACTIVIDADES PIARC  
 ACTIVIDADES DEL COMITÉ NACIONAL ARGENTINO DE LA ASOCIACIÓN MUNDIAL DE LA RUTA

# ÍNDICE



Nota Editorial	02	TRABAJOS TÉCNICOS	47
Próximos Eventos	09		
Evolución y Perspectivas de la Infraestructura Vial	10	Sistemas de Control de Pesos y Dimensiones con Tecnología ITS	48
<b>ACTIVIDADES DEL COMITÉ NACIONAL ARGENTINO DE LA ASOCIACIÓN MUNDIAL DE LA RUTA</b>			
Actividades desarrolladas en el Comité Ejecutivo de la Asociación Mundial de la Ruta	14	Desarrollo Innovador de un Equipo para la Clasificación de Vehículos Utilizando Lazos Inductivos	64
<b>REPORTAJES REALIZADOS DURANTE EL XVI CAVyT</b>			
Palabras del Ing. Hugo Testa	18	Problemáticas de los Pasos a Nivel del AMBA desde el Punto de Vista del Tránsito Vial y del Transporte Público Ferroviario. Propuestas de Solución en el Corto y Mediano Plazo	74
Reportaje al Ing. Gordon Keller	19		
Palabras del Profesor Ram Pendyala	19		
<b>CONFERENCIAS ESPECIALES PRESENTADAS DURANTE EL XVI CAVyT</b>			
Mito y Realidad en la Búsqueda de los Beneficios ...	20	Efecto de Carriles de Sobrepasso en Topografía Serrana sobre las Velocidades de Operación	84
<b>REPORTAJES EXPOVIAL ARGENTINA 2012</b>			
Stand de la Provincia de San Juan	28	Inserción de las Nuevas Tecnologías y Políticas de Inversión ITS en el AMBA	93
La IRF puso en marcha El Comité de Asuntos Latinoamericanos	31		
Becas de la IRF 2013	35		
Reportaje al Sr. Carlos Rubio Arévalo	36	DIVULGACIÓN	112
Reportaje al Sr. Jorge Minteguiaga y al Sr. Pedro Vidal Matamala	37		
<b>CONFERENCIAS ESPECIALES</b>			
Caminos Rurales: Síntesis de una de las presentaciones ...	39	Investigación de Campo: Pre-fisuración de las Bases de Suelo-Cemento para Reducir las Fisuras Reflejas	112
Caminos Rurales: La deuda interna	40		
Reportaje al Sr. Ignacio Eguiara Garay	42		
Reportaje al Prof. Univ. Sr. Klaus Banse	43		
Breves	44		



PÁG. 20

CONFERENCIAS ESPECIALES  
MITO Y REALIDAD EN LA BÚSQUEDA DE LOS BENEFICIOS  
MÁS AMPLIOS DEL TRANSPORTE - Roger Vickerman



PÁG. 39

CONFERENCIAS ESPECIALES  
CAMINOS RURALES  
Ing. Gordon Keller

# Construyendo Argentina.



JCR S.A.



Córdoba 300 - CP 3400 - Corrientes - Argentina.

Florida 547. Piso 16 - CP 1005 - Buenos Aires - Argentina.

[www.jcrsa.com.ar](http://www.jcrsa.com.ar)



## PETROQUÍMICA PANAMERICANA S.A.

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

TEL. FIJOS : (011) 4747-2358 / 4732-0393

CELULARES: (011) 15-3909-6097 / 6494-4700 / 4143-2034

PARQUE INDUSTRIAL ZARATE - Pcia. de Buenos Aires

[porelbuencamino@sion.com](mailto:porelbuencamino@sion.com)

# Próximos Eventos

## 2013

**BAUMA 2013- 30° Sal3n Internacional de Maquinaria para Obras, Materiales de construcci3n y Minería, Equipos y Vehículos para Obras**  
15 al 21 de abril  
Múnich, Alemania.  
[www.bauma.de](http://www.bauma.de)

**60° Congreso Mundial de Movilidad y Transporte Urbano-UITP**  
26 al 30 de mayo  
Ginebra, Suiza.  
[www.uitpgeneva2013.org](http://www.uitpgeneva2013.org)

**INTERTRAFFIC Estambul 2013**  
29 al 31 de mayo  
Estambul, Turquía.  
[www.istambul.intertraffic.com/tr/intertraffic@rai.ni](http://www.istambul.intertraffic.com/tr/intertraffic@rai.ni)

**ITA-AITES Congreso Mundial de Túneles 2013**  
31 de mayo al 7 de junio  
Ginebra, Suiza.  
[www.wtc2013.ch/home.html](http://www.wtc2013.ch/home.html)

**20° Congreso Mundial de ITS**  
14 al 18 de octubre  
Tokio, Jap3n.  
[www.itsworldcongress.org](http://www.itsworldcongress.org)

**Seminario Internacional (AIPCR CT2.3) Transporte de mercancías**  
28 al 30 de octubre  
Montevideo, Uruguay.

**Seminario Internacional (AIPCR CT3.1) Políticas Nacionales y Programas de Seguridad Vial**  
11 y 12 de noviembre  
Hotel Panamericano,  
Buenos Aires, Argentina.



**Seminario de los Comites Internacionales de la AIPCR**  
CT 2.2 Mejora de la Movilidad en Areas Urbanas  
CT 2.1 Explotacion de la Red Viaria  
6 y 7 de noviembre  
Hotel Panamericano  
Buenos Aires, Argentina.

**17° IRF World Meeting**  
9 al 13 de noviembre  
Riyadh, Arabia Saudita.  
[www.irf2013.com](http://www.irf2013.com)

**XVII CILA- Congreso Íbero Latinoamericano del Asfalto**  
17 al 22 de noviembre  
Antigua, Guatemala.  
[www.congresocila.org](http://www.congresocila.org)

## 2014

**Congreso Mundial de la Vialidad Invernal**  
4 al 7 de febrero  
Andorra la Vella, Andorra.  
[www.piarc.org](http://www.piarc.org)

**IV CISEV - Congreso Iberoamericano de Seguridad Vial**  
Junio  
México.  
[www.institutoivvia.org](http://www.institutoivvia.org)

## 2015

**XXV Congreso Mundial de la Carretera**  
2 al 6 de noviembre  
Seúl, República de Corea.  
[www.piarc.org](http://www.piarc.org)

# EVOLUCIÓN Y PERSPECTIVAS DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL

**Desde tiempos inmemoriales el hombre sintió la necesidad de vincularse con otros. Esta necesidad fue motivada por actividades sociales, económicas, militares y religiosas, pero más frecuentemente, por una combinación de estas últimas.**

**La creencia de que los primeros caminos fueron creados a partir del paso de los animales está hoy puesta en duda, ya que los animales no suelen recorrer siempre los mismos senderos.**



Vestigios de vías pavimentadas que datan del año 4000 a.C. han sido encontrados en la antigua ciudad persa de Ur. Mientras que en India se empiezan a usar ladrillos de barro para pavimentar ciertas calles a partir del año 3000 a.C.

En el año 500 a.C., Darío I de Persia ordena ejecutar la primera red de caminos –incluyendo el Camino Real Persa–, que será posteriormente usada durante el Imperio Romano.

A partir del año 312 a.C., el Imperio Romano comienza a construir una gran red de calzadas que unirá Europa y el norte de África mediante 29 grandes vías, en una red que cubrirá –según se estima– cerca de 78.000 kilómetros.

Cerca del año 700 de nuestra era, el Imperio Islámico construye una red de caminos propia. El más sofisticado aparece en Bagdad, donde se emplea alquitrán.

Mientras tanto, ¿qué es lo que ocurre en el llamado “Nuevo Mundo”, más precisamente en Sudamérica?

El “Cápac Ñan” (camino del rey o camino real), o Camino del Inca, es el nombre que se le da a un extenso sistema de caminos, eje principal de la red viaria del Imperio Incaico.

Este sistema vial tenía entre 50.000 y 60.000 kilómetros de extensión, articulando poblaciones enteras desde Ecuador hasta Argentina.

La red vial incaica estaba compuesta por tres elementos principales: las calzadas, los puentes y los depósitos. En general estaban construidos con piedras planas o lajas, o, según la región, con tosca unida por argamasa de barro y cubierta de pasto. Se sabe que los jefes (“curacas”) de las poblaciones por donde discurría el camino estaban obligados a ordenar el mantenimiento de las vías cercanas a sus dominios; limpiando la acumulación de tierra, reparando el empedrado y cuidando las acequias que protegían los caminos.

Todos los caminos del imperio se vinculaban con Cuzco, la capital imperial, desde donde salían una serie de senderos que unían los distintos pueblos.

Durante el Imperio Incaico la red de caminos constituyó un medio de integración para la expansión de los Incas en aspectos político–administrativos, económicos, sociales, culturales y ambientales.

Volviendo a Europa –en Inglaterra más precisamente–, en el siglo XVII, la construcción y el mantenimiento de los caminos dependía de las administraciones locales. Esta situación provocó un deterioro en el estado de los mismos. Para remediarlo, en 1706 se crearon las primeras vías de peaje, con el fin de sufragar los costos de mantenimiento de la vía mediante el cobro de tarifas.

Por otra parte, la explosiva aparición del ferrocarril opacó el desarrollo de las redes viales en el Viejo Mundo.

En Argentina, desde la época colonial, el mantenimiento de los caminos y puentes de la incipiente red caminera fue siempre preocupación del gobierno nacional. Ello impulsó la creación del Departamento de Ingenieros, en 1826.

En 1827 se dictan las primeras normas de ordenamiento de Vialidad Urbana, indicando cómo debía ser el trazado de calles y caminos.

También la irrupción del ferrocarril produjo una verdadera revolución en el transporte en un país tan extenso como el nuestro.

Por sus características, el ferrocarril requiere de apoyo logístico en términos de acercar pasajeros y cargas a las estaciones de trenes. Surge así una red de caminos complementaria del ferrocarril y al servicio de éste.

A comienzos del siglo XX, otro fenómeno irrumpe con singular energía en el mundo del transporte: aparece el automóvil.

Al principio surgió como una curiosidad destinada a los grupos más acomodados de la sociedad. Sin embargo, rápidamente creció en volumen de unidades, como reemplazo de la tracción a sangre y como complemento del ferrocarril.

Al automóvil se lo vincula frecuentemente con la libertad que ofrece al hombre en su movilidad. Es así que se estima que desde el siglo XVIII la movilidad media del hombre, en Occidente, aumentó más de cien veces.

La consecuencia inmediata de este fenómeno fue la necesidad de procurarle el soporte indispensable para su utilización: el camino.

En Europa, y especialmente en Estados Unidos, el automóvil revolucionó la economía e impactó en la sociedad con inusitada fuerza, dando origen a fuertes cambios en el ejido urbano e impulsando la construcción de caminos.

Con un pequeño atraso, este fenómeno se traslada a la Argentina, donde se empieza a promover la construcción de rutas y calles pavimentadas.

En la mayoría de los casos se aprovecharon las antiguas trazas de los caminos de tierra, que ya se venían utilizando desde la época de la colonia. Estas vías fueron mejorando paulatinamente, con la incorporación de puentes y algunos tramos específicos. Sin embargo, estas mejoras se llevaban a cabo sin planificación alguna, motivo por el cual extensas áreas -sobre todo del interior- quedaban desconectadas del resto del territorio. Ello estimuló la creación de organismos oficiales para que se ocuparan del tema.

*“En 1827 se dictan las primeras normas de ordenamiento de Vialidad Urbana, indicando cómo debía ser el trazado de calles y caminos.”*





Tras la creación de sendos organismos públicos, como el Departamento de Ingenieros (1826), el Ministerio de Obras Públicas (1904), y dentro de este último la Dirección de Vías de Comunicación, finalmente se resuelve crear un organismo que centralice toda la responsabilidad vial.

Así, en 1932, y mediante la ley 11.658, se crea la Dirección Nacional de Vialidad, que entre sus funciones iniciales tiene la de definir la red nacional y fijar los criterios para las redes provinciales.

Con base en nuestros principios federales, este organismo rector de la vialidad nacional, y modelo para toda Latinoamérica, da origen a las Vialidades Provinciales. Es así como en 1936 se crea la DVBA y, tras ella, la mayoría de organismos provinciales de igual índole.

Larga y fructífera es la trayectoria de la DNV. Sus jóvenes 80 años la encuentran plena de actividad y desarrollo.

Pero volviendo a la historia del camino: en los años 30 se empieza a desarrollar en Alemania un nuevo tipo de carretera de alta capacidad, conocida como “autobahn”: las primeras autopistas de la historia. Calzadas divididas, ausencia de intersecciones y vías más anchas son las características salientes de estas construcciones.

En tanto en nuestro país, recién en la década del 60, con la incorporación masiva de automotores, se advierte la necesidad de contar con vías de gran capacidad, sobre todo en los accesos a las grandes ciudades.

Los diversos avatares políticos y económicos por los que atravesó el país privaron a la sociedad de contar con los caminos seguros que todos aspiramos.

Cierto es que en los últimos ocho años la inversión en infraestructura vial tuvo un crecimiento significativo, llegando a los valores más altos de las últimas cuatro décadas. En tal sentido, debe recordarse que los recursos, siempre escasos para la infraestructura, deben aplicarse donde su rentabilidad social sea mayor.

Al mirar el espejo que ofrece la realidad europea, vemos que siempre se debate la ocupación de espacio por parte de autopistas y rutas.

Trasladando la discusión a nuestro país, vemos que la mayoría de las rutas carece del tránsito diario medio que las normas internacionales aconsejan para construir autopistas. Sin embargo, resulta obvia la necesidad de ampliar la capacidad de muchas rutas en función de su tránsito actual y el proyectado a mediano plazo.

En tal caso, la utilización de la generosa zona de caminos con que cuentan la mayoría de las rutas más transitadas, incluyendo donde fuera necesario, circunvalaciones, accesos a poblaciones o colectoras en ejidos urbanos, resultaría una solución adecuada, que merece ser tenida en cuenta.

Sin duda, la perspectiva de crecimiento de la actividad vial resulta hoy una posibilidad concreta.

Dentro de los proyectos con mayor posibilidad de concreción en los países más desarrollados, encontramos que la seguridad vial, especialmente en lo referido a las auditorías, la incorporación de herramientas ITS, el uso racional de la energía y la protección del medio ambiente, son los conceptos que más se tienen en cuenta a la hora de definir un plan de acción.

En cierta forma parecen conceptos lejanos, pero considerando las expresiones vertidas en el reciente XVI Congreso de Vialidad y Tránsito por destacados expositores extranjeros, debemos entender que son temas que atraviesan transversalmente a toda la comunidad, por lo que ignorarlos puede significar altos costos económicos, como así también fuertes rechazos sociales.

*El desafío es no perder el tren  
de la historia y actuar a la altura  
de las circunstancias.*

# AUTOVÍA RN°19

**\$720 millones de pesos de inversión**  
**130 km de longitud**

Con una inversión del GOBIERNO PROVINCIAL de más de 720 millones de pesos, esta obra estratégica para la Región Centro ya se encuentra habilitada para su circulación.

La transformación en Autovía de la Ruta Nacional N° 19 abarca un total de 130 km, desde Santo Tomé hasta el límite con la provincia de Córdoba.



Agradecemos el premio "Obra Vial del Año" de la Asociación Argentina de Carreteras a los trabajos de transformación en la Autovía de la RN 19 en nuestra provincia por ser una obra estratégica para la región.



[www.santafe.gov.ar/obras](http://www.santafe.gov.ar/obras)



**SANTA FE  
AVANZA**

# ACTIVIDADES DEL COMITÉ NACIONAL ARGENTINO DE LA ASOCIACIÓN MUNDIAL DE LA RUTA

Desde la firma del Memorandum de Entendimiento con la Presidenta de la Asociación Mundial de la Ruta, Sra. Anne-Marie Leclerc, ha transcurrido un fecundo año de integración y participación activa de la Asociación Argentina de Carreteras en ese organismo internacional.

El pasado año nuestra actividad estuvo centrada en la realización del XVI Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito, que contó con una variada temática y una activa participación de profesionales de toda la región. Se continuó trabajando, además, en la difusión de actividades y en la designación de representantes argentinos.

Para la participación de nuestros profesionales en los distintos Comités Técnicos Internacionales se propició la presencia de representantes de distintos ámbitos del quehacer vial.

Así, en conjunto con el Primer Delegado Oficial de la Argentina, el Ing. Julio Ortíz Andino, de la DNV, se procedió a una amplia convocatoria que abarcó organismos, universidades, Comisiones Técnicas de la Asociación Argentina de Carreteras, instituciones académicas y de investigación, además de los socios directos de la entidad, con miras a lograr participación en la mayor cantidad de comités Técnicos de la AIPCR. Estos comenzaron a trabajar en marzo de 2012, con la definición de sus objetivos para el Congreso Mundial de 2015 que se llevará a cabo en Seúl. También se programaron las diferentes actividades a realizar en los cuatro años que separan el Congreso de México de 2011 con este nuevo encuentro.

Fueron propuestos y aceptados los siguientes profesionales que en algunos casos representan a instituciones y en otros en carácter individual.

TEMA ESTRATÉGICO 1	COMITÉ TÉCNICO 1.1	COMITÉ TÉCNICO 1.2	COMITÉ TÉCNICO 1.3	COMITÉ TÉCNICO 1.4	COMITÉ TÉCNICO 1.5
<b>GESTIÓN Y DESEMPEÑO</b>	DESEMPEÑO DE LAS ADMINISTRACIONES DE TRANSPORTE	FINANCIAMIENTO	CAMBIO CLIMÁTICO Y SUSTENTABILIDAD	ASPECTOS ECONÓMICOS Y DESARROLLO SOCIAL DEL SISTEMA DE TRANSPORTE POR CARRETERA	GESTIÓN DE RIESGOS
Miembro		Fernando Abrate D.N.V.	Carlos Brunatti I.C.P.A.	Haydee A. Lordi I.del T. - U.N.de S.M.	Edgardo Masciarelli I.S.I.T. - U.N.de COR
Miembro Corresponsal	Jorge Gregorutti D.N.V.	Miguel A. Salvia A.A.C.	Norberto J. Salvia A.A.C.		
<b>TEMA ESTRATÉGICO 2</b>	COMITÉ TÉCNICO 2.1	COMITÉ TÉCNICO 2.2	COMITÉ TÉCNICO 2.3	COMITÉ TÉCNICO 2.4	COMITÉ TÉCNICO 2.5
<b>ACCESO Y MOVILIDAD</b>	OPERACIONES DE LA RED DE CARRETERAS	MEJORAS DE LA MOVILIDAD EN ÁREAS URBANAS	TRANSPORTE DE CARGA	SERVICIO INVERNAL	SISTEMAS DE CARRETERAS RURALES Y ACCESIBILIDAD A ÁREAS RURALES
Miembro	Daniel Russumanno ITS Argentina	Oscar Fariña A.A.C.	Silvia Sudol F.A.D.E.E.A.C.	Marcelo Franciosi D.N.V. Distr. Mza.	Nestor Fittipaldi F.A.D.E.E.A.C.
Miembro Corresponsal	Jorge Felizia O.C.C.O.V.I.			Rubén Lomas D.N.V. Distr. San Juan	Nicolás Berretta C.V.F.
<b>TEMA ESTRATÉGICO 3</b>	COMITÉ TÉCNICO 3.1	COMITÉ TÉCNICO 3.2	COMITÉ TÉCNICO 3.3	EQUIPO DE TRABAJO 1	EQUIPO DE TRABAJO 2
<b>SEGURIDAD</b>	POLÍTICAS Y PROGRAMAS NACIONALES DE SEGURIDAD VIAL	DISEÑO Y OPERACIONES DE UNA INFRAESTRUCTURA VIAL MAS SEGURA	OPERACIONES DE TUNELES DE CARRETERAS	PARA EL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL	DE SEGURIDAD
Miembro	Juan E. Rodríguez Perrotat C.T.T.T.y S.V. - U.T.N.	Mario Leiderman A.A.C.	Juan Marcet E.I.C.M. - U.N.S.Juan		
Miembro Corresponsal	Pedro Centeno A.N.S.V.	Pablo Cortés D.N.V.	Jorge Deiana D.N.V.		
<b>TEMA ESTRATÉGICO 4</b>	COMITÉ TÉCNICO 4.1	COMITÉ TÉCNICO 4.2	COMITÉ TÉCNICO 4.3	COMITÉ TÉCNICO 4.4	
<b>INFRAESTRUCTURA</b>	GESTIÓN DE ACTIVOS DE CARRETERAS	PAVIMENTOS DE CARRETERAS	PUENTES DE CARRETERAS	MOVIMIENTOS DE SUELOS Y CARRETERAS SIN PAVIMENTAR	
Miembro	Fernando Novoa D.N.V.	Diego Calo I.C.P.A.	Eduardo Castelli D.N.V.		
Miembro Corresponsal	Roberto Vilaitella D.N.V.	Alejandro Tagle C.P.A.	Tomas del Carril Del Carril-Fazio Ing. Civ.		
	COMITÉ TERMINOLOGÍA				
Miembro Corresponsal	Ada Lía González C.E.N.A.T.T.E.V.				

Muchos de estos Comités han tenido ya dos y tres reuniones en diversas partes del mundo, donde se ha tratado de mantener la participación de nuestros representantes. Asimismo, se sostuvo una participación permanente en las actividades planeadas a través de medios electrónicos.

Con las instituciones y los profesionales se ha definido la necesidad de generar comités locales por temas estratégicos, de forma tal de compartir los conocimientos con el mundo y generar un productivo “feedback”, ideas o temáticas a desarrollar o plantear en los Comités Técnicos Internacionales.

Diferentes acciones se han desarrollado a partir de esta idea y esperamos que en 2013, cuando se realicen en la Región un conjunto de seminarios y reuniones, se profundicen ambos aspectos de la participación en las actividades de la Asociación Mundial de la Ruta.

Debemos destacar también el acuerdo entre la Reunión de Directores de Carreteras de Iberoamérica -DIRCAIBEA- y la Asociación Mundial de la Ruta, por el cual se crean Comités Regionales, algunos de los cuales son conducidos por la Argentina.

Todas estas actividades pretenden generar un marco de transferencia tecnológica que mejore nuestras prácticas en beneficios de “más y mejores caminos”.

## ACTIVIDADES A DESARROLLARSE EN LOS PRÓXIMOS MESES EN LA REGIÓN:

- Reunión del Comité Regional de Activos Viales, en Buenos Aires, mayo.
- Reunión del Comité Regional de Finanzas, en México, abril.
- Reunión de Servicios Invernales, en Chile, junio.
- Seminario de Transporte de Mercancías en Montevideo, Uruguay, del 28 al 30 de octubre.
- Seminario conjunto de los Comités Internacionales de Movilidad Urbana y Operaciones Viales, en Buenos Aires, 6 y 7 de noviembre, Hotel Panamericano Buenos Aires, Argentina.
- Seminario de los Comités Internacionales de Seguridad Vial y Planes Nacionales de Seguridad Vial, en Buenos Aires, 11 y 12 de noviembre, Hotel Panamericano Buenos Aires, Argentina.
- Seminario “Mejor Información para la Seguridad Vial”, organizado por IRTAD-International Traffic Safety y OISEVI-Observatorio Iberoamericano de Seguridad Vial, en Buenos Aires 13 y 14, de noviembre.





## INVITACIÓN A PROPONER OBRAS VIALES A PREMIAR EN EL DÍA DEL CAMINO 2013

TRADICIONALMENTE, LA **ASOCIACIÓN ARGENTINA DE CARRETERAS** DISTINGUE A LAS MEJORES OBRAS VIALES FINALIZADAS DURANTE EL AÑO (OCTUBRE 2012-2013).

Estos reconocimientos recaen en aquellas obras que por su magnitud, trascendencia, respeto al medio ambiente, innovación tecnológica o impacto en la economía regional resulten dignas de ser premiadas para que sirvan de modelo y ejemplo de futuros proyectos.

Se distingue también al ente comitente, al proyectista y a las empresas constructoras.

A través del tiempo, estos premios han adquirido una relevancia tal que no solo llenan orgullo a quienes los reciben, sino que también sirven de carta de presentación para futuros emprendimientos.

De contar con alguna obra para proponer, agradeceremos adjunte una breve memoria técnica, con fotos y videos para una mejor evaluación.

Una comisión ad-hoc de especialistas, tendrá la tarea de evaluar las propuestas y someterlas al Consejo Directivo de la Asociación para su aprobación final.

La entrega de premios se llevará a cabo, como siempre, en ocasión de la tradicional cena del "Día del Camino", a celebrarse en el mes de octubre en Buenos Aires.

Es habitual la asistencia a esta ceremonia de las más altas autoridades nacionales, provinciales y municipales vinculadas con el sector vial y del transporte, además de empresarios, representantes de cámaras, universidades e instituciones relacionadas con el camino.

**Invitamos a organismos viales, empresas y profesionales del sector a proponer obras que a su juicio merezcan estos galardones.**

**MÁS INFORMACIÓN: [www.aacarreteras.org.ar](http://www.aacarreteras.org.ar)**



### 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/m<sup>2</sup> 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](http://www.stacoargentina.com.ar) - [comercial@stacoargentina.com.ar](mailto:comercial@stacoargentina.com.ar)

## Actividades desarrolladas en el Comité Ejecutivo de la Asociación Mundial de la Ruta



Los días 15 y 16 de febrero del corriente año se celebró la primera reunión del nuevo Comité Ejecutivo de la Asociación Mundial de la Ruta, con la **presencia del nuevo presidente** de la entidad, **Ing. Oscar de Buen Richkarday**, y los diferentes miembros de dicho órgano.

Participó de la reunión el Presidente de la Asociación Argentina de Carreteras, que fuera elegido en octubre último y allí se definieron las políticas y estrategias para este nuevo período de cuatro años.

Esta reunión fue organizada por el primer delegado de Estados Unidos, la Federal Highway Administration, la AASHTO, y el Comité Nacional de ese país.

El enfoque central del encuentro estuvo en la definición de los planes de acción de los comités técnicos, con sus objetivos intermedios y finales, y en la marcha del Congreso de la Vialidad Invernal, a desarrollarse en Andorra en 2014, y el Congreso Mundial de Carreteras, en Seúl en 2015.

También se analizaron los diferentes seminarios previstos en todo el mundo, y la necesidad de generar una visualización mundial de resultados, políticas y productos emanados de las distintas actividades de la Asociación Mundial de la Ruta. Merece destacarse la dedicación de una mañana completa al análisis y discusión de la situación mundial de la inversión en infraestructura y especialmente la influencia en el mantenimiento de carreteras.

Además de algunas exposiciones de países de todos los continentes, se desarrolló una presentación del Banco Mundial, donde se mostró la caída global de la inversión en infraestructura en general y en carreteras en particular, y la preocupación de dicha entidad por una situación de ajuste en el corto plazo y de deterioro estructural en el mediano y largo plazo.

En ese aspecto se remarcó la negativa experiencia latinoamericana en la década del '80, la llamada "década perdida" de la infraestructura, donde se priorizó el ajuste y pago de la deuda, por sobre el mantenimiento y desarrollo de la infraestructura del transporte, generando no solo la ampliación de la brecha en infraestructura con otras regiones, sino también un peso en décadas posteriores, generadas por el pasivo de esa década perdida.

La Asociación desarrollará diversos estudios, tanto del mantenimiento como de la inversión global, de forma tal que con un profundo criterio técnico, puedan visualizarse las conclusiones que sirvan a los decisores de las políticas nacionales y supranacionales de infraestructura.

También, y como un tema importante para lograr una mayor participación de los países de habla hispana, se estudia la posibilidad de ampliar la cantidad de artículos y estudios en idioma español y la posibilidad de aumentar las reuniones incorporando dicho idioma.

Todas estas actividades, que nuestro Comité Nacional Argentino sostiene y apoya, requerirán de un esfuerzo de participación en los comités por parte de los delegados designados y una actividad de intercambio que fomente la presencia de una mayor cantidad de expertos en las diferentes temáticas que se abordan.

Desde el punto de vista nacional, la Asociación Argentina de Carreteras está comprometida con la incorporación de la experiencia mundial en esas áreas y la difusión entre nuestros profesionales, organismos viales, universidades y empresas, de forma tal de asimilar las mejores prácticas, para no solo insistir ante la sociedad con la necesidad de aumentar la inversión, sino también en el desarrollo de una infraestructura y operación de transporte de mayor calidad, que nos ayude a disminuir la brecha en infraestructura, condición indispensable para el progreso de los pueblos.



## REPORTAJES

REALIZADOS DURANTE EL XVI CONGRESO  
ARGENTINO DE VIALIDAD Y TRÁNSITO

# ECOS DEL XVI CONGRESO ARGENTINO DE VIALIDAD Y TRÁNSITO

Tal como alguna vez mencionara el recordado Prof. Tornielli, el eco de los Congresos de Vialidad resuena mucho más allá de su finalización formal. En tal sentido es que presentamos una serie de breves reportajes con la opinión de importantes referentes del quehacer vial y del transporte, tomados durante el desarrollo del encuentro. Asimismo, en ésta y en próximas ediciones se irán publicando extractos de algunas de las conferencias especiales brindadas por destacados especialistas del sector.

## Palabras del Ing. Hugo Testa, Ministro de Infraestructura de la Provincia de Córdoba



**Ing. Hugo Testa**

Ministro de Infraestructura  
de la Provincia de Córdoba

**Revista Carreteras: Señor Ministro, nos gustaría contar con su palabra en lo que hace a su tarea de gobierno en Córdoba, específicamente en lo relativo a la infraestructura vial y desarrollo de la actividad económica.**

**Ing. Hugo Testa:** Tal como comentábamos con el Ing. Periotti, desde la década del '30 la red vial argentina sigue siendo la misma. La red implantada en territorio argentino ha mejorado mucho en capacidad en estos últimos años. Hemos con-

vertido en rutas pavimentadas muchos caminos de tierra, pero en realidad la red sigue siendo la misma y pasamos de casi trescientos mil vehículos en la década del '30 a más de diez millones en la actualidad. Eso demuestra la importancia, sobre todo para nosotros, de la responsabilidad política de la conducción de las áreas técnicas que hacen al desarrollo de la estructura vial. En Córdoba hemos tenido intervenciones realmente importantes: caminos turísticos que hoy significan que estemos casi en primer orden interno de turistas que visitan nuestra provincia como destino local. Tenemos la suerte de tener la autopista Buenos Aires-Rosario-Córdoba, que ha construido la Dirección Nacional de Vialidad, y nos ha puesto cerca de los puertos de Rosario y Buenos Aires. Esto ha permitido también mejorar la seguridad. Contamos con una importante inversión para seguridad vial; estamos inaugurando una autovía que conecta Córdoba con las Sierras Chicas, concretamente con la ciudad de Salsipuedes; próximamente estaremos inaugurando otra autovía que

une el sur de Córdoba con la ciudad de Alta Gracia. Entendemos que el incremento de vehículos y sus características hace necesario que nuestro país tenga una política permanente de inversión.

**Revista Carreteras: Tomando a Córdoba como una provincia central, no solo por su ubicación geográfica sino también por su importancia en el desarrollo industrial y por ser el "hub" de la Argentina, de donde parten y en donde convergen actividades y redes de la Argentina, ¿cuál es el foco principal de la actividad económica?**

**Ing. Hugo Testa:** Córdoba, como provincia mediterránea, recibe pasajeros y cargas desde todos los puntos del país. Es un paso casi obligado para llegar a la cordillera o a los puertos santafesinos y bonaerenses. En cuanto a nuestra riqueza, Córdoba es un faro: tenemos el 30% del desarrollo turístico, el 30% del desarrollo industrial, con fábricas de autopartes, de automotores; tenemos un poderoso sector agropecuario. Todo hace que necesitemos una infraestructura vial acorde a esta demanda.



## Reportaje al Ing. Gordon Keller, Consultor y Funcionario del Servicio Forestal Americano



### Ing. Gordon Keller

Consultor y Funcionario del Servicio Forestal Americano

**Revista Carreteras:** ¿Qué experiencias viene compartir un hombre con más de cuarenta años de experiencia en el Servicio Forestal Americano, y que hoy expone sobre el impacto ambiental de los caminos en la naturaleza?

**Ing. Gordon Keller:** La nuestra es una organización forestal y, como tal, estamos muy preocupados por el medio ambiente, al igual que el público en general. Contamos con una red vial muy grande, por lo que hemos aprendido y adoptado muchas medidas de mitigación de impacto en el medio ambiente.

**Revista Carreteras:** ¿Cuántos kilómetros de caminos atraviesan los parques forestales en los Estados Unidos?

**Ing. Gordon Keller:** Casi medio millón de kilómetros.

**Revista Carreteras:** ¿Cuáles son las acciones que se llevan a cabo para conseguir esta mitigación?

**Ing. Gordon Keller:** Nos orientamos principalmente a la protección de la calidad del agua, para evitar sedimentos, erosión, y realizamos armaduras con vegetación para evitar derrumbes. Adecuamos las alcantarillas para prevenir la mayor cantidad de fallas posible, dado que una falla implica movimiento de muchos sedimentos.

**Revista Carreteras:** Además de la protección de la fauna local, en lo relativo al cruce u obstaculación del camino

**Ing. Gordon Keller:** Ése es un trabajo más específico de la Administración General de Carreteras, dado que en caminos de bajo volumen y baja velocidad no hay tanta mortalidad. Sí hay fragmentación de hábitats, pero no hay tanta mor-

talidad. Pero en caminos más grandes como carreteras, las velocidades son mayores y por eso la Administración Federal de Carreteras tiene programas con pasos superiores, notificación de migración de animales, etc. Es costoso y limitado, porque cada animal tiene sus propios hábitos y hábitats, y, si bien es un reto, se realizan muchos esfuerzos para protegerlos.

**Revista Carreteras:** ¿Cuáles son los resultados obtenidos?

**Ing. Gordon Keller:** Resultados muy exitosos. En uno de los Parques Nacionales donde se han implementado varios pasos superiores, muchos animales lo utilizan. En otros lugares, hay medidas muy particulares para algún tipo de animal, como por ejemplo, serpientes o tortugas, dado que cada animal tiene sus propios requisitos para promover el paso o restringírsele.

## Palabras del Profesor Ram Pendyala, de la Universidad Estatal de Arizona, EEUU



### Prof. Ram Pendyala

**Tancredi:** ¿Cuál es la incidencia del transporte y el cambio climático?

**Prof. Ram Pendyala** (Arizona State University, USA): El principal problema que se observa en este caso está relacionado con la emisión de gases invernadero. Para esto habría que analizar cuáles son las vulnerabilidades relacionadas con el tema vial y los potenciales riesgos que acarrea. El impacto va a estar dado según el lugar geográfico, así como también por el medio de transporte utilizado, pero se pueden encontrar elementos comunes. Para evaluar los riesgos es necesario evaluar las posibles soluciones

para minimizar el cambio climático. Los dos factores principales son la resiliencia y la redundancia. Se debe evaluar si la infraestructura es capaz de resistir un evento de gran magnitud y volver a funcionar correctamente. Y con respecto a la redundancia, implica la existencia de un mecanismo de apoyo en caso de que la primera alternativa falle, para que la calidad no se vea disminuida. Éste es un tema muy relevante para América Latina, un problema creciente, dado que en los próximos cien años las precipitaciones van a ser mayores y se pronostica un aumento en el nivel del mar.

# MITO Y REALIDAD EN LA BÚSQUEDA DE LOS BENEFICIOS MÁS AMPLIOS DEL TRANSPORTE



**Roger Vickerman**

Decano de la Universidad de Kent, UK.  
Director de Centro de Estudio de  
Economía del Transporte.

## Resumen de la Ponencia

Hay por lo menos una creencia popular de que los grandes proyectos de infraestructura de transporte dan lugar a beneficios que no se reflejan en la evaluación de la inversión convencional. La construcción de una red de metro, un aeropuerto importante o una línea de tren de alta velocidad tendrá ramificaciones que van más allá de la simple medida de ahorro de tiempo o reducciones en los accidentes. Sin embargo, fundamentar la idea con una metodología que suene a la vez teórica y empíricamente aplicable ha resultado ser un reto. Los enfoques se han ido perfeccionando en los últimos años y la evidencia empírica se ha vuelto más fuerte y convincente, mostrando que los impactos podrían no ser siempre beneficiosos. Sin embargo, la adopción de medidas formales de tales impactos en los procedimientos de evaluación oficiales no se ha aplicado de forma generalizada, dejando de esta forma las decisiones sobre las inversiones principales de los medios de transporte menos abiertas a los argumentos científicos, ya sea a favor o en contra. Esta presentación revisa las premisas para la consideración de los más amplios impactos y su tratamiento. Concluye con recomendaciones para el desarrollo de procedimientos transparentes para así asegurar un tratamiento coherente de dichos impactos.

.....

## Transcripción de la ponencia

De lo que quiero hablar hoy es de cómo tratamos de encontrar los impactos económicos más amplios en los proyectos de transporte.

Muchas veces, en las evaluaciones de proyectos de transporte, tratamos de buscar los beneficios del uso directo y nos damos cuenta de que no suman para hacer que un proyecto sea viable. En ese punto, con frecuencia la gente dice: **“Bueno, sí, pero dichos impactos deberían ser valiosos o quizás no, tienen que crear algo adicional que no estamos midiendo”**. Esto en algún sentido es uno de los puntos que hemos estado investigando. Como ejemplo podemos decir que es como buscar el Santo Grial, es decir, tratar de buscar cuáles son esos impactos genuinos del transporte. Esto nos lleva en círculos a los Estados Unidos, donde en 1999 fui responsable de producir un informe oficial de gobierno sobre el transporte y la economía, tratando de determinar cómo se puede medir el efecto que tiene el transporte en la economía.

Nosotros sabemos que el transporte es un determinante importante del uso de la tierra y el desarrollo económico, pero este tema tiene mucha controversia.

El tema es que la gente piensa que el peligro es que contabilicemos dos veces las cosas, es decir que, midamos el beneficio al usuario y a la vez el beneficio del ahorro del tiempo. Si tratamos de ver cuáles son los beneficios más importantes que se

pueden contabilizar, como por ejemplo la reubicación de las empresas y el cambio en el uso de la tierra, los estamos contabilizando otra vez. Pero dado que hay algo más que la gente cree que es importante, en algunas ocasiones para tener esto en cuenta nos inclinamos a decir, bueno sumemos un 10% de beneficio. Quizás un 10% no es una mala estimación, pero realmente no va a ser cierto para todos los proyectos, y deberíamos ir más allá de ese número. Hay trabajos recientes que derivan del informe mencionado, en términos de observar grandes inversiones, particularmente en los ferrocarriles del Reino Unido. Esta investigación ha llevado a una mejora, por lo menos de la comprensión teórica, de cómo la accesibilidad afecta la performance de las empresas y cómo también afecta a los mercados de trabajo. Pero aplicarlo en forma empírica aún sigue siendo problemático, debido a que existe un problema de índole interna y de causalidad: ¿qué es lo que causa qué? ¿Es el transporte la causa del beneficio económico o simplemente es que el crecimiento de la economía requiere más transporte? Parecería que hubiéramos tenido un impacto, lo cual no es necesariamente correcto.

Hay conflictos en las estimaciones basadas en buscar niveles de datos agregados, es decir, ¿cuánto se ha invertido en transporte en términos de variables financieras y cuánto creció la economía en términos del valor de la producción? ¿Qué pasa cuando empezamos a ver los cambios en el comportamiento real? ¿Qué estamos obteniendo? Por supuesto hay problemas

en las interrelaciones y en los efectos derrame de las diferentes áreas. ¿Realmente estamos midiendo el impacto neto o todo esto es porque hay un efecto de redistribución entre diferentes áreas? Sin embargo, es claro que para poder resolver este problema lo que realmente necesitamos es entender finalmente cuáles son estos impactos más amplios, y ver qué tan importante son y si los mismos pueden ser evaluados. Ha habido muy poco avance en este tema en términos de guías de evaluación oficial en el mundo. Pero ahora el Reino Unido tiene un procedimiento formal de estimación que nos permite incorporar esos beneficios más amplios. Preguntémosnos entonces ¿qué es lo que está pasando?

Claramente el transporte tiene una relación muy importante y dificultosa con lo que está pasando en cualquier economía local. Todos los buenos libros de texto de Economía del Transporte dicen que el transporte es una demanda derivada. Esto significa simplemente que se provee transporte para permitir que se desarrollen ciertas actividades. Esto suena como que el transporte entonces no genera demasiado beneficio por sí mismo. Pero también el transporte es un insumo sustituible, y en términos reales se vuelve menos costoso porque la gente usa cada vez más transporte como parte del proceso de producción. Actualmente, los productos de todo el mundo son más económicos gracias al transporte, lo cual indica que estamos creando más beneficios económicos. La idea es ver si se pueden obtener ganancias adicionales.

El transporte en general puede verse como un motor del crecimiento, porque quizás puede ayudar a potenciar un área. Por ejemplo: si donde hay un camino de tierra también ponemos un ferrocarril, podríamos cambiar la posición de esa zona, pero luego podríamos llegar a tener el problema de lo que llamamos “caminos de doble vía”: la población que está en zonas marginales podría llegar a decir: “Sí, póngannos a nosotros también ese camino porque entonces podremos vender nuestros productos en el mercado”. El problema es que si hay caminos o ferrocarriles en dos direcciones, esto permitiría mejorar la accesibilidad de un área; pero esto a su vez podría llegar a mejorar la eficiencia de una zona ya desarrollada y traer mayores beneficios a esta que a otra menos desarrollada.

La mejora de las obras ferroviarias o caminos puede mejorar la eficiencia con la que funciona una economía en una determinada zona. Lo que vemos con esto es que si se puede reducir el costo del transporte, las economías se vuelven más competitivas, y por lo tanto el transporte puede contribuir al crecimiento de la producción. El punto importante aquí es la productividad, la cual puede llevar a cambios en la ubicación de esa producción. A veces puede considerarse como un efecto negativo el hecho de que algunas actividades cambien su ubicación, pero quizás eso también puede dar lugar a que en dicha zona crezcan nuevas actividades, se genere un aumento del empleo, y se mejoren las habilidades de la fuerza de trabajo.





¿Qué pasa con la nueva geografía económica? Hay muchas personas, que dicen que este no es un tema nuevo, que no hay mucho de economía en el mismo y que hay mucho de geografía. Sin embargo, es interesante destacar el aporte de profesionales como Paul Krugman, quien ha realizado una importante explicación teórica de los vínculos necesarios entre todos estos elementos.

Los costos de transporte son importantes como un determinante del precio de una ubicación urbana, y por lo tanto lo relevante son los salarios reales, ya que estos van más allá del simple valor de decir que el transporte ahorra tiempo, ya que nos dan también la base teórica para la aglomeración, la idea de que tenemos también mayores retornos, que cambia el tamaño del mercado, que se desarrollan vínculos con la economía local debido a eso. Esto nos lleva a una causa acumulativa positiva en esa área y eso en sí mismo es muy importante. Esta visión teórica nos dice, que no va a tender simplemente hacia una situación de equilibrio como pregona la economía.

¿Qué pasa en el proceso de evaluación? Cualquiera que alguna vez haya observado las bases del análisis costo-beneficio sabe cómo funciona esto. Simplemente decimos que si hay una reducción del costo, eso va a generar un beneficio para los usuarios existentes y para el volumen del tránsito. También hay un consecuente beneficio derivado por el tránsito adicional.

Veamos cuáles son los supuestos detrás de todo esto.

- **Existencia de competencia perfecta en las actividades que se sirven del transporte.** Si hay cambios en el transporte, los precios se van a ajustar de la misma manera; el costo marginal del productor va a ser igual al costo marginal social.

- **No hay retornos de escala,** con lo cual el costo marginal es constante. Si reducimos eso no va a haber un cambio en la escala. La demanda solamente responderá a un cambio en el precio, no a un cambio en la oferta. Pero si el costo marginal sube -supongamos que tenemos un aumento en los retornos-,

los costos marginales empezarán a bajar, la demanda podría cambiar como respuesta a los cambios en las oportunidades, y los efectos de aglomeración podrían causar una baja del costo marginal. Por lo tanto, lo que tenemos es una muy linda solución que podemos medir. Tenemos una solución mucho más compleja que puede cambiar en diferentes circunstancias.

¿Cómo tratamos de manejar esto en el Reino Unido? Tenemos cinco objetivos de evaluación, que están armados en una serie de guías.

a1) **El Medio Ambiente**

2) **La Economía**

3) **La Seguridad**

4) **La Accesibilidad.** No se refiere a accesibilidad en el sentido estrecho de cambiar los precios generalizados sino de mejorar el acceso de toda la comunidad a las instalaciones sin que nadie quede excluido. El hecho también de que si se construye un nuevo camino o un ferrocarril en el área, quizá pueda causar más dificultades.

5) **El grado de integración** que existe entre los distintos tipos de transporte; integración con la planificación y también con los diferentes tipos de políticas.

Obviamente primero me voy a enfocar en el objetivo económico, esto no significa que los demás no sean importantes Pero me voy a concentrar en esto ya que lo considero más relevante. Este objetivo está compuesto por cinco elementos: el primero es obtener el valor por el dinero, en relación con los impactos en las cuentas públicas. Si yo quiero usar el dinero del público tengo que asegurarme de obtener un valor. ¿Cómo lo hago? Tengo que mejorar la eficiencia económica del transporte para los usuarios, los proveedores y los consumidores. También tengo que mejorar la confiabilidad del transporte, lo cual es muy importante. Además tengo que conseguir mayores impactos beneficiosos a través de la productividad y apoyar la regeneración de un área, lo cual también tiene diferentes elementos. ¿Cuáles son los elementos de ese modelo teórico que se pueden capturar? Son los siguientes cuatro:

**1) Impactos de la aglomeración: cómo las diferentes actividades se van a reunir o juntar.**

**2) Cambios en la producción en mercados competitivos imperfectos.**

**3) Impactos en la oferta de trabajo:** si vemos que el mercado laboral no es perfectamente competitivo, tenemos que reconocer que esos sectores que utilizan el transporte no van a ser perfectamente competitivos y quizá se produzca menos o más empleo.

**4) Movimientos hacia más o menos empleos productivos:** En base a ello, tenemos que poder relocalizar a la gente. En algunos casos, quizás tendríamos que pensar en esquemas mayores a los 20 millones de libras y en evaluar los impactos de aglomeración si la inversión llegara a aumentar la rentabilidad de un área que está cerca de un centro económico o de un centro de empleo.

# ASUMIMOS NUEVOS DESAFÍOS

LICITAMOS OBRAS EN RUTAS PROVINCIALES  
POR MÁS DE **1500 MILLONES** DE PESOS



[www.vialidadentrerios.gov.ar](http://www.vialidadentrerios.gov.ar)

*R.P.N° 51 (Dpto. Gualeguaychú) R.P.N° 5 (Dptos. Federal - La Paz)*  
*R.P.N° 20 (Dptos. Villaguay - Federal) R.P.N° 6 (Dptos. La Paz - Federal - Villaguay)*  
*R.P.N° 11 (Dptos. Diamante - Victoria - Gualeguay)*

Entre Ríos,  
Modelo de Gestión



**Vialidad**

Dirección Provincial de Vialidad  
Ministerio de Planeamiento, Infraestructura y Servicios.  
Gobierno de Entre Ríos

[www.rovellacarranza.com.ar](http://www.rovellacarranza.com.ar)



Ruta Provincial N° 28 - Prov. de Formosa  
Tramo Empalme Ruta Nac. N° 81 (Las Leonas)  
Empalme Ruta Nac. N° 86 (Posta Cambio Zalazar)

**CONSTRUIMOS  
CAMINOS HACIA EL PROGRESO**

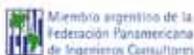
  
**ROVELLA CARRANZA**

Desvío a Pescadores Km 8,9 - San Luis - Argentina - Tel.: 0266 - 4536100

Moreno 970 - Piso 4 - C.A.B.A. - Argentina - Tel.: 011 - 4342 2845/46



## CAMARA ARGENTINA DE CONSULTORAS DE INGENIERIA



Miembro argentino de la Federación Panamericana de Ingenieros Consultores

Para asociarse visite: [www.cadeci.org.ar](http://www.cadeci.org.ar)

Sede: Cerrito 1250, 1º Piso (C1010AAZ)

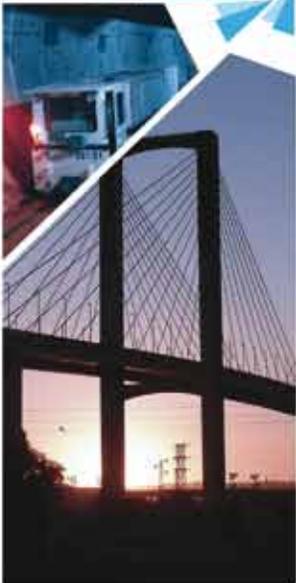
Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

Tel./Fax: (54-11) 4811-4133/0570/3630/4961 Int.:2106

E-mail: [cadeci@cadeci.org.ar](mailto:cadeci@cadeci.org.ar)

### Firmas Asociadas

- Abs Servicios de Ingenieria
- AC&A S.A.
- Atec S.A.
- Barlmont 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
- Consultoría 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 Gutelman 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
- Incoiv S.R.L.
- Inconas S.A.
- Ing. Tosticarelli & Asoc. S.A.
- INGE Consultores S.A.
- Ingeniería en Relevamientos Viales S.A.
- Jaime Lande y Asociados S.A.
- JVP Consultores 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 S.A.
- Ungaro, Alé Ortiz Ingenieros Asociados S.A.



## 15 años financiando el Desarrollo Regional y la Generación de Empleo



Fondo Fiduciario Federal de Infraestructura Regional  
Ley 24.853

Nuestro Organismo, en sus 15 años de gestión, contribuye a la infraestructura Nacional con más de \$2.534.184.542 en créditos otorgados para más de 365 obras, generando más de 5.946.000 jornales directos de empleo genuino.

Para mayor información visite nuestra web en <http://www.ffiir.gob.ar>

La reubicación del empleo se evalúa utilizando modelos solamente cuando se necesitan datos detallados. Esta es la base de lo que nosotros hacemos: con los datos económicos de las regiones que van a ser afectadas y los datos del modelo de transporte, vemos, por ejemplo, cuáles van a ser los cambios en los costos del transporte suburbano. Observamos cuál va a ser el cambio en los beneficios a los usuarios del negocio y el efecto en los costos de transporte de carga y del transporte suburbano. Y también vemos cuáles son esos impactos. Luego hacemos una iteración de nuevo para ver qué tan sensible es esta estimación.

¿Cómo medimos estas cosas?:

**-La oferta del empleo:** el cambio de los costos del transporte suburbano también afecta los beneficios individuales que se pueden obtener del trabajo. Entonces tenemos que pensar en la elasticidad de la oferta laboral. Tenemos que saber cuál va a ser la productividad adicional de emplear más trabajadores para poder así obtener un efecto.

-Luego podemos observar el **cambio de producción en los mercados imperfectamente competitivos** y ver cuál va a ser la voluntad del usuario o el consumidor de pagar por el aumento de la producción.

**Veamos una ecuación:**

$$WTI_i^{k,j} = \left[ \left( \frac{d_i^{k,j}}{d_i^{b,j}} \right)^{\rho^k} - 1 \right] GDPW_i^{b,j} E_i^{b,j}$$

$$d_i^{b,j} = \sum \frac{E_j^{b,j}}{\tau}$$

Empecemos por ver cómo la densidad del empleo es afectada por el costo generalizado de un modo en particular. Por ejemplo, tengo el costo generalizado de moverme entre dos ubicaciones para un modo en particular y para un sector particular de empleo, y podemos ver cuál va a ser el efecto de eso, en comparación con el empleo total de un área en particular, y sumarlo. Es un tipo estándar de enfoque de gravedad. Cualquiera que haya trabajado en el tema entiende de lo que estoy hablando.

Luego, si vemos la ecuación superior y comparamos dos escenarios, A y B, y observamos el efecto relativo sobre eso, y luego lo inflamos por la producción por trabajador, entonces tenemos un cambio en la densidad del empleo multiplicado por la producción por trabajador: la productividad y la cantidad de empleo. No estamos asumiendo con esto que haya cambios en la productividad, sino simplemente que las empresas pueden tener acceso a un mayor mercado laboral debido a la reducción en los costos generalizados del transporte como resultado del esquema que ha sido implementado.

También tenemos áreas de regeneración designadas en el Reino Unido y las podemos medir para ver si hay un beneficio particular, ver si este plan afecta a un área que se quiere

regenerar. No voy a dar más detalles sobre esto. Lo que sí me gustaría hacer es darles una ilustración de dos estudios de caso que son ejemplos bastante diferentes de esto. Uno es un proyecto de ferrocarril urbano en Londres, "El Crossrail", cuyo costo era de aproximadamente 16 mil millones de libras. Pero los beneficios directos para el usuario, en lo que se refiere a ahorro del tiempo, eran insuficientes para que esta inversión fuera viable, con lo cual no fue considerado.

Otro caso de estudio es tener un segundo tren de alta velocidad entre Londres, los "Midlands" y el norte de la región. La primera etapa desde Londres a Birmingham iba a costar aproximadamente 20 mil millones de libras y toda la red como está planeada hasta este momento iba a costar 35 mil millones de libras. Aquí se estimó que los beneficios directos al usuario iban a ser suficientes, no iban a ser extraordinarios, pero iban a ser positivos. Déjenme mostrarles cuáles son: el "Crossrail" implicaba construir un túnel muy costoso entre Paddington, la estación Terminal, y el oeste de Londres para llegar hasta la calle Liverpool en el este, vinculando al nuevo distrito financiero de Londres en la zona del Canary Wharf con el centro. También llegaba hasta Liverpool, Paddington y Bond Street, y, como pueden ver, eso también tenía vínculos potenciales para traer tráfico desde el este de Londres, incluyendo el aeropuerto de Heathrow, es decir, proveer un vínculo muy importante del ferrocarril desde esa zona de Londres hasta el servicio de subtes.

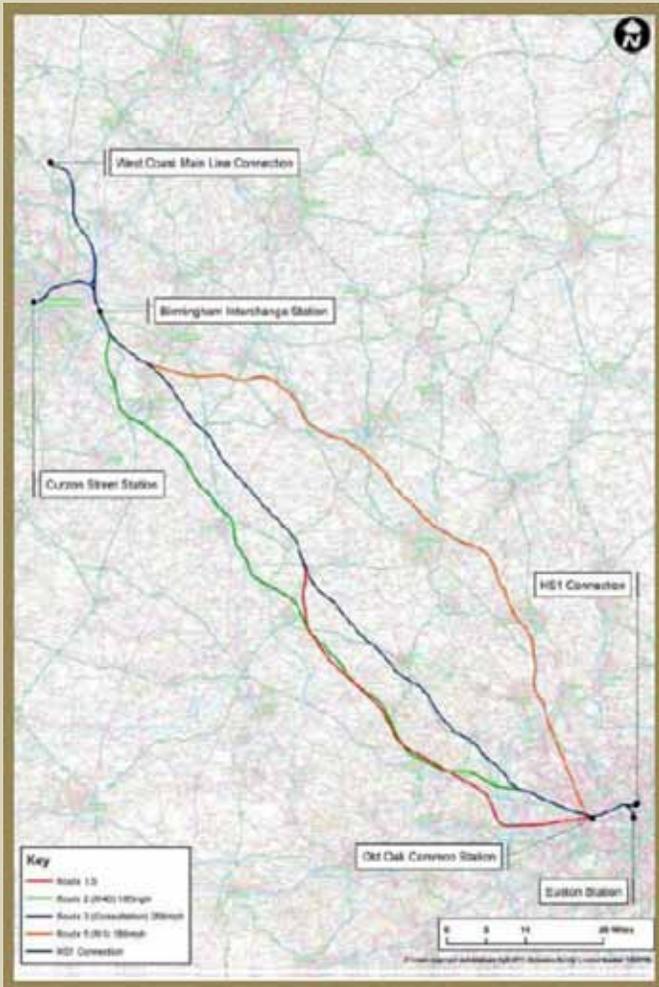
Beneficios	Bienestar (en millones de libras)	Producto Bruto Interno (en millones de libras)
Ahorro de tiempo de negocios	4.487	4.487
Ahorro de tiempo de traslados	4.152	
Ahorro de tiempo de esparcimiento	3.833	
Total de beneficios para los usuarios del transporte	12.832	
Aumento en la participación de la fuerza de trabajo		872
Aumento de las horas trabajadas		0
Cambio a puestos de trabajo más productivos		10.772
Beneficios de aglomeración	3.094	3.094
Aumento de la competencia	0	0
Competencia imperfecta	485	485
Consecuencias económicas del aumento en el PBI	3.580	
Monto adicional a la evaluación convencional	7.159	
Total (excluyendo beneficios y costos financieros, sociales y ambientales)	19.991	20.069

Esta es una tabla que resume los beneficios para los usuarios del transporte y solamente eran 8 millones de libras comparados con los 16 mil millones que iba a costar.

Pero si le empezáramos a sumar cosas como los beneficios de aglomeración y los efectos de competencia imperfecta y el tema del mercado laboral, encontrábamos que en ese caso se podía conseguir un beneficio adicional e interesante y finalmente si se sumaban todos los efectos podría llegar a 20 mil millones el beneficio comparado con los 16 mil que iba a costar. Ahí era mucho más interesante y realmente se decidió construir este proyecto y de hecho su financiación tenía que

demostrar cómo iba a ser posible, por ejemplo, aumentar los impuestos a las empresas y la vez involucrar al sector privado para que desarrolle estaciones en el medio, así que no necesariamente tiene que ser solo el sector público el que tome la responsabilidad de estos proyectos.

En el segundo ejemplo, la segunda línea de alta velocidad, las diferentes rutas que se consideraron las podemos ver aquí en el mapa entre Londres y Birmingham.



HSE Proposed Route . Enero de 2012

La que finalmente fue aceptada fue la número 3, que circula a través de unas zonas muy lindas y verdes de Londres y otras partes de Inglaterra, donde vive gente con buen poder adquisitivo y por ello hubo bastantes problemas y objeciones al querer hacer pasar el tren por allí.

Lo que hubo que demostrar es que este proyecto valía realmente la pena. Un beneficio particular que se pudo mostrar es que iba a ser parte de una primera etapa que finalmente

iba a vincular Birmingham con Leeds, con Manchester y con los centros económicos importantes hasta las ciudades del centro de la región (Midlands). Por lo tanto podía proveer la posibilidad de tener servicios más rápidos hasta Escocia. Ahora, lo que no sabemos es si Escocia va a seguir siendo parte del Reino Unido o no, pero esto lo veremos en el futuro.



HS2 as part of a HSR Network

Acá tenemos el resumen de uno de los efectos del costo de capital. Como pueden ver es de unos 20 mil millones de libras en una primera etapa y un total de alrededor de 35 o 36 mil millones.

Los beneficios económicos de la primera etapa -los vemos allí en la tabla- serían mayores que para la segunda, pero tenemos mayores ahorros en el tiempo, etc.

	Londres – West Midlands		Red Y	
	Caso de estudio – Febrero 2011	Actualización – Enero 2012	Caso de estudio – Febrero 2011	Actualización – Enero 2012
Costo de capital	20.2	18.8	34.6	36.4
Costos operativos	7.0	8.6	15.8 (12.3 – 19.3)	21.7
Aumento en los ingresos ferroviarios	15.5	13.9	31.0	31.8 – 34.0
Beneficios económicos (excluyendo impactos económicos más amplios)	18.9	19.0	42.7 (41.2 – 44.2)	41.4 – 46.9
Impactos económicos más amplios	4.7	4.1	7.4 (4.7 – 10.2)	5.7 – 12.3
Relación costo – beneficio (incluyendo impactos económicos más amplios)	2	1.7	2.6 (2.0 – 3.4)	1.8 – 2.5

**Tabla Nro 1 – Beneficio y costos del proyecto HS2 (en miles de millones de libras en valores actuales) y la consecuente relación costo-beneficio**

La suma de los impactos económicos más amplios, si bien no son críticos, aumentan la proporción entre costo y beneficio, por lo que resulta bastante interesante llevar a cabo el proyecto. Si vemos el resto, desde Londres hacia la zona de West Midlands, y sumamos todo, finalmente tenemos una proporción de costo beneficio que es 1.7. Esto no es muchísimo pero es bastante interesante. Todavía hay una cierta incertidumbre, porque no se completaron los planes para el resto de la red, pero podemos ver nuevamente que esta proporción costo - beneficio está cerca del orden de los 2 puntos y es cuando finalmente se le agregan beneficios económicos más amplios.

¿De dónde vienen esos beneficios para la red total? Esto es bastante interesante porque muchos vienen del ahorro del tiempo pero también hay beneficios para reducir el hacinamiento del uso de los ferrocarriles en otras partes de la red. Aquí también ha habido una gran discusión de si esto significa un ahorro de tiempo para las empresas o de negocios; o si realmente va a haber ahorro para las personas dado que van a poder viajar más rápido, trabajar mientras viajan, o tener Wi-Fi en el tren y poder usar celulares. Pero alguien que va en un tren de alta velocidad entre Londres y Bruselas todas las semanas, yo diría que más que trabajar haciendo una presentación o utilizar Wi-Fi, casi siempre termina mirando una película o la última serie en la laptop, o simplemente caminando en el tren. A pesar de esta realidad se supone que estas cosas fueron estimadas, con lo cual vamos a tratar de llegar a algunas conclusiones.

Obviamente esta es una visión muy superficial de un área muy difícil. La idea es ver: ¿cómo nos movemos dentro de ese modelo teórico? ¿Qué resultados podemos obtener? y ¿cuán precisos realmente pueden llegar a ser dichos números? ¿Cómo observamos los modelos adecuados que utilizamos? ¿Cuáles son las áreas relevantes para este estudio? Quizás todos los beneficios que tratamos de identificar tengan que ver con incluirle actividad o sacarle actividades a las zonas que es-

tán fuera de la red. Entonces las zonas que están ahora dentro de la red van a sufrir.

Necesitamos datos mucho más sofisticados de los que recolectamos típicamente. ¿Qué tipo de datos necesitamos? Es claro que en un proyecto urbano siempre hay aglomeración. Un proyecto interurbano también genera aglomeración. ¿Qué creamos, una especie de súper ciudad entre Londres y Birmingham? ¿Es algo que nosotros pensamos que es deseable o simplemente que se hace? Cuando se atrae a otra ciudad dentro de la órbita de una ciudad más importante, podemos observar algún tipo de evidencia a largo plazo. Los franceses hace treinta años que tienen este tipo de tren entre París y Lyon y podemos ver algunos de los beneficios que ellos tuvieron. Pero es bastante interesante ver la forma en la que las empresas se adaptan a eso. Sin embargo no hay evidencia suficientemente fuerte para inferir que París ganó beneficios de Lyon o Lyon de París. Hay alguna evidencia que muestra que puede ser que Lyon haya obtenido más beneficios de las áreas circundantes.

¿Qué pasa con las políticas? Lo que yo creo que siempre tenemos que reconocer dentro de las políticas de transporte es una regla muy simple que a la vez puede ser muy peligrosa: uno puede invertir en transporte y puede dañar un área económica, pero uno puede no invertir y causar los mismos daños también. Las reglas de valuación tienen que ser muy amplias pero también tienen que ser transparentes. Las decisiones tienen que ser robustas, pero no hay que presentar un modelo denso que no se pueda entender, porque si no se puede entender va a ser rechazado. Tenemos y hemos tenido muchas pruebas de eso en los debates que se han dado por la necesidad o no, de esta segunda línea de alta velocidad. También todos los niveles de toma de decisión deben ser considerados: es decir, si van a ser a nivel nacional, internacional o local. Si existe competencia entre las diferentes jurisdicciones locales, esto puede llevar a una sobre o sub-inversión en algunos casos.

Creo que cumplimos con esto todo el ciclo. Sabemos que el transporte es crítico y que tenemos que invertir siempre en eso, hasta llegar a tener cuidado de no contar dos veces los beneficios, lo cual es clave para entender las mayores ventajas.

Yo soy un académico, y obviamente, siempre voy a llegar a una conclusión: se necesita más investigación. Pero las investigaciones pueden ser de distintos tipos: a veces hay que hacer investigaciones del macro comportamiento, averiguar cómo van a responder las empresas y los individuos a los cambios en el transporte, ya sean marginales o de gran magnitud.

Tenemos que observar el efecto en toda la red y posiblemente también tendríamos que tener más estudios de exposición. Tendríamos que saber en qué medida la inversión en el transporte realmente ha causado esa diferencia que siempre se dice que causa.

## REPORTAJES

REALIZADOS DURANTE EL XVI CONGRESO  
ARGENTINO DE VIALIDAD Y TRÁNSITO

# Expovial Argentina 2012

## Stand de la Provincia de San Juan



### Ing. Edgardo Guerci

Director General  
Dirección Provincial de Vialidad



### Ing. Julio C. Ortíz Andino

Coordinador General  
Dirección Nacional de Vialidad



**Revista Carreteras:** Nos encontramos en el stand de la provincia de San Juan frente a la maqueta de la obra “Túnel de Agua Negra”. ¿Cuál es el estado del proyecto?

**Ing. Edgardo Guerci:** Venimos trabajando desde el año 2003 con este proyecto. Con estudios económicos, estudios de ingeniería, factibilidad, geológicos, de superficie y profundidad. Hemos elaborado muchos estudios mediante perforaciones, así que tenemos un conocimiento bastante pleno de nuestra cordillera, donde va a estar emplazado este futuro túnel. Ya estamos encarando la última etapa, que es el estudio de ingeniería básica, es decir, el trazado del túnel y el trazado de la obra subterránea, que tiene que ver con la sección del mismo. Este es un proyecto que está concebido como dos tubos unidireccionales y esto le da una característica muy particular. Con un diseño moderno, con las normas más avanzadas en seguridad en relación al resto del mundo. Han trabajado consultoras de Brasil y de Austria; tenemos también consultoras de España, así que estamos bien asesorados y muy conformes. Nos encontramos en una etapa preliminar del llamado a

licitación. Se trata de una obra de ochocientos millones de dólares, y estamos a pasos de dar el último empujón.

**Revista Carreteras:** Estamos hablando de una obra emblemática para el MERCOSUR ¿Cómo vienen en Vialidad con estos aspectos de la obra?

**Ing. Julio C. Ortíz Andino:** Para nosotros tiene una gran importancia dado que es el eslabón final en el corredor bioceánico central, que tiene obras importantes en la zona de la Ruta Nacional Nº 150 y Angualasto, que también estamos completando con un esfuerzo grande de financiamiento, tanto de la Nación como de la provincia. En la entidad binacional se están dando los últimos pasos referidos al pliego de licitación. Contamos con expresiones de interés por parte de varios consorcios atraídos por esta obra. También estaríamos aprobando a fines de este año un segundo protocolo complementario, posterior al que firmara la Presidenta con la Presidenta Bachelet, de Chile. En el año 2009, en el marco del tratado de Maipú, se firmó un protocolo complementario y ahora se estaría firmando el segundo.

**Revista Carreteras:** Hablábamos de Caracoles, Punta Negra y Agua Negra. Digamos que se trata de un triángulo perfecto con relación al desarrollo que se busca para una provincia que se ha convertido en un emblema de obras de infraestructura para el país.

**Ing. Edgardo Guerci:** Nosotros venimos trabajando con nuestro gobernador desde que el Ing. Gioja era senador. Cuando se preparaba para su postulación, convocó a los técnicos y profesionales que hoy estamos en este proyecto para llevar a cabo el “Segundo Proyecto de Reconstrucción de San Juan”. El primero tuvo lugar después de la destrucción provocada por el terremoto del '44, donde todas las fuerzas vivas

se pusieron a trabajar en conjunto. Este proyecto del Ing. Gioja se convirtió en un paradigma social y creo que las obras que se comentaron son emblemáticas y un símbolo de esta segunda reconstrucción, fruto de su tercera gestión. Estamos a punto de concluir dos diques y posiblemente la concreción y el inicio de la ejecución de esta obra. Hay una gran cantidad de obras que hemos hecho inclusive con Vialidad Nacional, y todas esas obras tienen que ver con la consolidación de esa infraestructura para dar más desarrollo. San Juan, con la minería, ha conseguido un desarrollo muy grande desde el punto de vista social y económico. Fundamentalmente se necesitan nuevas rutas para movilizar todos los equipos que se están utilizando en toda la zona de explotación minera.

**Revista Carreteras: ¿Cómo vienen con la cuestión de financiamiento de estas obras?**

**Ing. Julio C. Ortíz Andino:** Si bien ésta es una obra binacional y, por la forma que tiene nuestra cordillera, un 72% va a ser sostenido por la Argentina y un 28% por Chile, el acuerdo que firmaron los presidentes establece que el 100% del túnel va a ser financiado por nuestro país. Con una particularidad: los consorcios involucrados tienen que conseguir préstamos del extranjero y Argentina garantiza su devolución. En el primer semestre del año 2013 vamos a ir conociendo a estos consorcios, a parte de las empresas y a las entidades o bancos interesados en la financiación. No va a ser fácil. Se va a tener que desarrollar una ingeniería importante al respecto, pero ya hay muchos interesados. Brasil es uno de ellos, a través del Banco Nacional de Desarrollo. El ex Presidente Lula manifestó su interés y parte de los estudios que se están realizando a través de Vialidad Provincial están financiados por el BND de Brasil.



*\*Reportajes efectuados por el Dr. Alejandro Tancredi durante el XVI CAVYT.*

Shell Bitumen



# SHELL CARIPHALTE AM3

La fórmula ganadora  
para exigencias extremas.





## LA IRF PUSO EN MARCHA EL COMITÉ DE ASUNTOS LATINOAMERICANOS

En el marco de su asamblea anual, la IRF decidió la puesta en marcha de un COMITÉ DE ASUNTOS LATINOAMERICANOS con la intención de promover el uso de nuevas tecnologías e identificar las necesidades de sus miembros en latinoamérica, para así poder brindarles un mejor servicio.

Entre el 14 y el 16 de enero pasado se realizó la Asamblea Anual de la “**International Road Federation - IRF**”. En sus reuniones de Directorio, se resolvió, entre otras cuestiones, la puesta en funcionamiento de un Comité de Asuntos Latinoamericanos.

La Asamblea fue presidida por Abdullah A. Al- Mogbel, y contó con representantes de 47 países. Analizó las actividades de la institución, así como la marcha del Congreso Mundial y Exposición a realizarse en Arabia Saudita entre el 9 y el 13 de noviembre próximos.

También se analizó la participación institucional en diversas actividades relacionadas con la Década de la Seguridad Vial y la marcha de las acciones y seminarios realizados y previstos por las diversas áreas de la entidad -como los Comités Permanentes de ITS, de Manejo de Activos Viales y de Seguridad Vial- en todo el mundo, pero muy especialmente en nuestra región.

Se procedió en dicho acto a la elección del Comité Ejecutivo y a la renovación anual de la Junta de Directores, de la que es miembro el Lic. Miguel Salvia, Presidente de la Asociación Argentina de Carreteras.

En el marco de dicha reunión se efectuó la recepción de los nuevos 28 becarios de diferentes partes el mundo, que desarrollan estudios de posgrado en universidades de los Estados Unidos.

### Premios a los 10 proyectos reconocidos en el mundo por su excelencia.

En un almuerzo ofrecido por la IRF, se entregaron los premios a los diez proyectos elegidos en las diversas categorías en que se dividen estas distinciones.

**Ellos fueron:**

#### **CATEGORÍA: METODOLOGÍA DE CONSTRUCCIÓN**

**Ganador:** Alianza para la Construcción del Túnel de Victoria Park, Nueva Zelanda.



#### **CATEGORÍA: TECNOLOGÍA, EQUIPOS Y MANUFACTURA**

**Ganador:** Barreras móviles MBT - Reducen el tiempo de cierre de rutas por trabajos en las vías.



### CATEGORÍA: DISEÑO

**Ganadores:** HDR, T.Y. Lin International e Ingeniería Jacobs, por el "Hoover Dam Bypass", Ruta 93, sobre el Río Colorado, EE.UU.



### CATEGORÍA: GESTIÓN DE TRÁFICO E ITS

**Ganadores:** Departamento de Transporte de la Ciudad de Nueva York, por su Programa de Modernización e Implementación de ITS.



### CATEGORÍA: MITIGACIÓN AMBIENTAL

**Ganador:** Agencia de Tránsito de Nueva Zelanda, por el Proyecto de Gestión de Riesgos en la Química del Deshielo.



### CATEGORÍA: PROYECTO DE EXCELENCIA EN FINANZAS Y ECONOMÍA

**Ganador:** Minnesota DOT para "Mejores Caminos para una Mejor Minnesota", PROGRAMA DE MEJORA DE LA INFRAESTRUCTURA, EE.UU.



### CATEGORÍA: GESTIÓN DE PROGRAMAS

**Ganador:** Bechtel-Enka, por el Proyecto de Autopista en la República de Kosovo.



### CATEGORÍA: GESTIÓN DE LA CALIDAD

**Ganadores:** Delcan Inc. y Maryland Administración de Carreteras del Estado, por el Proyecto Intercambiador Interestatal de Maryland, EE.UU.



### CATEGORÍA: GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

**Ganador:** Estado de Río de Janeiro, por el Proyecto Rehabilitación de la Autopista del Estado RJ-122 en Río de Janeiro, Brasil.



### CATEGORÍA: SEGURIDAD VIAL

**Ganador:** Banco Interamericano de Desarrollo y Asociación Española de la Carretera, por la Iniciativa para la Seguridad Vial en América Latina y el Caribe.



*Esteban Díez-Roux, Esp. Principal de la División de Transporte del BID, y el Director Gral. de la AEC y Presidente de IVIA, Jacobo Díaz Pineda, tras recibir el Premio. Luis Alberto Moreno, Presidente del BID (Banco Interamericano de Desarrollo).*

## Comité de Asuntos Latinoamericanos

Si bien la creación del Comité de Asuntos Latinoamericanos había sido decidida en una anterior Asamblea, se resolvió la puesta en marcha operativa de dicho Comité, con la presencia de representantes de toda la región.

### Entre los fundamentos de dicho Comité se destaca que:

“Latinoamérica e IRF comparten una historia rica en colaboración, asistencia y transferencia de conocimientos, tecnologías y mejores prácticas dentro de la industria de los caminos y carreteras.

Importantes antes de la región eran miembros de IRF y tuvieron becarios en prácticamente todos los países, muchos de los cuales alcanzaron puestos de destacada relevancia en el sector público, privado y académico, tanto a nivel nacional como internacional.

Hoy en día, sin embargo, la participación regional no se condice con su nivel de desarrollo, crecimiento y demanda. A nivel de membresía y de actividades desarrolladas en la zona existen brechas que es urgente cubrir.

Los líderes de IRF entienden el rol de Latinoamérica en el mercado mundial actual. Se ha puesto énfasis en la necesidad de incrementar la visibilidad y participación de la federación en la región a través de la asistencia a eventos, llevando a cabo congresos, seminarios y talleres de desarrollo profesional. Es importante sumar nuevos miembros y brindarle un mejor servicio a los existentes.

El éxito de estas iniciativas requiere del apoyo, guía y consejo permanente de los miembros regionales. Para la planificación de eventos complejos tales como los Congresos Regionales Latinoamericanos y de conferencias sobre temas específicos resulta imprescindible la contribución voluntaria de las diversas partes involucradas.

IRF posee una extensa trayectoria realizando este tipo de actividades alrededor del mundo, no obstante nadie entiende mejor las idiosincrasias y particularidades nacionales que los agentes locales. La unión y complemento de ambas partes es imperativa para alcanzar un éxito integral y abarcador.

Los miembros regionales han expresado y sugerido la implementación de una plataforma que les permita contribuir y apoyar los esfuerzos de IRF de manera más directa y focalizada. Tanto IRF como sus miembros consideran esencial la creación y puesta en marcha del Comité de Asuntos Latinoamericanos. El Comité ha de velar por el desarrollo de una agenda integradora que facilite alcanzar los objetivos trazados conjuntamente y que promueva un desarrollo sostenido e inclusivo que vaya de la mano de un robustecimiento de la base de miembros. Éste ha de ser un espacio de encuentro, diálogo y debate que reúna al sector público, privado y académico, y que trabaje por y para el desarrollo de Latinoamérica.”

## Objetivo Principal

Apoyar y facilitar un desarrollo integral en la industria de los caminos y carreteras en América Latina, desarrollo que abarque desde la génesis de políticas públicas hasta la implementación de nuevas tecnologías y mejores prácticas.

## Objetivos Secundarios

- Promover el uso de nuevas tecnologías que ayuden a tener caminos y carreteras mejor diseñadas, más seguras, eco-sostenibles y que respeten a las comunidades existentes;
- Identificar las necesidades de los miembros de IRF en Latinoamérica para brindarles un mejor servicio;
- Servir de guía para los funcionarios de IRF al desarrollar congresos, conferencias y cursos de desarrollo profesional;
- Orientar la participación y asistencia de funcionarios de IRF en los diversos eventos organizados en la región para ganar visibilidad y expandir la red de contactos;
- Unir a los miembros regionales y proveer un foro facilitador de la comunicación inter e intra regional, que conecte a los miembros alrededor de todo el mundo;
- Hacer de interface con otros comités IRF, según sea pertinente;
- Apoyar y expandir la base de miembros de IRF en la región. Nuestra Asociación, a través de su presidente, participará activamente en el desarrollo de este Comité, con la idea de acercar a nuestros países en el compartir nuevas tecnologías y mejores prácticas para el desarrollo de la actividad vial. IRF ha designado personal dedicado al desarrollo de diversas actividades en la región. Para más información sobre el Comité de Asuntos Latinoamericanos de la IRF, o para inscribirse, por favor contacte al Señor Esteban Salinas: [esalinas@irfnews.org](mailto:esalinas@irfnews.org) , +1 703 535 1001.





## CONVOCATORIA A PRESENTAR RESÚMENES DE TRABAJOS

**OPEN**

# 17º CONGRESO MUNDIAL DE LA IRF

**El evento líder entre los profesionales del transporte en 2013**

Sede: Arabia Saudita



El Comité Técnico y Científico invita a los expertos en carreteras de todo el mundo a enviar resúmenes de ponencias, especialmente a mujeres y jóvenes profesionales.

Todos ellos podrán presentar sus trabajos en:

- Sesiones técnicas. Dedicadas a la innovación en materia de tecnología, financiación, gestión...
- Sesiones científicas. Dedicadas a la presentación de trabajos de investigación originales e innovadores.

Todos los autores tendrán también la oportunidad de presentar sus ponencias en sesiones interactivas específicas para posters.

Más información:

**[www.IRF2013.org](http://www.IRF2013.org)**

**Riad, Arabia Saudita**

**9 - 13 de Noviembre de 2013**



## BECAS DE LA IRF 2013

### Historia del programa

**El programa de becas de posgrado para ingenieros y profesionales del transporte ha sido una pieza fundamental en la labor de la "International Road Federation" por más de 50 años.**

Este programa ofrece un subsidio para cubrir los costos de estudios universitarios de posgrado en las áreas relacionadas con el desarrollo de carreteras de mejor calidad y más seguras, como así también de redes de viales en todo el mundo.

A través de su Fundación Educativa, las becas de la IRF permitieron graduarse a ingenieros y profesionales de transporte de una diversidad de países, apoyando la formación académica de tiempo completo.

Así, la IRF apoya activamente a las generaciones futuras que construirán las redes de carreteras de todo el mundo.

Los graduados del programa constituyen un cuerpo de expertos altamente calificado, eficiente y productivo, que hoy tiene una fuerte influencia en el desarrollo ordenado de los sistemas de transporte por carretera de muchos países.

Becarios de la IRF se han convertido, en estos años, en altos funcionarios de sus países, líderes del sector privado y también se destacan en el ámbito académico, donde están en condiciones de llevar a cabo una importante transferencia de tecnología e información.

A través de la Asociación de Ex Alumnos becarios de IRF, fundada en 1993 por el Dr. Sadamu Mino, se han formado fuertes lazos entre los becarios, la "International Road Federation" y las organizaciones que la componen.

Los criterios para la selección como becario de IRF son varios y se basan fundamentalmente en su potencial como "futuros líderes de transporte y potenciales tomadores de decisiones" en sus países de origen.

### Condiciones exigidas

Con este fin la IRF ofrece becas a candidatos que reúnan los siguientes requisitos:

- Demostrar el potencial para convertirse en la próxima generación de líderes en la industria de las carreteras, en aspectos como financiamiento, administración, planificación, diseño, construcción, operación y mantenimiento.
- Poseer entre tres y quince años de experiencia de trabajo continuo en el sector de transporte por carreteras.
- Ser Ingeniero de grado o Licenciado en Ciencias (o equivalente), en una disciplina relacionada con el transporte.
- Poseer capacidad para participar activamente en estudios o investigaciones en idioma inglés.
- Manifestar compromiso de estudio a tiempo completo durante un mínimo de nueve meses en una universidad de los Estados Unidos (existen múltiples opciones).
- Estar dispuesto a viajar hacia y dentro de los Estados Unidos desde su país de origen.
- Tener el respaldo y ser propuesto por asociaciones locales, vinculadas con el transporte nacional, u organismos oficiales similares o miembros de IRF.

Mayor información disponible en [www.irfnet.com](http://www.irfnet.com)

**La Asociación Argentina de Carreteras, en su calidad de miembro activo de la IRF, estaría en condiciones de proponer y respaldar a futuros aspirantes que reúnan las condiciones exigidas por la entidad patrocinadora.**



## REPORTAJES

REALIZADOS DURANTE EL XVI CONGRESO  
ARGENTINO DE VIALIDAD Y TRÁNSITO

# Reportaje al Señor Carlos Rubio Arévalo, Jefe del Dpto. Tecnologías del Tráfico del Ayuntamiento de Madrid, España



**Sr. Carlos Rubio Arévalo**

Jefe del Dpto. Tecnologías del Tráfico  
del Ayuntamiento de Madrid, España



**Revista Carreteras: ¿Qué es lo que se está haciendo en el Ayuntamiento de Madrid para mantener el orden en el tráfico, desde la visión de ITS?**

**Carlos Rubio Arévalo:** La tecnología ITS es clave hoy en día en lo relativo a las moviidades en las ciudades. Contar con herramientas que nos permitan no solo gestionar semáforos, cámaras y paneles, sino también el importante tema de las infracciones. Actualmente, la seguridad vial debe primar sobre cualquier concepto de gestión de la movilidad. Tenemos que tender a reducir hasta cero los accidentes; cero muertes en las ciudades. Elementos para controlar vehículos que pasen semáforos en rojo; el control de la velocidad; el control de la gente en los accesos restringidos a los peatones; estos temas tienen que ser una constante en nuestro trabajo.

**Revista Carreteras: ¿Mediante qué medios se ha reducido la siniestralidad en el tránsito?**

**Carlos Rubio Arévalo:** No solo es importante reducir los siniestros, sino también

las situaciones de riesgo. Actualmente hemos reducido en un 78% el número de infractores en los pasos de semáforo en rojo. Tenemos un sistema instalado en la puerta de un hospital, en un parque, que son pasos exclusivos para que los peatones crucen a la parada del ómnibus o al propio parque. Hemos pasado de cien a cuatro infracciones por día y nuestra motivación es llegar a cero.

**Revista Carreteras: ¿Han logrado canalizar al factor humano a través de su control?**

**Carlos Rubio Arévalo:** Podríamos decirlo así, pero todo surge gracias a una política de educación, señalización previa, información clara. No son elementos con los que nosotros vayamos a recaudar o buscar una ganancia económica, sino que buscamos hacer una ciudad más amigable. Hemos logrado reducir la velocidad donde se habían detectado velocidades impropias, eliminando un riesgo no solo para el peatón sino también para el conductor, para el ciclista. En eso estamos enfocados.

**Revista Carreteras: ¿La asignación de recursos para abordar estos temas ha dejado de considerarse un gasto para pasar a ser una inversión en calidad de vida? ¿Las decisiones políticas contribuyen a apoyar estas medidas?**

**Carlos Rubio Arévalo:** Como mencionaba con el ejemplo del hospital, no se busca una rentabilidad económica, ya que de pasar de cien a cuatro infractores por día lo que se busca es una rentabilidad de seguridad para la ciudad; procurar una ciudad más segura.

**Revista Carreteras: ¿Se mantiene esto como política de Estado?**

**Carlos Rubio Arévalo:** Se ha adoptado como una labor general de los estados, para no ser señalados con el dedo en función del motivo por el que se toman estas medidas, ante el prejuicio de considerarlas recaudatorias. De esta manera toda la ciudadanía lo entiende.

## Reportaje al Sr. Jorge Minteguiaga G., Presidente de ITS Chile, y al Sr. Pedro Vidal Matamala, Coordinador de la Unidad ITS de la Subsecretaría de Transporte de Chile

**Revista Carreteras: Cuando hablamos de aplicación de tecnologías, hablamos de unión, como es el caso de las organizaciones ITS junto al Estado. Entonces, ¿cómo es esa alianza?**

**Jorge Minteguiaga:** Como empresa, nosotros tratamos de fomentar el uso de los Sistemas Inteligentes de Transporte y por sobre todo ser un punto de encuentro entre las autoridades, la academia, la industria, y tratar de generar un ámbito donde se pueda compartir el conocimiento y generar redes de contactos. Pedro Vidal Matamala: Para nosotros el trabajo cooperativo es muy importante. La unidad ITS de la Secretaría de Transporte lleva más o menos un año y ha sido vital el trabajo con la industria, dado que allí es donde está el *know-how* de los trabajos ITS. La experiencia de la Subsecretaría ha sido muy amplia en términos de centro de control de tránsito y transporte público, pero hay que seguir avanzando en este sistema complejo para poder responder a las necesidades de la gente.

**Revista Carreteras: Cambian las autoridades en ITS Chile pero se mantienen las políticas que son las que luego se transmiten al Estado, siendo esto muy importante dado que implica una continuidad en la transmisión de ideas y en la coherencia en quien las recibe.**

**Jorge Minteguiaga:** En ITS siempre nos hemos mantenido alejados en cosas que puedan marcarnos en algún sentido. Tratamos de ser una plataforma muy abierta, transparente, y donde toda la industria tenga el mismo peso y no haya favoritismos; permitir a las autoridades que tomen decisiones estando bien informadas y conociendo todo lo que pasa.

**Revista Carreteras: ¿Se realiza algún tipo de consulta para que se mantenga la transparencia sin ningún tipo de intermediación que la opaque?**

**Pedro Vidal Matamala:** Cuando se detecta alguna necesidad desde el lado del Estado, sabemos que debemos identificar rápidamente el problema para explicar bien cuáles son los aspectos a cubrir y qué tipo de soluciones necesitamos. Para eso, en Chile contamos con una herramienta que se llama “consulta a la industria”, donde se manifiestan las necesidades abiertamente y se reciben las diferentes propuestas de soluciones que la industria puede brindar, para después ofrecer una licitación mucho más formal donde la industria también participa.

**Revista Carreteras: ¿Cuáles son las ideas que han recibido de ustedes y de qué manera estas ideas están empezando a verse en la práctica?**

**Jorge Minteguiaga:** Primeramente hay que anteponer el bien común; por ejemplo, anteponer una mejora en la movilidad antes que la aplicación de nuevas tecnologías. Normalmente en nuestro ambiente, se suele privilegiar a la tecnología por la tecnología misma, pero lo que hemos aprendido es que la tecnología permite resolver un problema y si no identificamos bien el problema no vamos a poder implementar la tecnología correcta.

**Pedro Vidal Matamala:** Creemos que se pueden diagramar planes a largo plazo, pero deben hacerse con pasos concretos en el corto plazo. A nosotros se nos exige que en los primeros seis meses se vean los resultados. Tal es el caso de Puerto Montt, que pasó a llamarse “ciudad tecnológica” o “ciudad piloto”. Todo el desarrollo que se aplicará en un futuro se está utilizando en esa ciudad. Todo lo que tiene que ver con información de usuarios y sensorización de las ciudades, poder capturar información de lo que ocurre día a día con la movilidad, etc.



**Sr. Jorge Minteguiaga G.**  
Presidente de ITS Chile



**Sr. Pedro Vidal Matamala**  
Coordinador de la Unidad ITS de la Subsecretaría de Transporte de Chile

**Revista Carreteras: ¿Una tarea conjunta con un objetivo que está funcionando, no es verdad?**

**Jorge Minteguiaga:** Así es. En esta Administración hay una sensibilidad especial por todos los temas tecnológicos y por la movilidad de los ciudadanos.

**Revista Carreteras: ¿Es Puerto Montt una proyección para el resto de Chile?**

**Pedro Vidal Matamala:** Justamente, la idea es que los proyectos piloto de menor escala, en ámbitos más controlados, se puedan transferir a otras ciudades y así seguir enriqueciendo la experiencia del proyecto piloto y seguir avanzando en la implementación de estos sistemas.



# CAMINOS RURALES

Síntesis de una de las presentaciones del Ing. Gordon Keller en el XVI Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito



En la presentación que hiciera durante el XVI Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito, el Ing. Gordon Keller se refirió a los efectos que los cambios climáticos están produciendo en los caminos rurales e hizo mención al impacto que estos últimos tienen en el desarrollo social y económico de los países, sobre todo en lugares -muchas veces remotos- donde los servicios básicos de salud y educación son poco accesibles.

Por ello pone de manifiesto la necesidad de considerar el medio ambiente y determinados requisitos técnicos y económicos que faciliten su construcción.

Entre los aspectos que deberían tomarse en cuenta durante la planificación de un proyecto de camino se encuentran los cambios o los impactos negativos que pueden llegar a presentarse en una región como consecuencia de las obras viales, ya que pueden llegar a ser muy importantes y en muchos casos irreversibles.

Por lo tanto, el análisis ambiental constituye una herramienta principal para examinar todos aquellos aspectos del proyecto a fin de maximizar su utilidad y minimizar los problemas.

Un camino es necesario y útil pero su construcción y mantenimiento deben llevarse a cabo de modo de poder controlar o evitar los impactos ambientales negativos. Por ende, un camino bien planificado, bien localizado, bien diseñado y construido, producirá un mínimo de impactos adversos y será rentable en lo referente a costos a largo plazo, con montos razonables de mantenimiento y reparación.

El proceso de análisis ambiental puede ser muy beneficioso para la empresa constructora, para el organismo que ordenó la construcción y para las comunidades que pudieran ser afectadas por el camino y por las actividades de mantenimiento

Por otra parte, se hace necesario una evaluación de la vulnerabilidad de los caminos planificados o existentes, ya que los desastres naturales -como grandes tormentas o movimientos sísmicos- pueden llegar a tener un impacto muy importante en todos los aspectos relativos a la vida de las comunidades y su infraestructura.

Existen factores sociales y físicos: dentro de los factores físicos se debe considerar la factibilidad de las reparaciones o la reconstrucción y el movimiento del tránsito. Una evaluación previa resulta ser útil para identificar y poder minimizar los problemas y para reducir el impacto potencial de los fenómenos naturales que se producen en los caminos, antes de que estos ocurran.

Resulta muy importante localizar los caminos rurales sobre terrenos estables, con taludes moderados, en zonas secas, alejadas de drenajes y apartados de zonas difíciles.

En lo referente al mantenimiento, los caminos rurales deben cuidarse durante su uso activo. Una vez terminadas las operaciones periódicas y después de que se produzcan tormentas importantes debe asegurarse que las obras de drenaje se encuentren funcionando correctamente.

Las lluvias fuertes producen fallas en los taludes, obstruyendo las cunetas y haciendo que el agua escurra sobre la superficie del camino, erosionándolo. Los rípios son arrastrados por los cauces naturales durante las fuertes lluvias y bloquean las estructuras del drenaje, haciendo que el agua desborde sobre el camino, erosionando el relleno. Es necesario, pues, el mantenimiento de rutina para conservar las condiciones de servicio del camino y que su sistema de drenaje funcione adecuadamente.

Un camino bien conservado reducirá los costos de los usuarios del camino, evitará daños sobre la calzada y minimizará la producción de sedimentos.

# Caminos rurales: la deuda interna

Publicado en el suplemento Transporte & Logística, diario La Nación, diciembre 2012.



**Más de 500 millones de dólares se pierden anualmente por los bajos niveles de conservación y las severas erosiones que presentan los caminos rurales. Si bien este déficit de infraestructura vial es de larga data, continúa relegado de la agenda pública.**

Es habitual que al producirse un fuerte temporal el foco de la noticia esté puesto en los probables anegamientos de calles en las zonas urbanas. Y en la queja de los vecinos y comerciantes afectados. Pero pocas veces esas imágenes reparan en los padecimientos que sufre un productor rural. O simplemente alguien que habita en alguna localidad, pueblo o departamento ubicado tierra adentro.

¿Cuál es la pérdida que los productores enfrentan por no tener caminos rurales en buen estado? El problema principal, cuando no se transporta, es el aumento de los costos logísticos, que en algunos casos resultan impredecibles porque no se puede cuantificar cuando un camión se encaja, rompe o permanece demorado horas y hasta días porque quedan intransitables los caminos de acceso a un tambo o planta productora. El tema volvió a ser discutido en el **XVI Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito**, realizado en Córdoba.

“Las pérdidas por no tener caminos rurales en buen estado siempre resultan mayores a lo que debiéramos invertir para ponerlos en condiciones. A veces, hasta las grandes cuencas agropecuarias del mundo no cuentan con caminos pavimentados,

pero la diferencia sustancial es que esos países sí tienen caminos con transitoriedad permanente. En los Estados Unidos, de los 6,5 millones de kilómetros que tienen, 1,5 millones no están pavimentados, que son los de las cuencas agropecuarias, pero son transitables el 95% todo el año”, explicó **Miguel Salvia, presidente de la Asociación Argentina de Carreteras.**

La calidad de los caminos rurales es un requisito indispensable para una política agresiva de exportaciones y la mejora efectiva de la competitividad global de la economía nacional. Según explica Julio Gago, con una producción de 100 millones de toneladas de cereales, en general y salvo excepciones, se continúa operando como si se estuviera a mitad del siglo pasado: “Hay una diferencia enorme entre lo que existe de uno y otro lado del alambrado, porque hacia adentro vemos tecnología aplicada del siglo XXI dedicada a la producción y hacia afuera una conservación inadecuada de caminos que es resultado de una falta de aplicación racional de la tecnología de la que realmente disponemos”.

**Néstor Fittipaldi, dirigente de la FADEEAC**, dio el punto de vista del empresario transportista, sobre la problemática de los caminos rurales: “Tanto nuestro sector como el productor necesitan caminos transitables la mayor parte del año. Porque el aumento de los costos es impredecible cuando el movimiento de la producción se para. Hay buenas experiencias en algunas localidades, departamentos de zonas rurales, donde los sectores que forman parte de la producción se asocian a cámaras o en consorcios para gestionar las necesidades en relación con los caminos y accesos. Creo que ése es el modelo de gestión que habría que seguir”.

## La Experiencia Cordobesa

Antonio Picca, del Consorcio Caminero de Río Segundo, preside la regional número 5 y desde hace 8 años está al frente también de la Asociación de Consorcios Camineros de Córdoba, donde desarrollaron el programa “Estado y sociedad al servicio de los caminos rurales”. “El sistema de consorcios camineros en Córdoba, en conjunto con cuatro entidades del agro y el área de Vialidad de la provincia, son las que discuten y llegan a un consenso sobre las obras que se realizan con los fondos previstos para el mantenimiento de los caminos rurales”, explicó.

En toda la provincia de Córdoba hay 287 consorcios camineros que se agrupan en 19 regionales, que a su vez conservan nada menos que 56.000 kilómetros de caminos de tierra y son mantenidos con participación del sector privado, el aporte de Via-

lidad y la contribución importante que hacen los productores agropecuarios a su consorcio caminero: "Aquí hubo una gran comprensión de las partes sobre los beneficios que se obtienen al trabajar en conjunto, ya sea en obtener mejores precios en los insumos o al decidir qué tipo de obras hay que realizar". Los consorcios camineros conservan la red terciaria y secundaria y algunas primarias sin pavimentar, en dos aspectos: los trabajos de conservación y en las obras de mejoramiento. La Asociación cuenta con equipamiento tecnológico propio (dispone de 500 maquinarias que pueden trabajar a la vez en distintos lugares de la provincia) y un fondo de financiamiento, que es un subsidio reintegrable que se presta a los consorcios camineros, siempre en un ámbito solidario.

#### Una pérdida de 519 millones de dólares anuales

La no atención de los miles de kilómetros de caminos que se extienden desde el lugar donde se radican los establecimientos agropecuarios hasta los centros de acopio significa para el país una pérdida de 519 millones de dólares anuales por los precios que se pagan en concepto de costos de transporte y diferencias por el valor de la tierra, según las estimaciones hechas por la Asociación Argentina de Carreteras. "Hay que darle al camino un estándar de eficiencia", señaló uno de los expositores en el congreso realizado meses atrás en las sierras cordobesas. La expansión de algunas economías regionales, en contraposición a la situación financiera de las provincias,

obliga a pensar si habrá una mejor oportunidad para dar respuesta a una demanda del pequeño productor, tantas veces relegada de la agenda.

#### El plan de caminos rurales terciarios, una alternativa en estudio

**Lineamientos:** Prevé el desarrollo sobre una red de 270.000 kilómetros de la pampa húmeda (provincias de Buenos Aires, Córdoba, Entre Ríos, Santa Fe y La Pampa), durante los próximos 10 años.

**Red primaria:** Tendría una extensión de 90.000 kilómetros y abarcaría los caminos más transitados.

**Red secundaria:** Los de menor tránsito estarían integrados en una red de 180.000 kilómetros.

**Actores:** Participarían productores y organizaciones profesionales de la planificación.

**Prioridad y ejecución:** La conservación de la red sería la máxima prioridad, y su ejecución sería descentralizada, en el ámbito municipal.

**Propuesta:** Sobre la red primaria de 90.000 km se desarrollarían trabajos de conservación rutinaria en el 60% del módulo; conservación y mejora sobre el 30% de los módulos y pavimentación en el 10% de cada módulo.



## REPORTAJES

REALIZADOS DURANTE EL XVI CONGRESO  
ARGENTINO DE VIALIDAD Y TRÁNSITO

# Reportaje al Sr. Ignacio Eguiara Garay, Representante de la Dirección de Tráfico del Gobierno Vasco



## Sr. Ignacio Eguiara Garay

Representante de la Dirección  
de Tráfico del Gobierno Vasco

**Revista Carreteras: ¿A qué nos referimos cuando hablamos de investigación de tráfico?**

**Ignacio Eguiara Garay:** Nos referimos a investigar qué es lo que pasa, y qué es lo que podemos hacer para resolver los problemas relativos al tráfico. En nuestro caso, se trata de la gestión del tráfico, de que sea fluido, de que la gente no se quede atascada en las congestiones. Y respecto de la seguridad vial, se trata de disminuir la accidentalidad y su gravedad.

**Revista Carreteras: ¿Cuál es la infraestructura con la que ustedes cuentan para llevar adelante esta investigación?**

**Ignacio Eguiara Garay:** Contamos con un sistema de gestión de tráfico ITS que es un equipamiento de carretera que consiste en cámaras de televisión, sistemas de paneles de mensaje variable y estaciones de toma de datos que recogen intensidad, velocidad, etc., Todo ello comunicado a través de fibra óptica, gestionado a través de un centro de control ubicado en Bilbao, en el país Vasco, donde están los operadores y directores de tráfico.

**Revista Carreteras: Usualmente se suele divorciar la infraestructura del ITS, ¿esto debería estar todo unido?**

**Ignacio Eguiara Garay:** En nuestro caso está un poco separado porque las competencias administrativas están en ámbitos distintos, pero hay bastante coordinación. De todas formas, yo considero a la infraestructura ITS como infraestructura de la carretera.

**Revista Carreteras: ¿Cuál es la respuesta del factor humano, que siempre es el eslabón más débil de la cadena?**

**Ignacio Eguiara Garay:** De los tres elementos del tráfico -conductor, vehículo y carretera-, el conductor es muchas veces el menos inteligente. Una combinación de ingeniería y ámbito social: porque en definitiva el tráfico es como cualquier fluido, solo que aquí sería como si cada molécula decidiera ir más rápido o más despacio; una es más torpe o más lenta, pero analizar al hombre es un poco más complicado.

## Reportaje al Prof. Univ. Sr. Klaus Banse, Presidente de ITS Colombia



**Sr. Klaus Banse**

Presidente de ITS Colombia

### Revista Carreteras: ¿Cuáles son los proyectos para el mejoramiento de la aplicación de la tecnología ITS en Colombia?

**Sr. Klaus Banse:** Para asegurar éxito y sostenibilidad en los proyectos ITS es vital contar con gente capacitada y motivada, siendo punto de debate el tema de la deficiencia en las capacitaciones. En ITS no todos somos ingenieros; hay mucha gente que participa en el desarrollo del proyecto: políticos, economistas, abogados, distintos tipos de técnicos; todos participan para garantizar el éxito del proyecto, diferenciando el rol de cada uno para que el objetivo sea viable. Los que transitan el camino son como un montón de hormigas a las cuales hay que ordenar. Ocurre lo mismo con los que participan del proyecto. Quiero decir que nos falta información del tránsito. Quizá si supiéramos qué es lo que ocurre dos cuadras más adelante, esa información nos podría servir para tomar decisiones y andar más calmados, dado que bajaría los niveles de estrés. De lo contrario, somos “hormigas que caminamos una detrás de la otra”.

### Revista Carreteras: ¿Se podrían aprovechar las tecnologías disponibles para mejorar la circulación vehicular mediante ITS?

**Sr. Klaus Banse:** Existe mucha tecnología que se utiliza en muchos ámbitos. Estamos en un proceso de aprendizaje de esas tecnologías para mejorar nuestra movilidad. Por ejemplo, con un celular inteligente yo podría marcar una navegación, marcar rutas alternativas con información que me es útil, información personalizada. Todavía nos falta, pero es importante que tengamos conciencia y coordinación para aplicar esas tecnologías en el momento correcto.

### Revista Carreteras: ¿Cómo funciona el ITS en Colombia?

**Sr. Klaus Banse:** En Colombia, como en todo el mundo, esta tecnología está en pañales. No hay un país en el mundo, salvo Japón, que esté altamente desarrollado en ITS. En Colombia, estamos pensando en implementar el ITS en las carreteras. Pensando con qué objetivos cumplir, y para quién va ser aplicado el sistema, porque es la única manera de saber si podemos cumplir con lo que queremos hacer y de comprobar si sirve para lo que estaba planeado.

### Revista Carreteras: ¿Es importante, entonces, programar bien a los futuros usuarios y desprogramar a aquellos que ya tienen vicios?

**Sr. Klaus Banse:** Exacto. Entiendo que para lograr el objetivo es necesario que los tomadores de decisiones, diseñadores y operadores creen conciencia y transmitan conocimientos antes de que se implementen los proyectos.



**CHEDIACK**

UNA PRESENCIA PERMANENTE EN LA CONSTRUCCIÓN  
Y CONSERVACIÓN DE LOS CAMINOS ARGENTINOS



## XVII CILA en Guatemala

### GUATEMALA

La ciudad guatemalteca de Antigua acogerá esta nueva edición del CILA entre los días 17 y 22 de noviembre de 2013, una cita con la que los organizadores quieren profundizar en los retos futuros del sector de las mezclas bituminosas, así como promover la investigación entre administraciones viales, centros de I+D+i, universidades, empresas y otras entidades con actividad en el sector.

La última edición de este Congreso se celebró en Brasil en noviembre de 2011 y reunió a más de 600 delegados de 25 países, que expusieron alrededor de dos centenares de presentaciones, además de numerosas conferencias magistrales.

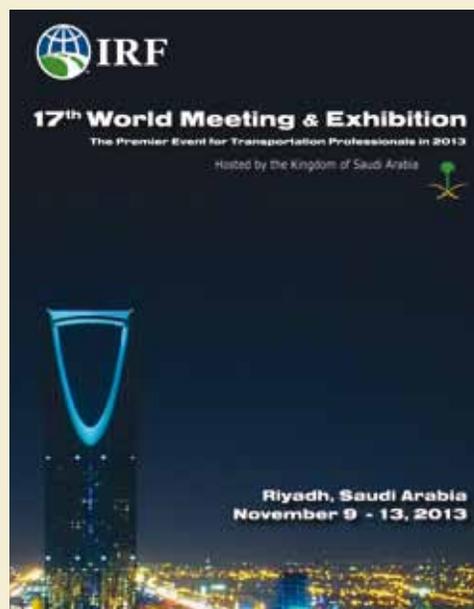
## LOS TÉCNICOS SE PREPARAN PARA PARTICIPAR EN RIAD EN EL 17º CONGRESO MUNDIAL DE LA IRF

### ARABIA SAUDITA

La Federación Internacional de Carreteras (IRF) ya está trabajando a pleno en la organización de su 17º Congreso Mundial, que tendrá como escenario la ciudad saudí de Riad, donde se darán cita expertos y técnicos del más alto nivel del sector viario de todo el mundo entre los días 9 y 13 del próximo mes de noviembre.

El 15 de abril es la fecha límite para presentar resúmenes de presentaciones, la puerta de entrada a la participación en las Sesiones de Trabajo del encuentro. Los *abstracts* deberán tener una extensión máxima de 300 palabras y estar redactados en inglés. No obstante, el español será uno de los idiomas oficiales del Congreso, junto con el árabe, el inglés, el francés y el japonés.

Algunos de los temas centrales de esta edición serán la seguridad vial, el transporte sostenible, el pavimento y los materiales, la movilidad y los Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS), y el transporte, la política y la economía. También lo serán la construcción y operaciones en túneles y puentes, las asociaciones público-privadas y la financiación de proyectos viarios, junto con la construcción de carreteras.



## Anuario Estadístico de América Latina y El Caribe 2012 (CEPAL)

### LATINOAMÉRICA



La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) ha publicado el Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe, de utilidad para el análisis de la situación económica, social y ambiental de la región.

Dividido en cuatro capítulos, en el primero se presentan los indicadores demográficos y sociales. En el segundo capítulo se reúnen las estadísticas económicas de comercio internacional, balanza de pagos y precios internos, así como las cuentas nacionales (expresadas en moneda nacional y en dólares).

En el tercer capítulo se ofrece la información cuantitativa disponible sobre el medio ambiente. Los datos recopilados por la CEPAL correspondientes a este tercer capítulo se publican exclusivamente en versión electrónica. Una serie de fichas técnicas conforman el cuarto apartado del informe, en el que se recogen la metodología empleada y metadatos, que complementan la información más específica que figura en las notas al pie de los cuadros.

## A fin de 2012, el gobierno argentino inauguró obras viales por más de dos mil millones de pesos

### Autovía Ruta Nacional Nº 226, Mar del Plata-Balcarce

La Presidenta **Cristina Fernández de Kirchner** inauguró a fin de diciembre -vía videoconferencia- la Autovía Ruta Nacional Nº 226 Mar del Plata-Balcarce, de 44 kilómetros de largo. Esta obra implicó una inversión del gobierno nacional de 220 millones de pesos. La nueva autovía fue completada con la finalización del segundo tramo de 32 kilómetros, ubicado entre la salida de la estación de peaje de El Dorado (km 32) y la rotonda de intersección con la R.P. Nº 55, en el acceso a Balcarce (km 64).

Los trabajos consistieron en la construcción de una segunda calzada a la derecha (norte) de la existente, que permiten duplicar la capacidad vehicular, y accesos a Balcarce por la Ruta Provincial Nº 55, y al INTA por la Ruta Nacional Nº 226.

Además, en el marco de la obra, se construyeron colectoras de hormigón en la zona urbana de Balcarce y en el barrio La Gloria de la Peregrina, en Sierra de los Padres. El proyecto se completa con la ampliación de la capacidad de escurrimiento de las alcantarillas sobre ambas calzadas y con obras de iluminación y seguridad.

**Avenida Circunvalación de San Juan:** También mediante teleconferencia, la Presidenta inauguró las obras de mejora en las secciones 1 y 2 de la Ruta Nacional Nº A014, Avenida de Circunvalación, de la ciudad de San Juan. Esta obra, implicó una inversión del gobierno nacional de 13 millones de pesos.

**Autovía Ruta Nacional Nº 14:** Por último, se inauguraron seis nuevos tramos de la Autovía Ruta Nacional Nº 14 en las provincias de Entre Ríos y Corrientes, que totalizan 160 kilómetros y que han demandado una inversión que alcanza los 1.968 millones de pesos. Con esta inauguración sólo restarán 42 kilómetros para completar la totalidad de la autovía, que consta de 507 kilómetros, quedando habilitados 465 kilómetros, lo que representa más del 90% del total de la obra.

La Autovía Ruta Nacional Nº 14, conocida como "la Ruta del Mercosur" por ser la principal vía de conexión con Brasil y Uruguay, es una destacada obra de infraestructura vial que el gobierno nacional está financiando mediante una inversión total que supera los 5.100 millones de pesos.

El proyecto de la Autovía Ruta Nacional Nº 14 se desarrolla a lo largo de 500 kilómetros, entre Ceibas y Paso de los Libres (en el límite con Brasil), e incluye la conversión en autovía de la Ruta Nacional Nº 117 hasta el límite con Brasil.



# CURSO DE EXPERTOS PROFESIONALES EN PAVIMENTOS DE OBRA CIVIL PARA ALUMNOS INTERNACIONALES

Fecha: **30-06-2013**

Plazo de inscripción: **30-06-2013**

COMITÉ NACIONAL ESPAÑOL DE LA ASOCIACIÓN MUNDIAL DE LA CARRETERA (AIPCR/PIARC)

ASOCIACIÓN TÉCNICA DE CARRETERAS

Curso online duración **3 MESES** (12 ECTS)

Duración: **300 h** QUE EQUIVALEN A 12 CRÉDITOS ECTS

EL PRECIO DEL CURSO SE DETERMINA POR EL PAIS DE ORIGEN DEL ALUMNO INSCRIPTO

Más Información: [www.atc-piarc.com](http://www.atc-piarc.com)



## El BID pide a América Latina duplicar su inversión en infraestructura

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) ha instado a los países latinoamericanos y caribeños a invertir más fondos en infraestructuras, que actualmente representan el 3% del PIB, según declaraciones a la Agencia Efe del presidente de la entidad, el colombiano Luis Alberto Moreno.

“Nosotros estimamos que la región tiene que estar invirtiendo cerca de 6 puntos del Producto Interno Bruto en infraestructuras para mantenernos en un ritmo de competencia con Asia, por ejemplo”, apuntó Moreno.

El máximo responsable del BID, el principal y más antiguo organismo de financiación para el desarrollo regional, indicó que “hay países que lo pueden hacer más rápido que otros”, y que en buena medida una mejoría económica dependerá de ello.

## Guía BID



La “Guía BID de apoyo a proyectos de seguridad vial” se ha desarrollado de acuerdo a los siguientes objetivos:

- Proponer medidas de mejora de la seguridad vial desde una perspectiva multidisciplinar, que incorpora el factor infraestructura, usuario, vehículo y el marco legal, institucional y de control.
- Proporcionar a los usuarios flexibilidad en cuanto a la utilización de la Guía, de manera que se puedan consultar deficiencias y soluciones en materia de seguridad vial, tanto si se dispone de información detallada para realizar un diagnóstico, como si no se cuenta con referencias sobre la situación actual en un determinado campo.
- Valorar detalladamente las condiciones de seguridad de los proyectos de infraestructura y transporte colectivo, por medio de un diagnóstico pormenorizado que permite identificar los problemas que se presentan con más frecuencia y plantea soluciones específicas.

[www.aecarretera.com](http://www.aecarretera.com)

## Se retiran en Inglaterra 9.000 señales de tránsito para evitar la confusión generada por la señalización excesiva (ITS International)

Más de 9.000 señales de tránsito han sido retiradas en ciudades y áreas rurales de Inglaterra por la confusión que provocaba el exceso de señalización.

Por ello, se ha instado a las autoridades locales a meditar de forma más creativa sobre el número y localización de estas indicaciones viales ya que, según han advertido algunos ministros, el exceso de señalización puede ser una distracción para usuarios como los motoristas.

En octubre de 2011 se eliminaron algunos requerimientos para la instalación de señales. El gobierno inglés planea ofrecer a los ayuntamientos nuevos criterios para su ubicación, y se esperan nuevas normas en 2014.

# Trabajos Técnicos

TRABAJOS DISTINGUIDOS EN EL XVI CONGRESO ARGENTINO DE VIALIDAD Y TRÁNSITO

## 01. SISTEMAS DE CONTROL DE PESOS Y DIMENSIONES CON TECNOLOGÍA ITS

Autor: Ing. Ricardo D. Villamonte

## 02. DESARROLLO INNOVADOR DE UN EQUIPO PARA LA CLASIFICACIÓN DE VEHÍCULOS UTILIZANDO LAZOS INDUCTIVOS

Autores: Enrique Spinelli - Pablo A. García - Dardo Guaraglia

## 03. PROBLEMÁTICAS DE LOS PASOS A NIVEL DEL AMBA DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL TRÁNSITO VIAL Y DEL TRANSPORTE PÚBLICO FERROVIARIO. PROPUESTAS DE SOLUCIÓN EN EL CORTO Y MEDIANO PLAZO

Autor: Ing. Guillermo Eduardo Yampolsky

## 04. EFECTO DE CARRILES DE SOBREPASO EN TOPOGRAFÍA SERRANA SOBRE LAS VELOCIDADES DE OPERACIÓN

Autores: Ing. Alejandro Baruzzi - Ing. Jorge Galarraga - Ing. Marcelo Herz

## 05. INSERCIÓN DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS Y POLÍTICAS DE INVERSIÓN ITS EN EL AMBA

Autor: Ing. Carmen La Gamba

# Divulgación

## 01. INVESTIGACIÓN DE CAMPO: PRE-FISURACIÓN DE LAS BASES DE SUELO-CEMENTO PARA REDUCIR LAS FISURAS REFLEJAS

Autor: Tom Scullion - P.E. Research Engineer, Texas Transportation Institute - Texas A&M University

Traducción: Silvia Gómez de Faure - Traductora en Idioma Inglés (Universidad Nacional de La Plata)

# SISTEMAS DE CONTROL DE PESOS Y DIMENSIONES CON TECNOLOGÍA ITS

## AUTOR:

Ing. Ricardo D. Villamonte

## Resumen

Hasta no hace mucho, los Sistemas de Control de Pesos y Dimensiones no eran considerados parte de las tecnologías ITS, al menos en Argentina y en varios países de Sudamérica.

Considerar a los Sistemas de Control de Pesos y Dimensiones dentro de las tecnologías ITS, pone a estos sistemas en el lugar correcto y los promueve a un mayor nivel, dejando de ser solo una forma de prevenir el destrozado de las rutas (Problema meramente económico para los estados) a una solución con mayor alcance, con incidencia directa sobre la Seguridad Vial. Hoy 12% del parque automotor son vehículos de carga, que terminan involucrados en el 33% de los accidentes viales, lo que da una participación altísima en relación al porcentaje de vehículos de carga dentro del parque automotor. Se ignora en Argentina cuántos de estos vehículos de carga circulaban sobrecargados o mal estibados.

Existen en la actualidad variados sistemas de control de pesos (Eventualmente incluyen control de dimensiones), pero su uso no está reglamentado, lo que conlleva una alta discrecionalidad por parte de los oferentes, compradores y operadores de tales sistemas. Se adquieren muchas veces por costo (Recursos limitados de las Vialidades), como sistemas aislados y con desconocimiento de sus potencialidades inherentes, por tanto sus resultados son generalmente decepcionantes.

El objeto de este trabajo es informar sobre las tecnologías disponibles, las potencialidades de cada una de ellas, sus falencias inherentes y sus costos comparativos; para luego promover su reglamentación y uso adecuado, fijando prestaciones mínimas necesarias para transformar a estos sistemas en una herramienta eficaz a la hora de controlar el uso de las carreteras y a la hora de promover políticas activas de seguridad vial en nuestro país.

## 1. Introducción

La Argentina de hoy no es la de hace 10 años ni la de hace 30 años, aunque algunos problemas siguen siendo los mismos, pero peores. El aumento del PBI nacional (Fundamentalmente del Sector Primario) y algunas políticas de privatización han llevado al "Transporte de Cargas por carretera", a un estadio tal, que Municipios, Provincias y Nación se ven desbordadas por sus efectos colaterales.

Podemos estimar que el parque automotor activo de transportes de carga ha crecido en los últimos 18 años (1993 a 2011) en alrededor de un 100%, pero el crecimiento de las toneladas de carga transportadas ha pasado de 308 millones de toneladas en 1993 a 600 millones de toneladas en 2011 (100 % de crecimiento). Desde 1993 a 2011 la participación del transporte por carretera se ha mantenido casi constante y se calcula en un 75% del total transportado. Para decirlo en números concretos, de transportar por carreteras unas 230 millones de toneladas en 1993 a 450 millones de toneladas en 2011.



Timbúes, San Lorenzo y Puerto San Martín reciben + de 1.000.000 de camiones durante la cosecha – Imagen 1

Hasta hace unos pocos años se hablaba de los efectos del transporte terrestre de cargas, solo en relación al daño de las carreteras; hoy los daños económicos sumados a los lesionados y muertos por accidentes viales (**Cálculos en Méjico dan un costo promedio de USD 12.000 por lesionado y de USD 400.000 por muerto en accidentes viales**) han puesto el tema del "transporte terrestre de cargas" y sus "costumbres operativas" en discusión; los estados comienzan a tomar conciencia que "algo hay que hacer", e intentan hacerlo. Esfuerzos más o menos elaborados consumen recursos de los estados que no siempre son compensados por sus resultados.

Aún existen actores en el mercado del transporte de cargas que niegan o minimizan los efectos de las "sobrecargas" y "mala estiba" en los accidentes viales que casi a diario ocurren en la Argentina y en los que se encuentran involucrados camiones. Lamentablemente, la falta de estadísticas y serias investigaciones sobre las circunstancias en que tales accidentes ocurren, impiden saber si el o los camiones involucrados circulaban en tales condiciones, pero podemos mirar hacia Méjico para tener alguna pista al respecto.

Méjico legalizó las sobrecargas hace ya varios años, mediante la Norma Oficial Mexicana NOM- 012-SCT-2-2008, vigente desde el 1 de junio de 2008, que permite cargas de hasta 80 toneladas en determinados vehículos, siendo bastante normal camiones que circulan con alrededor de 70 toneladas (¿Les suena familiar?). Asegura el presidente de la Cámara Nacional de Autotransporte de Carga de Méjico, Juan Carlos Muñoz Márquez, que del total de accidentes con participación de camiones, al menos el 80% se debe al exceso de cargas que permite la legislación (Se estiman unos 5.000 casos por año), con un saldo de muertos y lesionados que causa alarma. Dijo además: **“No hay conductor que tenga la capacidad ni pericia para manejar estas unidades ni esos sobrepesos, no hay frenos que puedan detener esos camiones en medio de una emergencia”**. La “ventaja” de tal norma en Méjico es que al momento del accidente se puede saber con qué carga circulaba el vehículo, ya que al ser “legal” no necesitan ocultarla.

Lo primero que debe aceptarse es que la puja entre los **beneficios mayores** que pretende conseguir el transportista, se contraponen a los **mayores perjuicios** que sufren los estados por el deterioro de los caminos y los problemas de inseguridad vial. Dejando de lado consideraciones sobre la poca solidaridad social o actitudes temerarias de los transportistas, acá debe entenderse que se trata de un problema netamente económico y como veremos luego, un mayor beneficio de los transportistas es un mayor perjuicio para los estados y para la sociedad; y cuando se considera que el transporte de cargas por carretera se lleva no menos del 75% del total, podemos ver claramente que se trata de una de una puja no menor.

Todos quieren hacer algo al respecto, y Municipios, Provincias y Nación planifican y actúan de manera descoordinada, cada una con un conocimiento limitado del problema y entonces **las nuevas tecnologías parecen ser la panacea que les permitirá solucionar el problema más grave del Transporte de Cargas: “Las sobrecargas” y “El mal estibaje”**. **Se habla de Puestos Fijos, Balanzas Portátiles, Sistemas de Pesaje Dinámico (WIM), Controles Sorpresa, Operativos Intensivos, etc., y se generan expectativas desmedidas respecto del resultado de cada una de estas formas del control de cargas y dimensiones.**

Hasta no hace mucho, el Control de Pesos no era considerado parte de las tecnologías ITS, al menos en Argentina y en varios países de Sudamérica. La explicación: solo se pensaba en simples balanzas de uso comercial que pasaban a pesar vehículos en las carreteras para ver si estaban o no sobrecargados.

El salto cualitativo que significa considerarlas dentro de las tecnologías ITS, es de gran importancia y permite hablar ya no de balanzas, sino de **Sistemas de Control de Pesos y Dimensiones.**

Ahora bien, las tecnologías ITS son a mí entender parte de la solución, pero con ellas a veces ocurre lo mismo que con otras tecnologías nuevas: en ocasiones se utilizan discrecionalmente solo por las grandes promesas de eficiencia que estas tecnologías conllevan, pero sin los adecuados conocimientos o experiencia, los resultados distan de ser satisfactorios. **Creo firmemente que las promesas sobre una determinada tecnología son parte de la decisión de utilizarlas, pero Usuarios, Fabricantes e Importadores deben tener conocimiento cabal sobre cada tecnología y un profundo conocimiento del problema a resolver para poder decidir o asesorar sobre la(s) mejor(es) alternativa(s) y así lograr que cada peso invertido tenga el mejor retorno para quien lo invirtió.**

A mi criterio, las formas básicas de enfrentar el problema deben apoyarse en cuatro patas, sin las cuales posiblemente no se logre un éxito sostenido:

**1) La “Legal”:** la Ley 19.511 (Sistema Métrico Legal Argentino) y sus regulaciones, dirigidas a controlar el comercio de bienes no parecen ser la mejor opción para controlar el transporte terrestre de cargas en cuanto a “sobrecargas” y “mal estibaje”. Se hace necesaria una legislación especializada y una autoridad de aplicación tal como la DNV.

**2) La “Institucional”:** Un sistema institucional que posibilite la investigación de los problemas críticos en el transporte terrestre de cargas, aceptando que siendo éste parte del problema, también debe éste ser parte de la solución.

**3) La “Estadística”:** Se necesita un adecuado seguimiento estadístico de los resultados reales de las soluciones que efectivamente se hayan implementado, retroalimentando al sistema para lograr la mejora continua del mismo.

**4) La “Tecnológica”:** las Tecnologías ITS deben ser consideradas como las herramientas necesarias para lograr que cada solución propuesta logre el éxito. Para cada solución a implementar, habrá una o varias propuestas tecnológicas en el campo de los ITS, que deberá(n) ser adoptada(s).

#### **A que se enfrentan los Estados:**

Todo intento de regulación por parte del Estado choca con la resistencia inmediata e irracional de los afectados por tales regulaciones. El tiempo, la correcta difusión del sentido de tales regulaciones, la concientización y la aplicación de castigos acordes a la falta, llevan a la sociedad a un nivel de aceptación racional de las regulaciones que el Estado aplica; todo esto obviamente en un contexto de políticas y estrategias bien instrumentadas.

Pero cuando la regulación afecta intereses económicos, ya no vale la simple apelación a la conciencia social, ni los castigos económicos, ni incluso los castigos penales. De no ser así, no habría Evasión de Impuestos, ni Robos, ni Tráfico de Estupeficientes, ni tantas otras actividades ilegales. **En mi opinión, las regulaciones para la circulación de vehículos de carga o de pasajeros, tendientes a evitar las sobrecargas o cargas mal estibadas, son una de las tantas regulaciones implementadas por los Estados, que afectan fuertes intereses económicos.**

Para peor, las sobrecargas y el mal estibaje de cargas también afectan la Seguridad Vial y la Vida de las Personas, y los estados en Argentina no logran poner un freno efectivo a este mal endémico. Tampoco debemos pensar que este es un mal solo Argentino y que en Francia o en EE.UU. o en otros países muy desarrollados este mal no existe; este es un flagelo mundial que afecta a todo país donde se transporten cargas y la necesidad de ponerle límites es la misma en todo el mundo.

Es necesario acá insistir en el concepto ya expresado antes: la interacción e interdependencia que se da entre quienes deben regular la actividad del transporte de cargas y quienes ejercen tal actividad, es total. Toda acción del regulador afecta al transportista en forma directa y viceversa. Por ejemplo, cuando quien regula decide el nivel de multa a aplicar, este dato pasa a formar parte de la ecuación económica del transportista y cuando el transportista decide el nivel de sobrecarga a transportar, este dato influye directamente en el costo de mantenimiento de los caminos afectando la economía del regulador.

Es imposible pensar en soluciones sin considerar que la optimización de las regulaciones que fijan los estados, debe si o si contemplar la necesaria optimización del uso de los recursos por parte del transportista y si bien no es el objeto de este trabajo proponer soluciones de este tipo, quiero dejar bien claro que esta debe, a mi criterio, ser una de las ideas rectoras de cualquier propuesta de solución.

Debe entenderse acá que las Tecnologías ITS son herramientas imprescindibles para controlar el cumplimiento de las regulaciones, pero una herramienta por sí misma no hace el trabajo si no se la maneja correctamente, si no se conoce su utilidad y no se tienen estrategias de uso; tampoco “una sola herramienta”, aunque sea manejada por expertos, logra resultados satisfactorios. **Ningún carpintero hace un buen mueble solo con una sierra.**

### Conociendo el problema:

Conocer las “Razones”, sus “Efectos Sobre la Sociedad” y sus “Efectos Sobre los Bienes Públicos”, es la forma de entender la dimensión del problema; luego, conociendo a la otra parte (Los transportistas) podremos entender la complejidad del problema y las razones de tantos operativos de magros resultados. En Argentina contamos con muy pocas estadísticas que nos permitan conocer con certeza la verdadera dimensión de este problema y de lo único que podemos estar seguros (Basados en datos empíricos, experiencia, información obtenida informal

mente, etc.) es que todas las estadísticas existentes pecan por optimistas.

### Empecemos por conocer las “Razones”:

Primero debemos conocer cómo es posible sobrecargar un vehículo. Existen al menos tres factores importantes:

- La Sobrecarga debe ser físicamente posible. Para esto es necesario que la Densidad Aparente de la Carga sea tal, que a Camión Completo la carga supere los límites legales. Por ejemplo:

- Mercadería con embalaje es habitualmente de baja Densidad Aparente y por lo tanto poco factible de ocasionar sobrecarga a Camión Completo
- Mercadería a Granel de baja Densidad Aparente (Por ejemplo el Carbón de 0,21 t/m<sup>3</sup>) es poco factible que pueda ocasionar sobrecarga a Camión Completo
- Mercadería a Granel de media a alta Densidad Aparente (Por ejemplo los Granos de 0,76 t/m<sup>3</sup>) fácilmente permiten la sobrecarga a Camión Completo. Según el vehículo y la mercadería, se llega fácilmente a factores de sobrecarga del 100% o incluso más.

- La Sobrecarga debe ser factible de transportar:

- Caminos llanos o de poca pendiente permiten el fácil tránsito de vehículos sobrecargados; al contrario, caminos de fuertes pendientes limitan la posibilidad de trasladar sobrecargas
- La potencia del motor del vehículo también es un factor influyente
- Los tiempos de viaje o entrega necesarios suelen también limitar la sobrecarga, ya que la sobrecarga agrega tiempo de viaje, sobre todo en viajes largos.

- La Sobrecarga debe generar un incentivo económico para el Transportista:

- Este es el factor más determinante. El Transporte de Cargas es básicamente un negocio que debe dar rentabilidad y se maneja por ecuaciones económicas. Es fácilmente demostrable lo siguiente: Este es el factor más determinante. El Transporte de Cargas es básicamente un negocio que debe dar rentabilidad y se maneja por ecuaciones económicas. Es fácilmente demostrable lo siguiente:

- A mayor carga transportada, menor costo por tonelada
- A mayor distancia de traslado, menor costo por tonelada

- Los factores limitantes son:

- Mayores tiempos de traslado, gastos de combustible, sueldos y viáticos
- Penalizaciones económicas aplicadas por las autoridades al realizar controles de carga

**Podemos deducir que la conjunción de la necesidad de trasladar Cargas a Granel en zonas de Caminos de Poca Pendiente y en viajes largos es un aliciente insoslayable para incentivar sobrecargar, ya que la ecuación económica se vuelve inmejorable.**

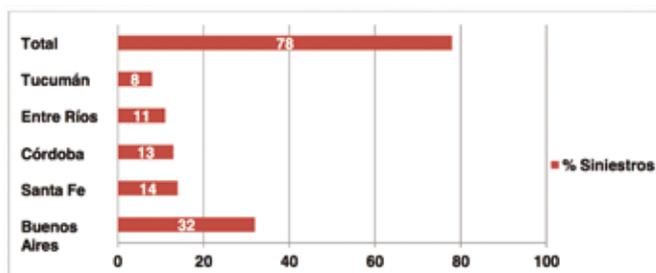
Si queremos poner esta conclusión en términos económicos, podemos recurrir al software HDM-VOC del Banco Mundial, donde se pueden realizar diferentes estimaciones de costos versus distancias y tonelaje trasladado. No siendo el objeto de este trabajo profundizar en este tema, solo daré valores de ejemplo:

- Para una variación del Factor de Carga (Relación entre Carga Real / Carga Legal), de 0,5 a 2, el costo por km recorrido en distancias medias a largas aumenta no más de un 5% a un 8%
- Para una variación del Factor de Carga de 0,5 a 2, el costo de tonelada / km se reduce en promedio un 60 %. Por ejemplo: Si para un Factor de Carga de 1 en un vehículo que transporta como máximo 25 t, el transportista puede cobrar \$ 200 / t (Precio total \$ 5.000 por viaje), para un Factor de Carga de 2, podría por ejemplo cobrar \$ 150 / t (Precio total \$ 7.500 por viaje); consecuentemente la ecuación económica también mejora de manera importante para el dador o receptor de la carga.

**Veamos ahora sus “Posibles Efectos sobre la Sociedad”:**

Las siguientes estadísticas podrían darnos una idea aproximada de los efectos que podrían estar teniendo las sobrecargas sobre la sociedad:

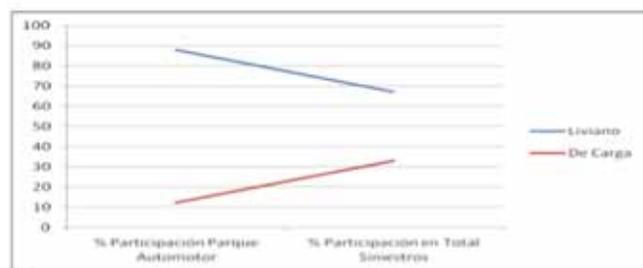
- Provincias con mayor participación en la Siniestralidad Vial (s/CESVI):



El 78 % de los siniestros se producen en el 20 % de las Provincias - Imagen 2

Cuando se analiza el tipo de cargas que suelen trasladarse en estas 5 Provincias, podemos ver que son grandes generadoras de cargas a granel de muy alto Peso Específico Aparente y por lo tanto de transportes habitualmente sobrecargados. Algunas estadísticas publicadas, al ser analizadas, parecerían indicarnos la posible relación directa entre sobrecargas y siniestralidad vial. Veamos:

- Composición del Parque Automotor Nacional:
  - 88 % de Autos, Vehículos Livianos y otros
  - 12 % de Vehículos de Carga y Buses
- Participación en Siniestros según Tipo de Vehículo (s/CESVI)
  - 67 % de Autos, Vehículos Livianos y otros o 33 % de Vehículos de Carga y Buses



Relación Tipo Vehículo / Siniestralidad - Imagen 3

**¿No cabría pensar que los probablemente altos índices de sobrecarga tienen una alta incidencia en la participación de vehículos de carga en los siniestros viales?**



¿Estaba sobrecargado? – Imagen 4

**Y ahora veamos sus “Posibles Efectos sobre los Bienes Públicos”:**

Esto es mucho más conocido y difundido y el deterioro sobre caminos, puentes y en general sobre toda la infraestructura vial e incluso bienes particulares, ya no tiene discusión. Se inaugura una nueva autovía o una nueva autopista o incluso un nuevo camino vecinal, y al corto tiempo, quienes transitan por ellos pueden ver evidencias innegables de los efectos de las sobrecargas. Y lo más irónico de todo es ver a quienes ocasionaron los daños en las autopistas, circulando por la izquierda de la vía en lugar de hacerlo por la derecha: “ya la rompí de mi lado, ahora la rompo del otro”, parece ser la premisa. Hace ya muchos años que estudios y experimentos realizados, han demostrado que el daño estructural que provoca la carga sobre un eje dado se aproxima a la cuarta potencia del valor de la carga que excede el valor legal permitido. Esto nos dice que una sobrecarga de 3 t sobre un determinado eje, produce un daño proporcionalmente mucho mayor que una sobrecarga de 1 t sobre el mismo eje.

Ya que este es un efecto arto conocido, me limito a mostrar solo un par de imágenes ilustrativas:



Imágenes 5 y 6

### Conociendo al otro:

Quienes son actualmente responsables de actuar contra este flagelo, conocen sin dudas muchas de las formas que utilizan los transportistas para eludir con eficacia los controles que se implementan para evitar el tránsito de vehículos sobrecargados, pero no está de más hacer un repaso de las múltiples y variadas formas de elusión y evasión que se utilizan.

Cabe aclarar acá que la creatividad mostrada por quienes violan la legislación vigente en materia de transporte de cargas, es solo la necesaria para sortear los controles en sus formas actuales, y sin duda, cuanto más hagamos para limitar esta difundida costumbre, más creativos y/o agresivos serán.



Nació: 21/04/12 - Falleció: 28/04/12 – Puesto de Control Puerto Yerú (E.R.) – Foto tomada de Día Uno Concordia - Imagen 7

Citaré algunas de las tantas formas utilizadas para eludir los controles:

#### Las más elementales:

- Tomar caminos vecinales que permitan esquivar el Puesto de Control
- Transitar en los horarios en que el Puesto de Control no opera
- Transitar de noche en los caminos donde solo operan Puestos Móviles de Control
- Utilizar el “Eje neumático” para ocultar o disminuir el efecto de la sobrecarga

#### Un poco más creativas:

- Choferes campana: avisan a los demás que un determinado Puesto de Control está en funcionamiento
- Transitar en caravana para saturar el Puesto de Control, con los vehículos sobrecargados al final de la caravana

- Contratación de un Puesterero Campana: se le paga a quien vive en las inmediaciones del Puesto de Control para que avise por teléfono si el mismo está en funcionamiento

#### Un poco más sofisticadas:

- Considerar el monto de las multas dentro de la ecuación económica del costo del flete
- Utilizar todos los recursos legales disponibles para evitar ser controlados o evitar pagar las multas recibidas

#### Un poco más rudas:

- Maniobrar agresivamente con el vehículo, sobre el instrumento de control de peso, con el fin de sacarlo de operación
- Amenazar verbal o físicamente a los agentes de control
- Sabotear el Puesto de Control
- Evitar el control no obedeciendo a los agentes que intentan detenerlos
- Fugarse luego de que se le detecta una sobrecarga o estibaje inadecuado

#### Un poco más ilegales:

- Tratándose de un tema económico, actuar sobre las inevitables debilidades humanas con el objeto de evitar ser sancionados

#### Otras formas:

- Seguramente quienes están actuando como agentes del estado, conocen varias formas más que los transportistas utilizan para evitar ser controlados o sancionados

### ¿Qué dificultades provoca la legislación actual?:

Quizás es uno de los problemas que a mi criterio más dificulta la implantación de controles de verdadera efectividad. La mezcla de Leyes y reglamentaciones nacionales, de aplicación obligatoria para todas las provincias y Leyes Nacionales a las que las provincias pueden o no adherir, o incluso adhiriendo, pueden modificar, vuelve un poco más compleja la problemática que nos ocupa. Someramente podemos enumerar:

- Las leyes metrológicas vigentes, con su única autoridad de aplicación a nivel nacional (Secretaría de Comercio Interior) y con delegación parcial de facultades de control a provincias y estas a municipios, no ayuda. Esta problemática de sobrecargas y mala estiba no es de incumbencia directa de la autoridad metrológica.

- Ausencias reglamentarias en el ámbito metrológico, han sido sustituidas o asumidas por otros entes del estado sin potestad legislativa.
- La complejidad derivada de las reglamentaciones metrológicas (1 Ley madre y no menos de 15 reglamentaciones y modificatorias vigentes), hacen a esta materia muy propensa a interpretaciones en ocasiones muy discutibles. La principal falla de toda la legislación vigente es que no está asegurada la inviolabilidad de los datos que entregan los instrumentos de medición de pesos que se comercializan en el país. Otras falencias similares agravan aún más el problema.
- La forma convencional de tomar a las sobrecargas como un problema solo de mantenimiento de rutas, deja a otros organismos específicos del estado, fuera de actuación, no pudiendo actuar o no pudiendo tomar conciencia de la necesidad de su intervención. Por caso todo lo relacionado a la seguridad vial o entes fiscalizadores como la AFIP o las Direcciones Provinciales de Renta.
- Las leyes y reglamentaciones o Decretos sobre materia de transporte, dictadas por la Nación, son de competencia solo de la Nación y adherir a ellas o no, es privativo de cada provincia, pudiendo estas modificar las mismas y distribuir responsabilidades de manera diferente. No parece una buena apoyatura legal, mucho más cuando se pueden constatar casos de inconsistencia.
- Las penalizaciones dispares en cada provincia, no ayudan de manera alguna a paliar el problema. Tampoco ayuda la importancia dispar que cada una da a este tema.
- El criterio actual de equiparar las cargas sobre los ejes a “ejes equivalentes” para valorar el daño que produce un determinado vehículo, y la distancia que ese vehículo lleva recorrido desde su origen, son temas que deberían ser tenidos en cuenta en la legislación, y por lo tanto en las penalidades a aplicar.
- El no tener en cuenta por parte de quienes deben diseñar las regulaciones, controles y multas, de ciertas comprobaciones obtenidas en algunos estudios, tales como la menor capacidad de daño de los ejes con suspensión neumática o de los conjuntos de ejes triples respecto de los dobles o simples, no ayuda a lograr un parque automotor más adecuado. Este es un tema que por ejemplo no se considera al momento de fijar los montos de los peajes en las carreteras concesionadas, ya que se cobra más a un camión con triple eje que a uno con doble eje.
- El no tener en cuenta que los mecanismos de control y coerción (Multas) que se aplican a quienes sobrecargan, son lamentablemente vulnerables, no permite analizar las mejores maneras de efectuar dichos controles y cuáles son las herramientas que permitirían mantener dichas prácticas dentro de límites razonables.
- La Agencia Nacional de Seguridad Vial, con el Observatorio de Seguridad Vial y la Organización Panamericana de la Salud (OPS), realizaron una “Recopilación de normativa y legislación vial por jurisdicción provincial que permita la elaboración de un Digesto Normativo en temas viales”, tal el título del trabajo.

469 páginas que recopilan las Leyes viales en 22 provincias (No se incluyó a San Luís) y la C.A.B.A. Muchas adhieren a la ley 24.449, pero generalmente con modificaciones y excepciones o agregados y algunas acertadamente consideran problemáticas puntuales de su región. De cualquier manera, un interesante galimatías.

**Podemos concluir que si bien se dispone de numerosa normativa legal, su disparidad y falta de concordancia es un obstáculo importante al momento de diseñar políticas y de adquirir herramientas para enfrentar el problema de las sobrecargas y mala estiba.**

### ¿Qué otras causas dificultan el lograr un éxito sostenido?:

Las frustraciones sobre los resultados de los controles implementados por cada estado o el convencimiento de resultados satisfactorios imposibles de comprobar, tienen como causal seguramente algunas de las siguientes cuestiones:

- Las absolutamente poco creíbles estadísticas, no ayudan. Me pregunto en qué lugar de las estadísticas sobre causales de siniestros viales elaboradas por el CESVI se ubican las sobrecargas y el mal estibaje:
  - 90% de los accidentes se atribuyen habitualmente a fallas humanas. ¿Será una falla humana estibar mal o sobrecargar?
  - 5% de los accidentes se atribuyen a fallas del vehículo. ¿Será una falla del vehículo que no pueda frenar a tiempo por estar sobrecargado?
  - 5% de los accidentes se atribuyen a causas varias. ¿Estarán acá englobadas las sobrecargas y la mala estiba?
- La aceptación casi resignada de la sociedad, respecto de la no responsabilidad de los gobiernos sobre la preservación de los bienes públicos, hace que la sociedad solo reclame cuando estos se destruyen, pidiendo su reparación, pero casi no hay reclamos respecto a la necesidad de su conservación en buen estado.
- La no existencia de una legislación y reglamentación específica, y luego homologación de herramientas ITS para el control de sobrecargas y mala estiba, agrega incertidumbre al momento de adquirir tales herramientas, guiándose cada organismo por información no verificada ni comprobable, folletos comerciales, promesas de distribuidores y fabricantes, apreciaciones personales, costos de adquisición e implementación, etc.
- La difundida política de incentivos monetarios ligados a resultados cuantitativos de detección de infractores, convierte la práctica de las sobrecargas en un problema crónico.

- La creencia errada de considerar a las multas una forma de recaudación de impuestos para los estados, es quizás la forma más peligrosa de encarar el tema. Las multas o cánones no son recaudación, son resarcimiento por un daño hecho y castigo por la infracción cometida. El verdadero premio para los estados es evitar las muertes y lesiones con su superlativo e implícito costo monetario, evitar reparaciones de los caminos antes de su ciclo previsto y controlar la evasión impositiva por el movimiento de cargas no declaradas.
- La ausencia de un organismo nacional que tenga injerencia sobre las especificaciones mínimas a cumplir por las diferentes aplicaciones de las tecnologías ITS y su correspondiente homologación, deja a los estados y sus organismos competentes, librados a su mejor saber y entender; adicionalmente, los proveedores de tecnologías ITS no disponen de guías o referencias para el diseño de sus productos.
- Por último, soy un convencido que las tecnologías ITS deben entenderse como algo más que hardwares inteligentes o aplicativos de software. Deben éstas ser capaces de brindar información estadística valedera, y disponibles para todos quienes puedan necesitarlas. Se las deben tomar como una gran fuente de datos.

### ¿Qué hacer para poner límites a las sobrecargas y mala estiba?:

Por suerte hay herramientas (Creadas o a crearse) que nos permitirían enfrentar a mediano y largo plazo al problema de las sobrecargas y mal estibaje.

Pero... ¿Por qué digo mediano y largo plazo? Bueno..., ninguna herramienta por sí sola nos permitirá enfrentar una modalidad tan difundida, ilegal, pero muy difundida. Solo actuando sobre la totalidad de las herramientas necesarias lograremos poner límites efectivos, y, aunque nunca lograremos un control total, sí podremos reducirlo a límites tolerables.

### Cuáles son los aspectos sobre los que considero se debe trabajar:

- Legislación Nacional y Autoridad de Aplicación: Adecuar y racionalizar la legislación argentina para adaptarla expresamente al Transporte de Cargas en todos sus aspectos, es prioritariamente necesario.
- Adhesión sin excepciones de Provincias y Municipios, a la legislación nacional: La adhesión de los estados provinciales y municipales a una nueva legislación transversal, que permita a todos ellos tener herramientas legales adecuadas, es otra de las prioridades.
- Centralización de estadísticas: Todas las estadísticas deberían ser agregadas a la Base de datos que necesariamente deberá llevar la autoridad de aplicación a nivel nacional.
- Estudio de Estrategias: Análisis profundo del daño que ocasionan las sobrecargas y fijación de multas compensatorias adecuadas, elaboración de estrategias de contralor, estudio de formas de mejora de los transportes para disminuir el daño a los bienes, etc.

- Acuerdos de cooperación entre Organismos involucrados: La actuación conjunta y coordinada, cada uno en lo que le compete por su propia naturaleza, de cada organismo del estado relacionado al transporte de carga, también es una prioridad.
- Empresas Proveedoras de Tecnologías ITS: se les debe dar participación y guías que permitan el desarrollo de nuevas y mejores tecnologías, ya que ellas serán quienes finalmente proveerán todas las herramientas (Hardware y Software) necesarias para verificar las infracciones a la legislación. Personalmente considero cada uno de estos enunciados como la piedra basal que soportará la legitimidad, coherencia y contundencia de un verdadero límite a los excesos en la materia.

### Guerra de Guerrillas o la Gran Batalla Final

A veces leemos en las noticias locales o provinciales, elocuentes anuncios sobre la decisión de las autoridades competentes de dar la Gran Batalla contra un determinado flagelo, y en el tema que nos ocupa, esta NO es a mi criterio la mejor forma de enfrentar el problema.

Las Sobrecargas y el Mal Estibaje en los medios de Transporte de Cargas y Pasajeros no están sostenidos por un único y gran grupo empresario, sino por incontables grupos o individuos que van cada uno definiendo y modificando sus estrategias para poder seguir haciendo lo que hacen en la forma en que lo hacen. No existe la gran batalla, solo existe la certeza de que será necesario luchar en forma permanente, oponiendo a cada nueva forma de actuar de quienes transportan cargas una nueva estrategia con las herramientas adecuadas e incluso, que será necesario tener una gran creatividad para adelantarse a las nuevas formas de eludir los controles y las penalidades.

La Nación, las Provincias y los Municipios, están obligadas a actuar y para ello deben aceptar determinadas premisas:

- Aceptar que el problema existe
- Aceptar que es un problema que les compete directamente
- Aceptar que el problema no se soluciona con acciones espasmódicas
  - Aceptar que deberán destinar recursos importantes para combatirlo; legislación adecuada, abundante dinero y mucho conocimiento son muy necesarios
- Aceptar que el voluntarismo en esto, como en tantas otras cosas, no sirve de nada
- Aceptar que se trata de un problema de dinero (Rentabilidad económica), no de “camioneros” inconscientes
- Aceptar que se debe conocer a fondo la legislación, y que esta debe aplicarse correctamente
- Aceptar que en este tema, las estadísticas suelen pecar de optimistas, además de insuficientes
- Aceptar que no hay un solo medio o forma o herramienta para ponerle límites
- Aceptar como parte del problema, las debilidades humanas, sobre todo cuando el dinero es un factor tan importante
- Aceptar que un estado que no vigila y no audita, es un estado indefenso

- Y por último, aceptar que este problema NUNCA DESAPARECERA. Solo podemos tenerlo bajo control mediante una estrategia de Guerra de Guerrillas, aunque suene poco apropiado para un Estado.

### ¿Qué herramientas se usan en el mundo?:

Ponerle límites efectivos a las violaciones a las leyes sobre transporte de cargas, es una preocupación mundial, y ha requerido a cada país que ha querido tener resultados contundentes, actuar sobre algunos o todos los aspectos que he mencionado anteriormente.

Los resultados son variados, y sin duda que la idiosincrasia de cada población y su comportamiento social ha marcado como necesario mejores legislaciones o mejores mecanismos de coerción, pero cuando hablamos de tecnologías ITS, la electrónica moderna ha posibilitado el desarrollo de una amplia variedad de herramientas, sin lugar a dudas, muy eficientes, pero que necesitan para ser aplicadas y operadas, de la apoyatura legal, de los recursos económicos, de los recursos humanos, y de los conocimientos tecnológicos necesarios.

La Argentina no sufre este problema de las sobrecargas recién ahora, es un problema de siempre, pero que ahora, con un parque automotor con crecimiento muy fuerte, a puesto al estado en su conjunto en situación casi de indefensión e importantes recursos volcados en herramientas de control, son muchas veces ineficientes y sus resultados suelen ser frustrantes. Cuando se habla de controlar, se necesitan herramientas, y es acá donde las Tecnologías ITS hacen su aporte. Haremos una rápida revisión de las mismas, para luego analizar la realidad desde el punto de vista de la aplicación de dichas herramientas y el porqué de sus dudosos resultados.

Este listado de herramientas está referido solo a las que se utilizan en forma directa para el control de las cargas por eje o tándem o carga total del vehículo, pero por si solas no tienen gran valor para luchar contra el problema de las sobrecargas y el mal estibaje: es necesaria una correcta integración de estos sistemas de control de peso con otras herramientas ITS (Hardware y Software), a fin de lograr un sistema capaz de ofrecer resultados satisfactorios y lograr la mejora continua de dichos sistemas.

<b>Requisitos a cumplir para Puestos o estaciones de Control de Cargas:</b>
Correcto control de las cargas por eje o tándem y de la carga total del vehículo
Correcto control de la configuración de ejes del vehículo
Control dimensional (Principalmente Altura máxima y Ancho Máximo)
Correcta clasificación del tipo de vehículo
Inviolabilidad de los datos registrados
Detección y registro de maniobras de elusión o fuga de los vehículos de carga
Control de la máxima cantidad de vehículos de carga, acorde al tránsito
Generación de datos estadísticos y envío de los mismos a la Central de Control
Ser auditable en todos sus procesos
Adecuada protección contra actos de vandalismo

Tabla 1

### Balanzas Portátiles para Pesaje Estático por Ejes:

Se han popularizado enormemente en los últimos años, en todo el mundo, gracias al aporte de la electrónica y al arte de la miniaturización, lo que les permite gozar de varias ventajas:

### Posibilidad de fácil traslado del Puesto de Control (Con limitaciones)

- Muy bajo perfil de las plataformas receptoras de las ruedas
- Buena exactitud y confiabilidad, bajo determinadas condiciones
- Bajo peso propio y facilidad de transportación
- Costo acotado

Entre sus principales desventajas podemos enumerar:

### Origen importado

- Requiere de condiciones de instalación muy estrictas
- Imposibilidad de instalación en caminos rurales o en mal estado
- Bajo ratio de rendimiento y operables solo de día por razones de seguridad
- Sin sistemas antifraude
- Imposibilidad de conexión de accesorios que amplíen su funcionalidad
- Durabilidad acotada y propensas a daños por deficiente operación
- Su legalidad en Argentina es discutible para la determinación del peso total del conjunto de ejes (Tándem) y del peso total del vehículo

No obstante, es una herramienta muy útil para la finalidad que se la diseñó, aunque de ninguna manera reemplaza otras herramientas de control.



Puesto típico de Control con Balanza Portátil por Ejes - Imagen 8

### Balanzas Portátiles para Pesaje Dinámico / Estático por Ejes:

Las mismas balanzas anteriores, suelen fabricarse para ser utilizadas de ambos modos, pudiendo pesar a una velocidad de pasada máxima de hasta 5/8 km/h. Entre sus principales ventajas podemos agregar:

- Mejor ratio de rendimiento que en modo Estático
- Operables todo el día en instalaciones semi-fijas.

### Sus principales desventajas:

- **Modo Dinámico es absolutamente ilegal en Argentina**
- Imposibilidad de repetir el control en caso de maniobras invalidantes
- Su exactitud es mucho menor que en Modo Estático

En su modo de operación dinámico, estos equipos permiten un más rápido control de los vehículos, descartando rápidamente a quienes no presentan situaciones de sobrecargas, pero en caso de discusiones con el transportista o de ser muy cercanos los valores de lectura de las cargas respecto de los permitidos, se hace necesario un pesaje estático para dirimir la cuestión y es ahí donde radica su mayor debilidad, por ser imposible en general una segunda pesada de todo el vehículo.

Estas balanzas son por lo tanto útiles en tanto se utilicen en puestos fijos de control, con dársenas que permitan al vehículo dar la vuelta y hacer un segundo control de manera estática. La ventaja inmediata es que una misma unidad se puede usar en varios puestos fijos de control, de funcionamiento temporal o estacional. **Para ser usadas en Argentina se requiere modificación a la legislación vigente.**



Típico Puesto de Control con WIM Portátil por Ejes – Imagen 9

### Balanzas Fijas para Pesaje Estático por Ejes:

Utilizadas en Argentina durante muchos años, comparten algunas de las ventajas y desventajas de las Balanzas Portátiles. Actualmente se desaconsejan nuevas instalaciones de este tipo de equipos, por su discutible cumplimiento de las regulaciones metrológicas:

- **Origen nacional**
  - Operables todo el día al estar instaladas en dársenas laterales a la ruta
  - Buena exactitud y confiabilidad
  - Durabilidad muy buena
  - Posibilidad de conexión de accesorios que amplíen su funcionalidad
  - Posibilidad de implementación de sistemas antifraude
  - Costo de instalación de cierta importancia

Entre sus principales desventajas podemos enumerar:

- Imposibilidad de traslado del Puesto de Control
- Requiere de condiciones de instalación muy estrictas

- Bajo ratio de rendimiento
- Su legalidad en Argentina es discutible para la determinación del peso total del conjunto de ejes y del peso total del vehículo



Puesto típico de Control con balanza estática por ejes - Imagen 10

### Balanzas Fijas para Pesaje Dinámico / Estático por Ejes:

Las mismas balanzas anteriores, suelen fabricarse para ser utilizadas de ambos modos, pudiendo pesar a una velocidad de pasada máxima de hasta 5/8 km/h. Entre sus principales ventajas podemos agregar:

- Mejor ratio de rendimiento que en modo Estático

Sus principales desventajas:

- Modo Dinámico es absolutamente ilegal en Argentina
- Su exactitud es menor que en Modo Estático

Al estar en general instaladas en dársenas de puestos fijos de control, es posible que de mediar dudas sobre el correcto pesaje en Modo Dinámico, se pueda volver a pesar el vehículo en Modo Estático eliminando así las posibles dudas. En mi opinión es una de las mejores herramientas de control para estaciones de control de control de cargas de tránsito medio o alto, en implementaciones adecuadamente resueltas.



Típico Puesto de Control con WIM Fijo por ejes – Imagen 11

### Balanzas Fijas para Pesaje Estático por Tándem (Grupo de ejes):

Se han impuesto en Argentina por su mayor ajuste a la normativa vial y metrológica actual. Básicamente su operación permite conocer con mucha más certeza el peso total de un conjunto de ejes, por lo tanto es menos discutible:

#### Origen nacional

- Operables todo el día al estar instaladas en dársenas laterales a la ruta
- Mejor ratio de rendimiento
- Buena exactitud y confiabilidad
- Durabilidad muy buena
- Posibilidad de conexión de accesorios que amplíen su funcionalidad
- Posibilidad de implementación de sistemas antifraude

Entre sus principales desventajas podemos enumerar:

- Imposibilidad de traslado del Puesto de Control
- Requiere de condiciones de instalación muy estrictas
- Costo de instalación de cierta importancia
- Su legalidad en Argentina es discutible para la determinación de la carga total



Puesto típico de Control con balanza por Tándem - Imagen 12

### Conjunto Balanzas Fijas para Pesaje Estático por Tándem y Peso Total:

Se trata del sistema de control de cargas menos discutible legalmente, ya que se ajusta totalmente a la normativa vigente.

Entre sus ventajas y desventajas podemos mencionar:

- Origen nacional
- Operables todo el día al estar instaladas en dársenas laterales a la ruta
- Mejor ratio de rendimiento
- Buena exactitud y confiabilidad
- Durabilidad muy buena
- Posibilidad de conexión de accesorios que amplíen su funcionalidad
- Posibilidad de implementación de sistemas antifraude
- Su legalidad en Argentina es indiscutible

Entre sus principales desventajas podemos enumerar:

- Imposibilidad de traslado del Puesto de Control
- Requiere de condiciones de instalación muy estrictas
- Costo de instalación de mayor importancia



Típico Puesto de Control con balanza de tándem y peso completo – Imagen 13

### Sistemas WIM (Weight In Motion):

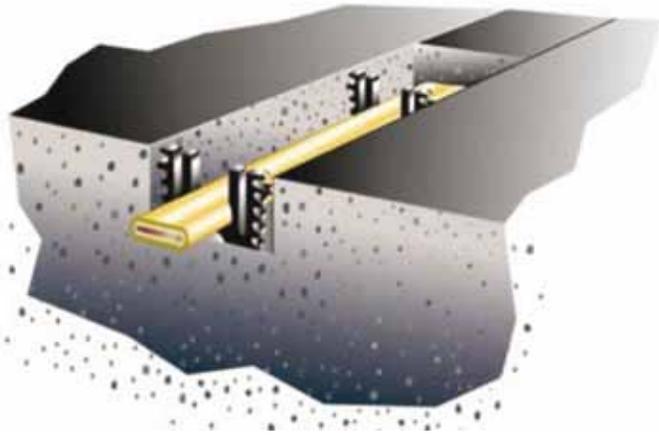
Es en estos sistemas donde la tecnología hace su mayor aporte. Existen varias tecnologías disponibles en cuanto a los sensores para la medición del peso, siendo el resto de la electrónica (Altamente sofisticada), similar en todos los casos.

Entre las tecnologías disponibles en cuanto a sensores, podemos básicamente enumerar las siguientes:

- Sensores piezoeléctricos
- Sensores de cuarzo
- Bending Plates
- Placas Unicell

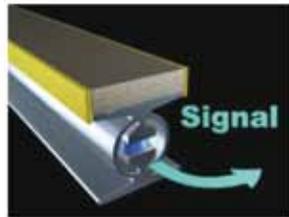
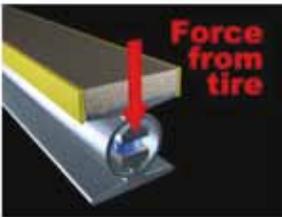
**Sensores piezoeléctricos:** La poca difusión en nuestro país de esta tecnología, hace pensar a proveedores y potenciales clientes que cualquiera de los sensores es apto para lograr el mismo objetivo y que todo se resume a una cuestión de

costos de adquisición. Lo cierto es que las diferencias en cuanto a exactitud de las mediciones, durabilidad, tipo de uso recomendado etc., llevan a que deba descartarse el primer tipo de sensores por no tener la aptitud adecuada para mediciones de control de carga (Solo se usan para estudios estadísticos para diseño de pavimentos).



Sensores Piezoeléctricos - Imagen 14

**Sensores de Cuarzo:** Los sensores de cuarzo son un importante avance respecto de los piezoeléctricos, pero su alto costo ligado a una relativa fragilidad, lo hacen desaconsejable para su uso en Estaciones de Control de Cargas en países como Argentina, ya que el estado de los sistemas de suspensión y de las llantas de los vehículos de carga, dista de ser óptimo. Esto influye fuertemente en la vida útil de los sensores.



Sensores de Cuarzo Kistler - Imágenes 15 y 16

**Bending Plate:** Los sistemas equipados con las llamadas Bending Plate (Básicamente plataformas de muy bajo perfil, instrumentadas internamente) reúnen características únicas que las hacen ideales para el control de cargas en estaciones de alto tránsito. Si bien su costo es importante, su alta eficiencia, su durabilidad y posibilidad de reparación y fácil reemplazo, son sus mayores ventajas.



WIM con Bending Plate - Imagen 17

**Plataformas Unicell:** Las placas o plataformas Unicell, son de funcionamiento similar a las Bending Plate pero su alto costo las hace poco aconsejables. Se trata de plataformas con un solo sensor en el centro de las mismas, el que puede ser reemplazado fácilmente y su rendimiento y vida útil es muy bueno.



#### Ventajas de los sistemas WIM:

Todos estos sistemas tienen en común su muy alto ratio de rendimiento, pero cualquiera de ellos son de uso ilegal en Argentina a los fines punitivos. Solo pueden usarse como sistemas de preselección o para estudios o confección de estadísticas.

Como ventajas básicas, podemos enumerar las siguientes:

- Operables todo el día, ya que su uso es transparente al usuario. Pueden pesar a muy altas velocidades y no constituyen un obstáculo en el camino
- Muy alto ratio de rendimiento
- Razonable exactitud y confiabilidad a altas velocidades
- Posibilidad de conexión de accesorios que amplíen su funcionalidad
- Posibilidad de implementación de sistemas antifraude
- Los sistemas con Bending Plate en otras partes del mundo están reglamentados para que a baja velocidad (< 8 km/h), funcionen como sistemas punitivos, lo que las hace ideales para carreteras de muy alto tránsito de cargas

Entre sus principales desventajas podemos enumerar:

- Origen importado
- Imposibilidad de traslado del Puesto de Control, aunque existen sensores trasladables
- Requiere de condiciones de instalación muy estrictas
- Costo de implementación de mucha importancia
- Modo dinámico es absolutamente ilegal en Argentina

### Costos:

A modo de orientación haré referencia a los costos de hardware de cada tipo de equipo mencionado, pero debe tenerse en cuenta que esta es solo una parte de la inversión a realizar para la instalación de un puesto de control de carga, ya que la inversión en infraestructura civil es mucho más importante y los accesorios que deben ser parte de la instalación pueden tener un costo mayor que el del equipo de pesaje.

Balanzas Portátiles para Pesaje Estático por Ejes	\$ 300.000 / \$ 350.000	No necesita obras civiles Incluye vehículo
Balanzas Portátiles para Pesaje Dinámico p/Ejes	\$ 350.000 / \$ 400.000	Necesita obras civiles Incluye vehículo Puede usarse p/varios puestos
Balanzas fijas para Pesaje Estático por Ejes	\$ 90.000	Necesita obras civiles
Balanzas fijas para Pesaje Dinámico por Ejes	\$ 150.000	Necesita obras civiles
Balanzas Fijas para Pesaje Estático p/Tándem	\$ 120.000	Necesita obras civiles
Balanzas Fijas para Pesaje Estático p/Tándem y Peso Completo	\$ 250.000	Necesita obras civiles
WIM con Sensores Piezoeléctricos (Equipo portátil)	\$ 300.000	Necesita acondicionamiento del camino
WIM con Sensores de Cuarzo (Equipo de instalación fija)	\$ 380.000	Necesita obras civiles
WIM con Bending Plate (2 placas)	\$ 460.000	Necesita obras civiles
WIM con Placas Unicell (2 placas)	\$ 600.000	Necesita obras civiles

Estos precios son orientativos, varían según la marca y no contemplan gastos de instalación ni calibración, costos de mantenimiento ni accesorios. El precio de los equipos portátiles para Pesaje Estático por Ejes es quizás su principal atractivo, pues no necesita en principio gastos de obras civiles ni de instalación y se los suele adquirir sin ninguna clase de accesorios, lo que atenta contra sus resultados.

### Accesorios:

Parte del bajo poder de corrección del problema de las sobrecargas y mal estibaje, de cualquiera de estos sistemas de Control de Cargas, está dado por la casi nula o baja aplicación de accesorios que conviertan a cualquiera de estos sistemas en una herramienta punitiva de alta efectividad.

Todos los sistemas para uso punitivo que se utilizan en Argentina, comparten en su individualidad, los mismos problemas:

- No tienen características antifraude, anti evasión, ni anti fuga
- Los de uso punitivo, son de muy bajo ratio de rendimiento

Las modernas Estaciones de Control de Cargas y Dimensiones incluyen accesorios que hacen de estas herramientas altamente efectivas y que usadas estratégicamente dan a los reguladores alto poder de disuasión. Podemos nombrar solo a título informativo y sin ser este un listado exhaustivo, los siguientes:

### Sistemas de Captura de Imágenes:

Permiten en conjunto con lazos inductivos para detección de vehículos, capturar la imagen de los vehículos que se den a la fuga o evadan el control.



### Sistemas de Captura de Imágenes con OCR (LPSR):

Estos sistemas pueden ser usados de la misma forma que los de solo imágenes, pero mediante un software de reconocimiento de caracteres, son capaces de leer la chapa patente o licencia de los vehículos. Permiten por lo tanto automatizar y agilizar las tareas de control de cargas al evitar al operador su ingreso manual. Acoplados a sistemas WIM, dan un alto ratio de rendimiento.



### Semáforos automatizados:

Permiten una mejor operatoria del puesto de control al dar instrucciones al chofer del vehículo que se controla o se ha controlado. Junto con carteles electrónicos de mensajes variables, permiten operar de manera más sencilla puestos de control para carreteras de tránsito de cargas medio o alto.



### Cartelería electrónica de mensajes variables:

Permiten dar mensajes de alta visibilidad a los conductores de los vehículos, incluso mostrando el peso de cada eje y el peso total del vehículo para un control inmediato por parte del conductor.



### Displays repetidores:

Permiten a los conductores de los vehículos la visualización en tiempo real del peso de caja eje o tándem y/o del peso total del vehículo.



### Sistemas de Sonido (Con o sin mensajes pregrabados):

Cumplen una función similar a la de los carteles y facilitan el control del proceso de pesaje y operación del puesto al informar al conductor de los pasos a seguir.



### Sistemas de control de altura máxima:

Permiten detectar rápidamente los excesos de altura del vehículo que se controla. Posteriormente, detectado un problema, se pueden hacer controles manuales para asegurar la medición y el correcto estibaje de la carga.



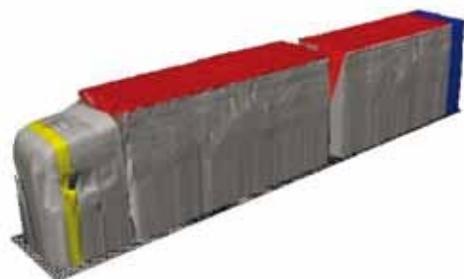
### Sistemas de Control de Ancho máximo:

Mediante tecnología láser de última generación, permiten de forma rápida y con errores de no más de 5 cm, detectar excesos en el ancho de la carga por mal estibaje. Muy útiles en zonas de tránsito de vehículos con cargas que no son contenidas por la caja del mismo.



### Sistemas de Control dimensional total:

Estos sistemas, mediante tecnología láser de última generación, permiten una medición total del vehículo, con errores que pueden no superar los 5 cm para ancho y alto y 10 cm para el largo total. Muy útiles para controlar vehículos con cargas no contenidas por la caja del mismo.



### Sistemas de Detección de la configuración de ejes:

En conjunto con un software inteligente, permite detectar de manera automática la configuración de ejes del vehículo y por lo tanto, agilizar el control de cargas por ejes.



### Sistemas de Detección de configuración de rodados:

Mediante un sistema de sensores permite la detección del tipo de rodado y cantidad de ruedas de cada eje del vehículo. Distingue entre rodados comunes o súper anchos, agilizando y asegurando la correcta aplicación de las cargas permitidas para cada tipo de eje, en función del tipo de rodado y de la cantidad de ruedas del mismo.



### Barreras de Alta velocidad:

Para casos en que es necesario un ordenamiento más visible de las maniobras a realizar por el conductor, las barreras de brazo son un buen auxilio.



### Sistemas de Calefacción:

En zonas muy frías y de hielo o nevadas, permite mantener la plataforma de la balanza libre de nieve y hielo y a temperaturas de funcionamiento dentro de los parámetros de diseño de la balanza.



### Sistemas de Detección de Estado de los Neumáticos:

Gracias a las tecnologías de escaneo laser, se pueden instalar sistemas que detectan al pasar, el estado de los neumáticos, dando al instante un reporte de todos ellos una vez que el vehículo a pasado completo por el escáner.



### Sistemas Preselectivos (WIM):

Los Sistemas WIM de alta o media velocidad, si bien no pueden ser usados punitivamente, permiten preseleccionar los vehículos y pasar a control punitivo solo los se sospeche que puedan estar sobrecargados. Generalmente integran algunos accesorios de los ya detallados para lograr una preselección automatizada: por ejemplo Detectores de Altura excedida, Semáforos, Carteles electrónicos y Captura de Imágenes. Todos los datos capturados por este sistema pasan a formar parte de los datos estadísticos del puesto.



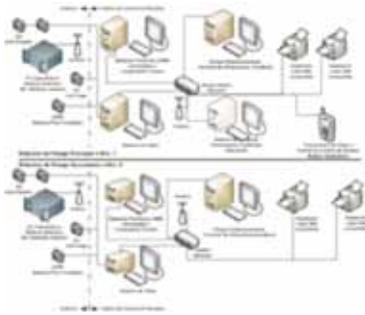
### Software operativo:

Complemento fundamental de todo puesto de Control de Cargas, permite una operatoria rápida y automatizada del puesto, evitando las maniobras fraudulentas y resguardando la integridad de los datos, para los fines punitivos y estadísticos. Todos los accesorios antes detallados y que formen parte del puesto de control, deben integrarse en este software. Para Estaciones de Control de Alto Tránsito es aconsejable utilizar software de Base de Datos relacionales de altas prestaciones.



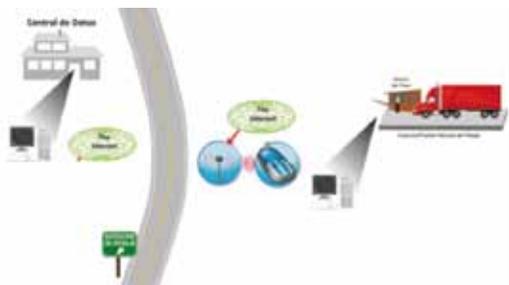
### Sistemas informáticos:

El software operativo debe estar soportado por un sistema informático que asegure la operación continua y estable de todo el sistema. Para estaciones de Control de Alto Tránsito son aconsejables computadoras de uso industrial y para todos los casos, UPS del tipo "On line" de reconocida calidad.



### Sistemas de Transmisión de datos:

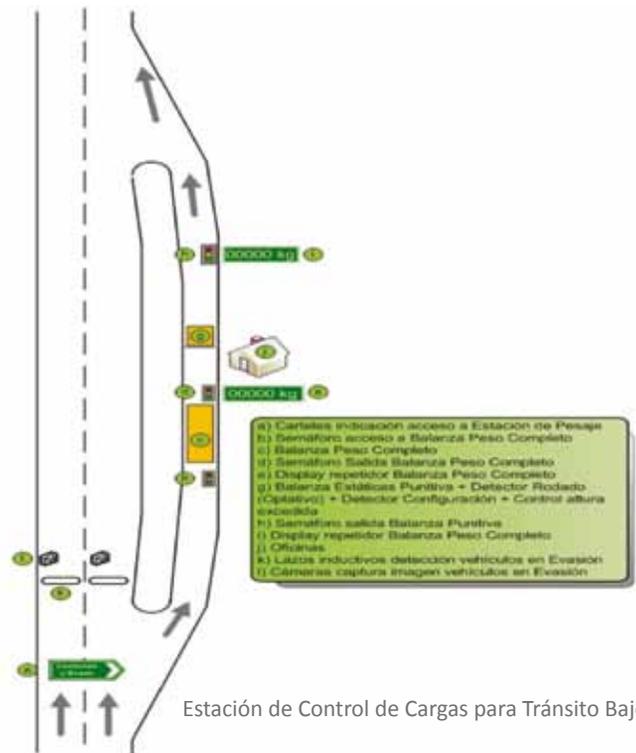
Todos los puestos o estaciones de control de cargas deberían estar equipados con módems capaces de transmitir bajo pedido o en forma continua todos los datos estadísticos capturados por los mismos, a una Central de Datos, para su posterior análisis y generación de estadísticas localizadas o generales.



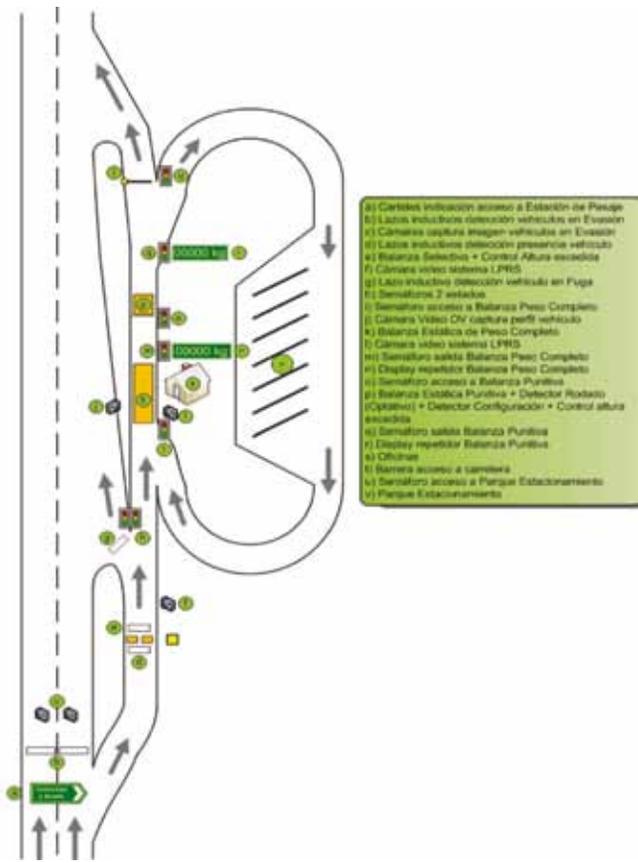
### Estaciones de Control de Cargas:

Con la legislación actual hay serias limitaciones a la hora de diseñar Sistemas de Control de Carga y Dimensiones, ya que se deben cumplir leyes y reglamentaciones que impiden utilizar a pleno las tecnologías disponibles dentro de los sistemas ITS. Las más serias limitaciones están dadas por la mecánica de pesaje que lleva a una muy baja capacidad de control o bajo ratio de rendimiento y para superar estas limitaciones, deben hacerse fuertes inversiones aún en Estaciones de Control de Cargas en carreteras de bajo tránsito habitual, pero que puedan tener estacionalmente tránsito medio o alto.

Por otra parte, la creencia generalizada es que con instalar un puesto o estación de control es suficiente en cualquier caso y los resultados que se obtienen desmienten esta creencia. Experiencias en otros países empiezan a demostrar que los mejores resultados se obtienen utilizando diversas tecnologías y puestos de control que funcionen de manera coordinada, donde los puestos fijos deben tener el mejor equipamiento posible para el tránsito esperable y se deben combinar con puestos móviles adecuadamente equipados. Cada caso debe estudiarse adecuadamente ya que no hay una regla general para todos ellos. Tránsito esperable, tipo de tránsito de carga, posibilidad de sobrecargas en la zona, caminos vecinales, horarios de funcionamiento, resultados esperados y muchas variables más, hacen al tipo de Estación de Control que deba instalarse y el equipamiento necesario. Teniendo en cuenta la legislación actual y las limitaciones que la misma impone, podemos tener dos tipos básicos de Estaciones de Control de Carga de instalación fija. Los ejemplos que se muestran contemplan la instalación de los accesorios o equipamiento que se requieren para obtener resultados de aceptable calidad.



Estación de Control de Cargas para Tránsito Bajo



Estación de Control de Cargas para Tránsito Medio a Alto

### Conclusiones finales:

Puedo citar como obstáculos que deben superarse, a mi criterio, los siguientes:

- La normativa existente no permite el uso de sistemas WIM de baja velocidad para uso punitivo
- La totalidad de los sistemas de Control de Cargas instalados, basan su efectividad en la buena labor de quienes los operan. No cuentan con ningún tipo de dispositivos que impidan su uso fraudulento.
- La casi totalidad de los sistemas de Control de Cargas instalados, no pueden controlar más de 5 ó 6 vehículos por hora
- No se instalan ningún tipo de sistemas que posibilite identificar a quienes evaden o se fugan de los controles. En el mejor de los casos, será alguno de los operadores el que logre tomar la chapa patente del vehículo fugado.
- No se instalan ningún tipo de sistemas que permitan conocer al menos, cuantos han eludido el control o cuantos han logrado evitar ser penalizados, aún estando en falta
- Los auditores no cuentan con herramientas que les permita hacer su trabajo de forma efectiva
- Estrategias de control mal diseñadas o marcadamente elementales, son típicas
- Generación de datos estadísticos de baja calidad
- Baja capacitación del personal operativo
- Grandes dificultades para conseguir el apoyo policial a las tareas de control



# DESARROLLO INNOVADOR DE UN EQUIPO PARA LA CLASIFICACIÓN DE VEHÍCULOS UTILIZANDO LAZOS INDUCTIVOS

**AUTORES:**

Enrique Spinelli - Pablo A. García - Dardo Guaraglia

## Resumen

En este trabajo se presenta el desarrollo y las pruebas de campo de un equipo para la clasificación vehicular utilizando lazos inductivos. Este proyecto se inscribe en un convenio entre la Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires (DVBA) y la Facultad de Ingeniería de la UNLP, iniciado en el año 1995. Actualmente la División Tránsito de la DVBA cuenta con clasificadores neumáticos para estudios específicos, desarrollados durante este convenio. A partir de la necesidad de contar con clasificadores de tránsito con menores costos de instalación y mantenimiento, bajo índice de vandalismo y larga vida útil, se generó este nuevo proyecto tendiente a obtener un equipo para la clasificación de vehículos utilizando lazos inductivos. La DVBA posee experiencia en este tipo de tecnología y encuentra que los lazos inductivos son muy confiables. En la actualidad existen varias instalaciones con lazos inductivos para contadores de tránsito que podrían ser fácilmente modificadas para utilizarlas con clasificadores.

Durante este proyecto se evaluaron las firmas magnéticas que el parque automotor genera sobre los lazos utilizados por la DVBA. Este estudio permitió que el nuevo desarrollo presentara algunas innovaciones respecto de los equipos comerciales disponibles, tal como la utilización de la estimación de la distancia del vehículo al pavimento como variable de clasificación. Esta innovación permite distinguir cuatro categorías: autos y pickups; Camiones; Ómnibus; y Camiones con acoplados y semi remolques.

## 2. Clasificación de vehículos mediante lazos inductivos

Para poder determinar la velocidad y el largo de los vehículos, se requieren dos espiras (A y B) de largo  $L_E$ , separadas una distancia  $L$ , tal como se muestra en la Figura 1 (a). Ante el paso de un rodado, las espiras idealmente entregan las señales indicadas en la Figura 1 (b), a partir de las cuales es posible determinar:

$T_{AB}$ : tiempo que transcurre entre la detección del vehículo en la espira A y en la B.

$T_{AA}$ : tiempo que el vehículo permanece sobre la espira A.

Midiendo estas variables, es posible determinar la velocidad  $v$  y el largo  $L_V$  del vehículo según:

$$v = \frac{L}{T_{AB}}$$

$$L_V = \frac{T_{AA}}{v} - L_E$$

De este modo se estima la velocidad y el largo de cada vehículo para su clasificación.

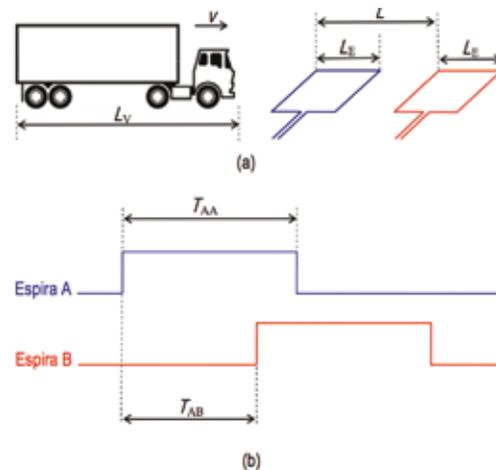


Figura 1. (a) Esquema general de instalación y (b) señales utilizadas por los clasificadores.

## 3. Primera etapa

La primera etapa del proyecto consistió en diseñar y construir un sistema para adquirir el estado de las espiras a una frecuencia que permitiese determinar  $T_{AB}$  con una resolución razonable. Considerando una separación entre espiras  $L = 4$  m, espiras de 2 m de largo ( $L_E = 2$  m) y una velocidad máxima de 150 km/h,  $T_{AB}$  resulta aproximadamente 100 ms (0.1 s). Por este motivo se adquieren 500 muestras de la frecuencia de las espiras por segundo para disponer de al menos 50 medidas de frecuencia en el tiempo  $T_{AB}$ . El objetivo de esta etapa era obtener un prototipo que posibilitara adquirir señales representativas de distintos tipos de vehículos tales como, camiones, ómnibus y automóviles, para luego estudiar distintos algoritmos de clasificación.

En la Figura 2 se observa el primer prototipo desarrollado (izquierda) y el simulador de vehículos (derecha). El prototipo fue probado en laboratorio utilizando un par de espiras pequeñas a modo de un modelo a escala y una placa metálica impulsada por un motor, que simula el paso del vehículo. Luego de un período de prueba y algunas correcciones, se obtuvieron las señales de espira presentadas en la Figura 3, que permitieron validar el correcto funcionamiento del sistema de medida.

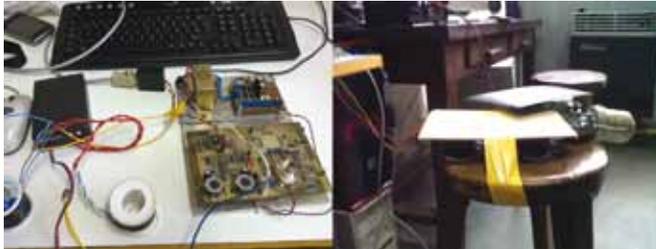


Figura 2. Primer prototipo y modelo a escala utilizado para verificar el correcto funcionamiento del mismo.

#### 4. Señales capturadas en ruta

El sistema de adquisición se conectó a las espiras instaladas por la DVBA en la Ruta Provincial 36 entre las Avenidas 44 y 60 de la ciudad de La Plata, y se tomaron diversos registros de señales representativas de distintos tipos de vehículos. El lugar elegido por la DVBA fue muy adecuado ya que presenta tránsito muy variado desde el punto de vista de la tipología de los vehículos que circulan por este tramo de la ruta. Esto permitió obtener registros magnéticos de distintos tipos de vehículos, circulando a diversas velocidades.

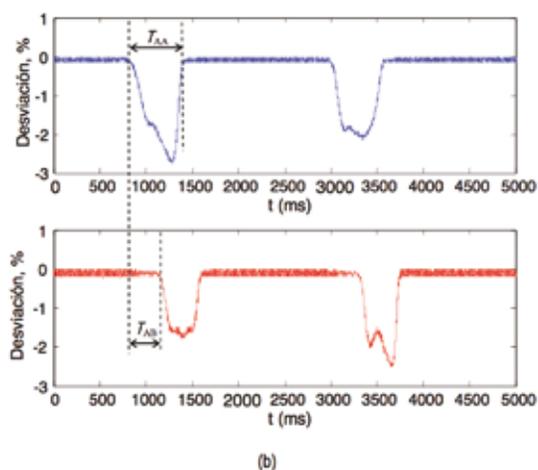


Figura 3. Señales obtenidas pasando una placa metálica sobre las espiras.



Figura 4. Instalación de espiras en la Ruta Provincial 36.

Se adquirieron 20 (veinte) registros y a partir de los mismos se graficaron las firmas magnéticas de los vehículos (Gajda et al, 2001; Pursula et al, 1989), calculadas como la desviación porcentual de las frecuencias de las espiras, resultando los gráficos que se presentan en las Figuras 4 a 8.

Se observó que cuando las frecuencias de los lazos están muy próximas (menos de 1kHz), las espiras se acoplan y generan desviaciones espurias en forma “espontánea”. Por ello, es importante separar las frecuencias de operación de los lazos en más de 1kHz.

Automóvil

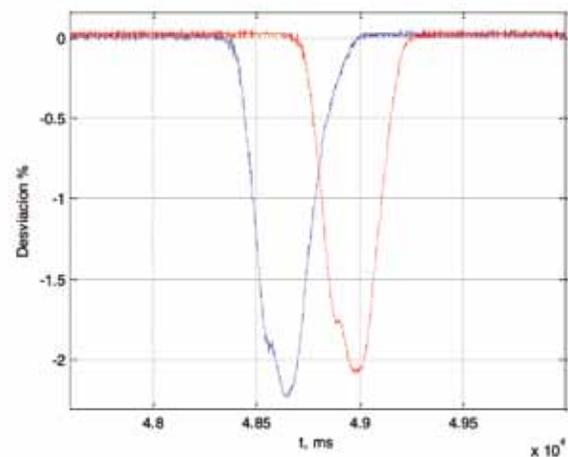


Figura 5. Firma magnética de un automóvil

Pick-up.

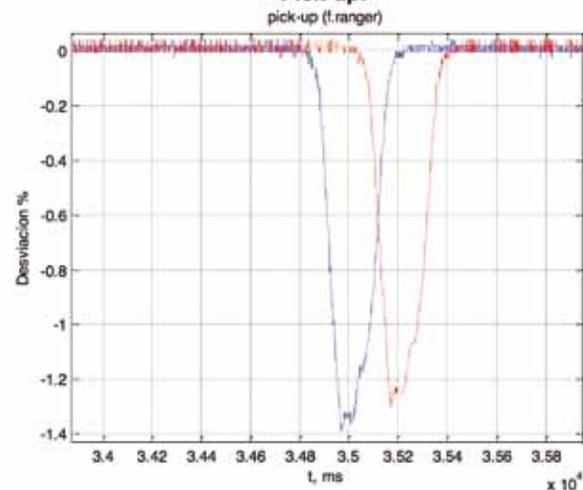


Figura 6. Firma magnética de una pick-up

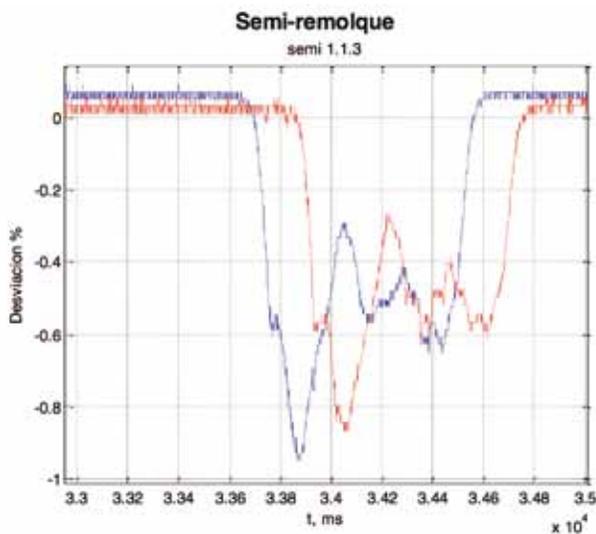


Figura 6. Firma magnética de un camión semi-remolque

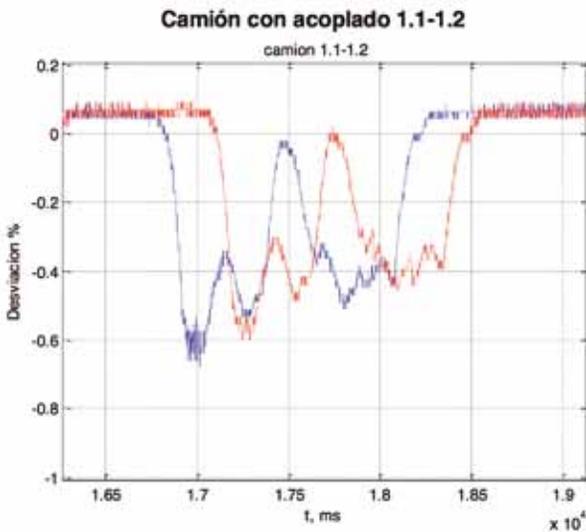


Figura 7. Firma magnética de un camión con acoplado

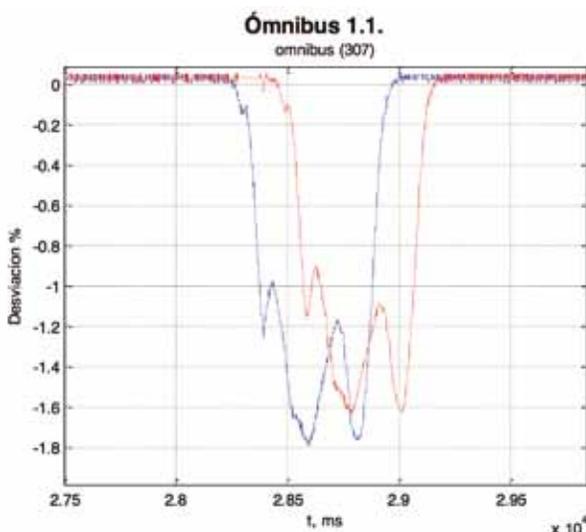


Figura 8. Firma magnética de un ómnibus

## 5. Reducción del ancho de banda

Algunos registros presentaban un nivel de ruido de alta frecuencia algo elevado, que pudo reducirse restringiendo el ancho de banda al mínimo necesario. Para ello se impuso como límite la velocidad de un automóvil de 5 m de largo que circula a  $\approx 200$  km/h; éste permanecería sobre la espira alrededor de 120 ms. Se incorporó entonces un filtro que elimina las componentes de alta frecuencia de las señales, logrando la calidad suficiente para definir la firma magnética de los vehículos. Se observa que las formas de las señales producidas por los distintos vehículos tienen características particulares que podrían ser de utilidad para su clasificación. El sistema de medida permite adquirir con una resolución razonable, firmas magnéticas de vehículos altos, como camiones cisterna que producen las menores desviaciones que son del orden de 0.5% de la frecuencia.

Con este equipamiento desarrollado en el laboratorio y probado en la ruta, se efectuaron diversos estudios estadísticos a fin de registrar distintos tipos de rodados tales como autos, camionetas, camiones, y ómnibus de corta y larga distancia. En estos ensayos se observó que, además de clasificar los vehículos por su longitud, era posible utilizar la desviación  $D$  en la frecuencia de operación de las espiras para diferenciar los vehículos que poseían similar longitud, tales como algunos ómnibus y camiones. Esto se debe a que los ómnibus poseen menor despeje (distancia del piso del vehículo al suelo) que los camiones, por lo cual producen mayores desviaciones.

La utilización de las firmas magnéticas de los vehículos para clasificación ha sido propuesta por algunos investigadores (Gajda et al, 2001; Pursula et al, 1989). Adaptando esta idea, a las limitaciones de los equipos autónomos alimentados mediante baterías, en los cuáles, tanto la energía como la capacidad de cómputo son recursos escasos, se adoptó la desviación media  $D$  como parámetro adicional de clasificación. Esta solución implica una innovación respecto de los equipos comerciales, que sólo clasifican según el largo de los vehículos. Esta ventaja potencial, se debía validar con datos experimentales. En los primeros ensayos se observó que, para que esta estrategia fuese aplicable, se requería una estimación precisa del nivel base, que corresponde al estado de las espiras sin la perturbación introducida al pasar un vehículo sobre ellas. La variabilidad en el tiempo de dicho nivel base agrega complejidad a la estimación requerida. Esto es especialmente importante porque la medición propuesta de las desviaciones para mejorar la detección, deben establecerse respecto de este nivel de referencia. Seguidamente se describe el método desarrollado para determinar este valor de referencia en tiempo real. Este método es necesario porque el nivel base presenta variaciones que pueden ser del orden de las desviaciones producidas por un vehículo.

## 6. Estimación de la Línea Base

Para la determinación de la desviación  $D$  es importante estimar correctamente el nivel base o línea base, con este propósito se desarrolló un algoritmo que estima las frecuencias de operación de las espiras cuando no hay vehículos sobre ellas. Inicialmente, el algoritmo fue probado en una simulación matemática en la cuál se utilizaron registros de archivos previamente adquiridos en el campo; luego fue implementado sobre el equipo y probado operando en tiempo real, en condiciones de laboratorio con las espiras del modelo a escala; finalmente, fue ensayado en condiciones reales de uso en la instalación realizada por la DVBA en la Ruta Provincial 36.

### 6.1 Ensayos con registros de archivo

La señal original se observa en rojo en la Figura 9. Los resultados de la aplicación del algoritmo se muestran en azul, la señal se encuentra invertida y con un valor base igual a cero.

### 6.2 Pruebas con espiras de banco:

Una vez comprobado el correcto funcionamiento del algoritmo por simulación, se elaboró una versión para ser ejecutada sobre el equipo en tiempo real, con la utilización de espiras de laboratorio. El paso del vehículo fue simulado físicamente con una placa metálica (Figura 2), resultando las señales de espira que se muestran en la Figura 10. Como puede observarse en esta figura, el nivel base es cero. La gráfica en verde corresponde a la primera espira alcanzada por el vehículo y la azul a la segunda espira.

### Pruebas de campo

El algoritmo fue finalmente probado en la instalación de la Ruta Provincial 36. Se registraron las señales de ambas espiras procesadas por el equipo, en tiempo real, con el filtro suavizador y el restaurador de línea base. El objetivo de esta etapa era disponer de una colección de firmas magnéticas que permitieran delinear las estrategias de detección y clasificación. Para estos ensayos se desarrolló un programa en alto nivel, que permite visualizar en campo, las firmas magnéticas registradas por el equipo. Seis de estos registros se muestran en la Figura 11.

A partir de estas pruebas de campo se concluyó que disponía de un sistema de medida que permitía adquirir una considerable colección de firmas magnéticas correspondientes a distintos tipos de vehículos. Se observó que, en líneas generales, el sistema de medida con sus algoritmos de suavizado y estimación de línea base opera correctamente en tiempo real. Las señales obtenidas son suficientemente suaves para las determinación de tiempos de tránsito y el nivel base es correctamente restaurado a cero.

A partir del análisis visual de los registros obtenidos se puede realizar las siguientes observaciones:

Los automóviles producen desviaciones del orden del 1% y superiores.

Los camiones producen desviaciones de alrededor del 0.3% y los ómnibus de más 0.8%.

Como conclusión de estas pruebas, se estima posible utilizar la desviación  $D$  de las espiras, que es un indicador del despeje del vehículo al suelo, como una variable a incluir en el proceso de clasificación.

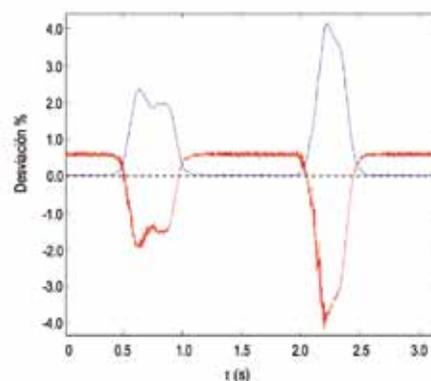


Figura 9. Primera prueba del restaurador de línea base.

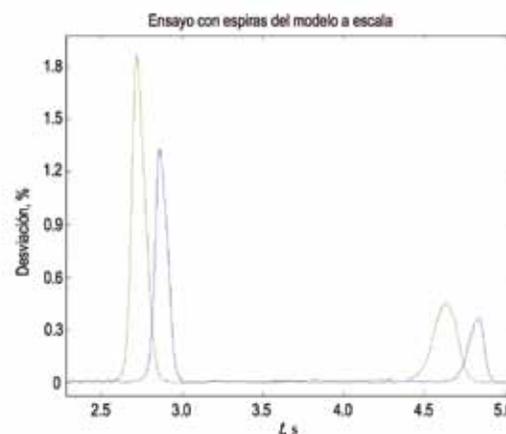
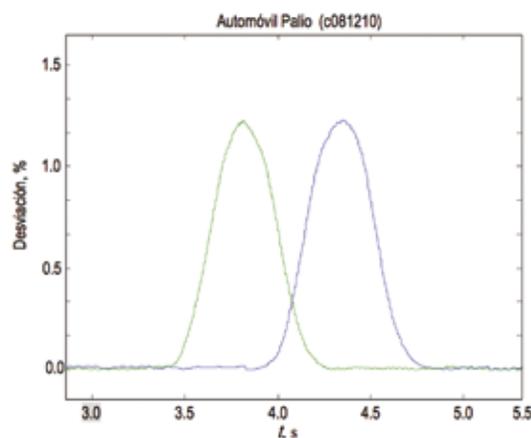


Figura 10. Prueba del restaurador de línea base con las espiras reales del modelo a escala



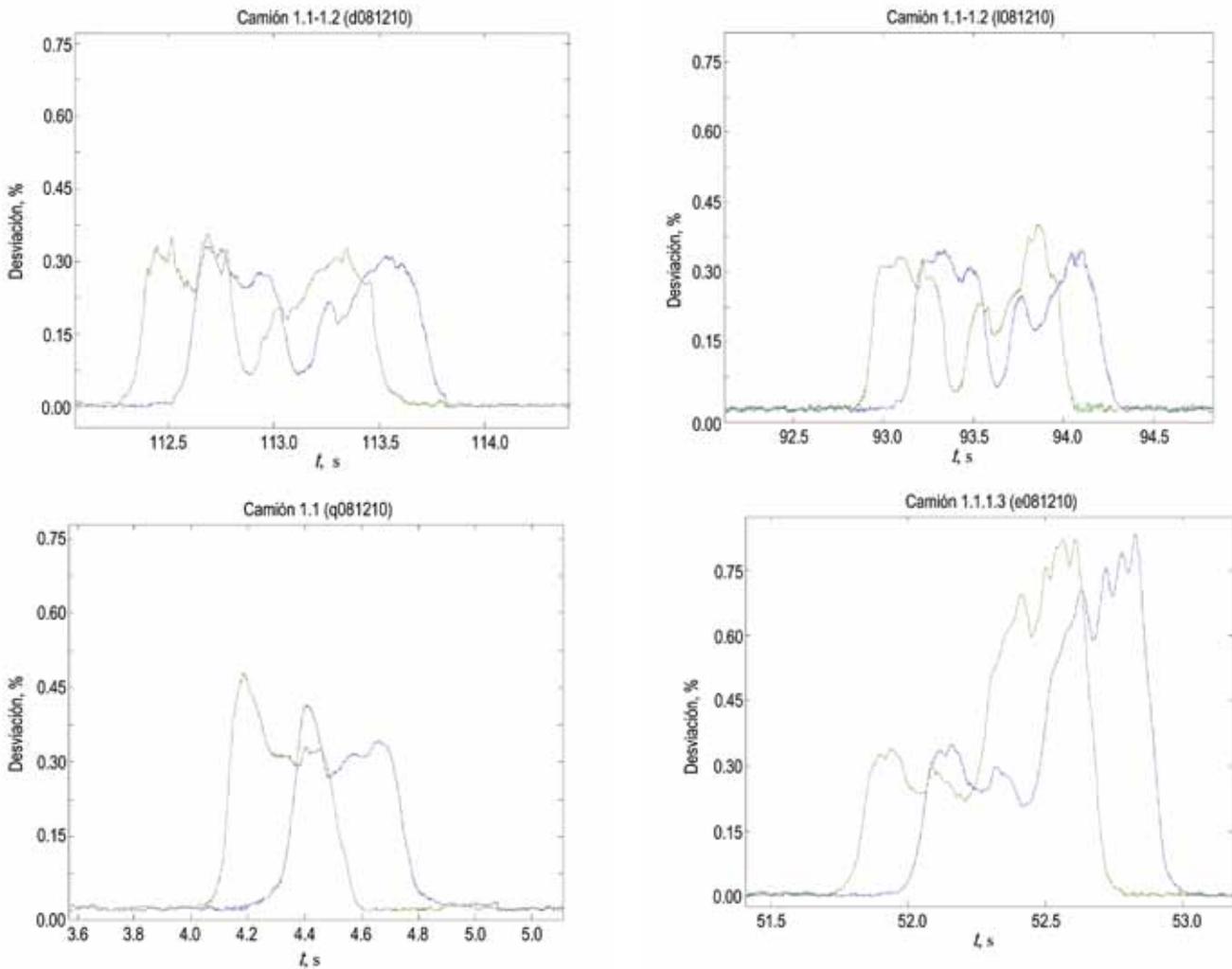


Figura 11. Registro en campo de vehículos varios.

## 7. Estimación de $T_{AB}$

El principio de funcionamiento, descrito al inicio requiere dos espiras (A y B) de largo  $L_e$ , separadas una distancia  $L$ , a partir de cuyas señales es posible determinar  $T_{AB}$  y  $T_{AA}$ . Mediante estas variables, se obtienen la velocidad  $v$  y el largo  $L_v$  del vehículo.

Las señales utilizadas al inicio del trabajo para explicar el principio de funcionamiento son “ideales” y permiten establecer con precisión los tiempos  $T_{AB}$  y  $T_{AA}$ , pero las señales reales no presentan cambios tan abruptos y requieren ser procesadas para determinar estos tiempos. El caso típico de un automóvil (Ford fiesta) se muestra en la Figura 12. Esta señal fue obtenida en la estación experimental sin incluir los procesos de suavizado y restauración de línea base.

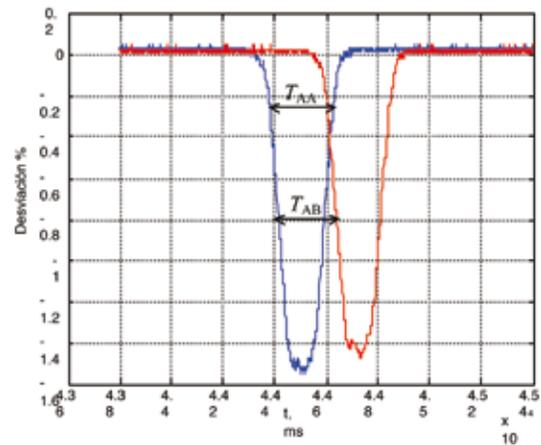


Figura 12. Señales registradas al el paso de un automóvil

Como puede observarse en la Figura 12, la señal de la segunda espira (“aguas abajo”) es una versión desplazada en  $T_{AB}$  de la correspondiente a la primera espira. Existen diversos métodos para determinar  $T_{AB}$ . Uno de los métodos más precisos y con mejor comportamiento respecto del ruido, consiste en utilizar la función de correlación cruzada  $R_{AB}$  entre las señales de las espiras. Esta función presenta su máximo exactamente en  $T_{AB}$ , permitiendo determinar con claridad este período de tiempo (Schwartz, 1975). En la Figura 13 se muestra la  $R_{AB}$  calculada para el vehículo registrado en la Figura 12. Su máximo se produce para  $t=0.221$  s, que corresponde a una velocidad de 65Km/h. La función de correlación  $R_{AB}$  es un excelente método para determinar el tiempo de tránsito  $T_{AB}$  pero tiene un alto costo computacional y no es apropiado para un equipo autónomo con restricciones en su consumo de energía. Por este motivo, se adoptó este método como referencia para evaluar las estimaciones de  $T_{AB}$  obtenidas con otro método más simple de implementar, basado en la determinación de los instantes en que las señales superan un determinado umbral. Estos instantes se indican con círculos en la Figura 14.

### 8. Medición de $T_{AB}$ por comparación con un umbral

El valor umbral de comparación debe ser suficientemente alto, para no detectar “falsos inicios de vehículos” debido a ruido en las señales, pero relativamente bajo para detectar las pequeñas desviaciones producidas por vehículos altos como camiones cisterna. Observando la colección de firmas magnéticas adquiridas en campo, puede concluirse que un valor umbral entre 0.1% y 0.2% es razonable. Se adoptó 0.3% como umbral con la idea de comprobar en los experimentos de campo si este valor opera correctamente para la variedad de vehículos encontrados en las rutas bonaerenses. En estas condiciones, aplicando el método de comparación al registro de la Figura 12 resultó  $T_{AB} = 220.7$  ms; un valor muy próximo al obtenido mediante la función de correlación cruzada  $R_{AB}$  (221.0 ms).

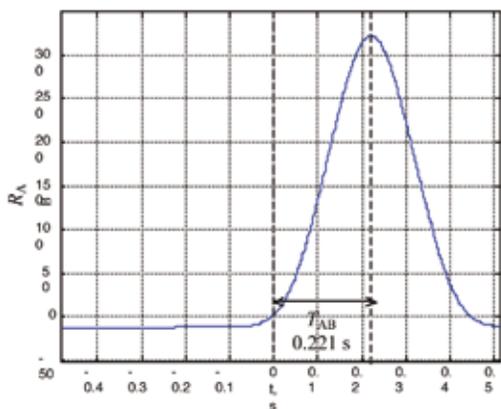


Figura 13. Función de correlación cruzada entre las señales de las espiras. El máximo de esta función se produce para  $T_{AB}$ .

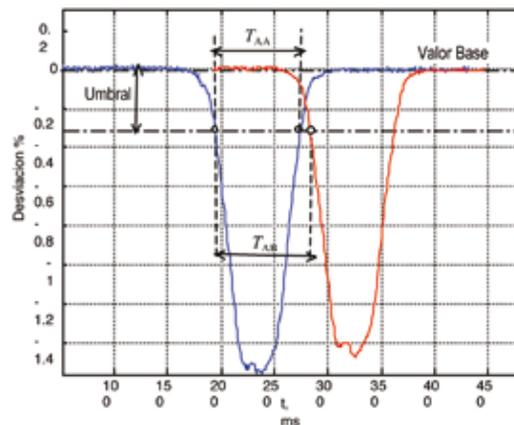


Figura 14. Medición de  $T_{AB}$  comparando las señales captadas por las espiras frente a un umbral.

El método de comparación de la señal con un umbral es simple de implementar, pero tiene al menos dos puntos débiles: el valor umbral debe definirse a partir del valor base que adopta la espira en la condición “sin vehículo” y deben evitarse variaciones bruscas de la señal que, no estando relacionadas con la firma magnética del vehículo, produzcan disparos no validos. Estos inconvenientes se solucionaron con el filtro suavizador y el algoritmo restaurador de línea base presentados previamente.

### 9. Clasificación supervisada

Seguidamente se analizan las posibilidades que proporciona la medición de la desviación  $D$  de las frecuencias al incluirla como parámetro de clasificación, para ello se utilizaron los datos experimentales tomados en la estación instalada en la Ruta Provincial 36. Se tomaron registros de tránsito durante dos días categorizando individualmente un total de 485 vehículos. En el gráfico de la Figura 15 se volcaron el largo y la desviación  $D$ , para cada uno de los rodados. Se observa que incorporando el parámetro  $D$  es posible distinguir entre camiones y ómnibus de igual largo con lo cuál se podrían clasificar las siguientes categorías: (1) autos, pickups y vans, (2) camiones, (3) camiones c/acoplado y semi-remolques y (4) ómnibus. La categoría cero (0) se reserva para los vehículos no clasificados.

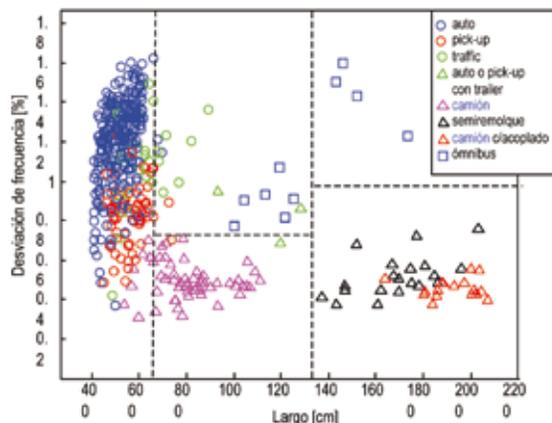


Figura 15. Gráfico de dispersión de vehículos según su largo y desviación  $D$ , identificando los distintos tipos de rodados.

## 10. Clasificación no-supervisada

Una vez identificadas las categorías factibles de ser clasificadas se procedió a modificar el equipo para que pudiera adquirir en forma autónoma por largos períodos. Así, se adquirieron registros de tránsito durante 30 días. Los datos que se analizan a continuación corresponden a registros obtenidos durante los días 13/09/11 al 24/09/11. En ese período fueron registrados un total de 77035 vehículos, de los cuales sólo el 2.2% no pudo ser clasificado. Este porcentaje de vehículos no clasificados es razonable y está por debajo del 5% usualmente aceptado en clasificadores de tránsito con barras piezoeléctricas. En la Figura 16 se muestra un gráfico de dispersión obtenido a partir de los datos antes descriptos donde pueden apreciarse las distintas categorías. Para mayor claridad se asignan distintos colores según la densidad de vehículos.

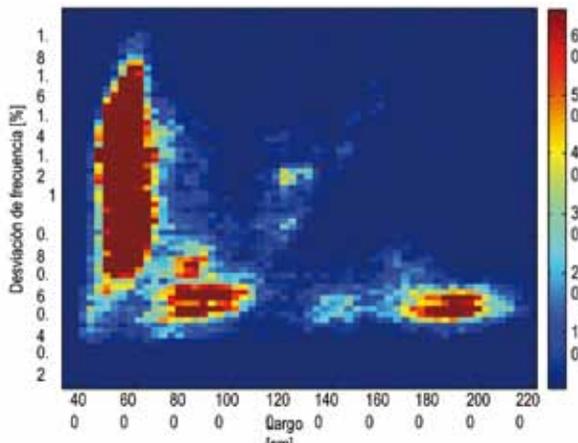


Figura 16. Gráfico de densidad de vehículos según su largo y desviación D correspondiente a 10 días de almacenamiento. Se observan claramente las distintas categorías.

Como puede observarse en la Figura 16 es posible identificar claramente al menos 4 categorías que pueden individualizarse a partir del ensayo con clasificación supervisada de la Figura 15. El proceso de clasificación implica definir los límites que establecen las regiones para las distintas categorías; por ejemplo mediante las rectas horizontales/verticales de la Figura 17. Esta estrategia corresponde a un esquema simple de clasificación, pero sin demasiada complejidad adicional pueden definirse regiones limitadas por rectas arbitrarias como aquellas que se proponen en la Figura 18, o incluso por curvas.

Es importante hacer notar que es posible visualizar distintos grupos a partir de los gráficos de densidad. Es decir, más allá de diferencias de calibración que pudieran existir entre distintos equipos o estaciones de medida, las zonas correspondientes a cada grupo pueden obtenerse a partir de las mismas medidas. Luego, gracias al trabajo de clasificación supervisada que se resume en la Figura 15, es posible saber a que tipo de vehículo corresponde cada grupo.

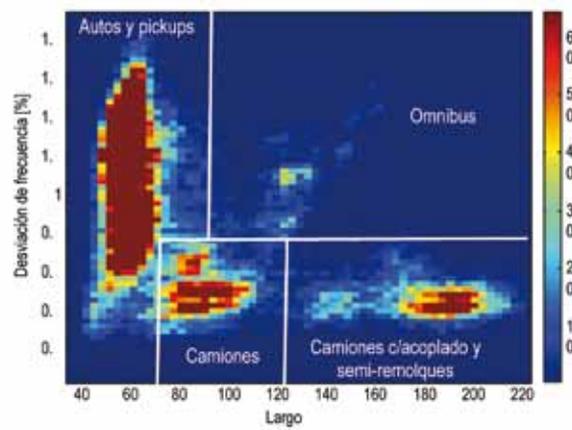


Figura 17. Gráfico de densidad de vehículos según su largo y desviación D. Se indican las regiones propuestas para cada categoría

## 11. Análisis de la información registrada por el equipo

El equipo desarrollado almacena información detallada de cada vehículo: hora, minuto, segundo (HH:MM:SS), vía (V), velocidad (Vel), largo (Larg) y una indicación de su distancia al piso (D). A continuación se muestra un segmento de un registro típico.

Equipo: CLASIFICADOR\_ESPIRAS\_01  
 Operador: Pablo A. García  
 Lugar: Ruta 36  
 Sentido VIA: hacia Verónica  
 Fecha Inicio: 19/08/11 10:00:00

HH:MM:SS	V	Vel	Larg	Desv
10: 00: 00	1	078	1242	0.76
10: 00: 09	1	055	0613	1.29
10: 00: 13	2	068	0569	1.35
10: 00: 24	2	108	0570	0.79
10: 01: 07	1	053	0585	1.30
10: 01: 42	1	050	1887	0.52
10: 01: 46	1	056	0676	0.72
10: 01: 52	1	070	0502	0.70
10: 01: 59	1	065	0690	0.39
10: 02: 04	1	058	0981	0.50

La información registrada genera archivos de tamaño considerable pero permite realizar diversos análisis de tránsito. Por ejemplo, en la Figura 19 se muestra la distribución general de velocidades y en la Figura 20 de longitudes.

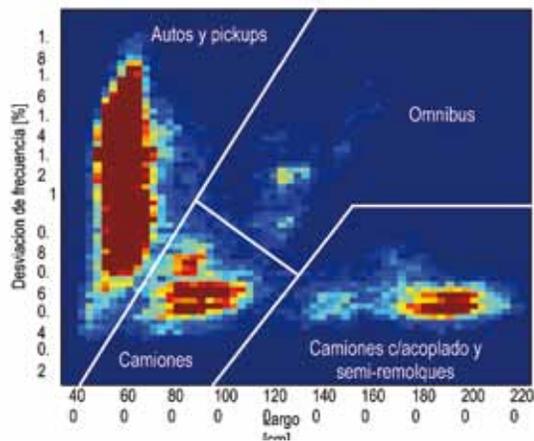


Figura 18. Gráfico de densidad de vehículos según su largo y desviación D. Se indican las regiones propuestas para cada categoría

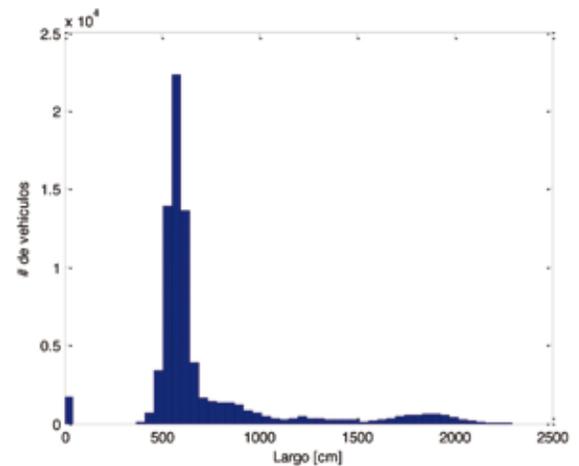


Figura 20. Distribución del largo de los vehículos.

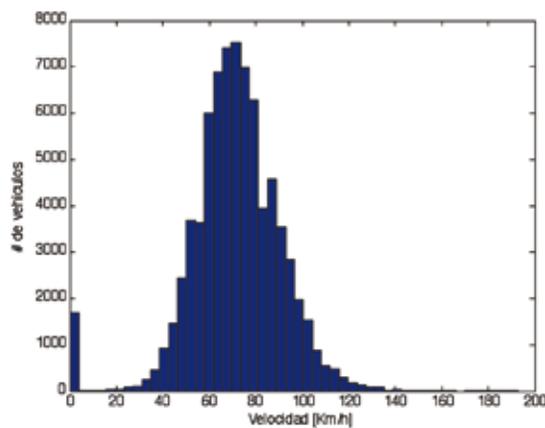


Figura 19. Distribución de velocidades.

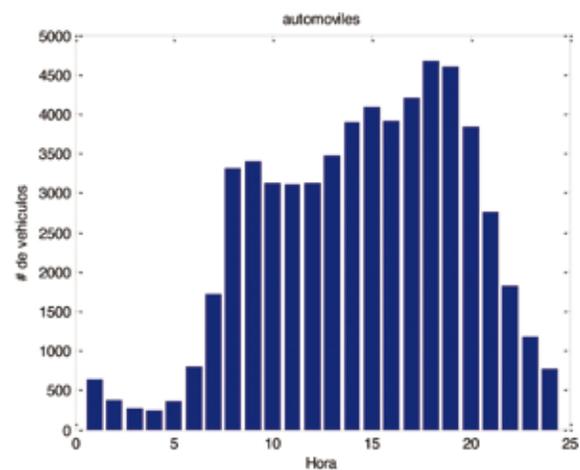


Figura 21 (a) Totales de automóviles por hora.

**Totales horarios por categoría**

También es posible obtener, como es usual, los totales horarios por cada categoría. A continuación (Figura 21) se muestran los totales por hora (se sumaron todos los días) para las distintas categorías.

**12. Conclusiones**

Se ha desarrollado un equipo para clasificar vehículos utilizando lazos inductivos, cuyas pruebas de campo demuestran una baja tasa de error. Este equipo permite distinguir cuatro categorías, Autos y pickups, Camiones, Ómnibus, y Camiones con acoplados y semi remolques.

El registro de la desviación que cada vehículo produce sobre la frecuencia de operación de la espira, ha permitido plantear una nueva estrategia de clasificación con prestaciones que superan a las de las técnicas convencionales, que se basan exclusivamente en el largo de los vehículos.

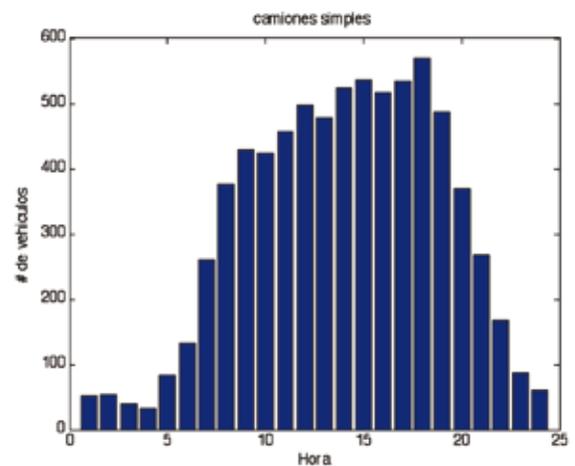


Figura 21. (b) Totales de camiones 1.1 por hora.

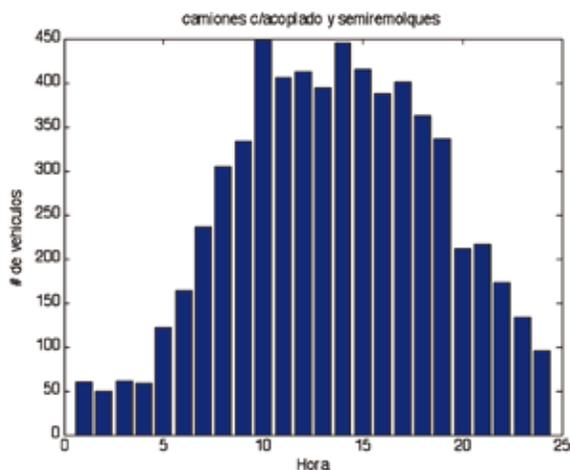


Figura 21.(c) Totales de camiones con acoplado y semi-remolques por hora.

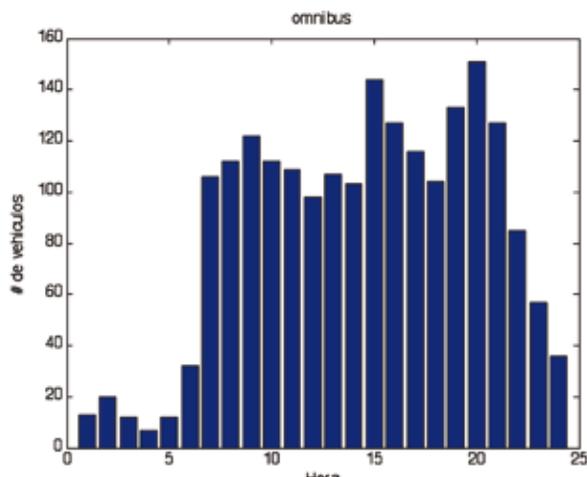


Figura 21. (d) Totales de ómnibus por hora.

Estos nuevos clasificadores con lazos inductivos permitirán a la DVBA clasificar el tránsito con sensores confiables, de larga vida útil, baja exposición al vandalismo, bajo costo y escaso mantenimiento. A partir de este desarrollo las 18 Estaciones Permanentes de Medición de Tránsito, que solamente registran volúmenes de tránsito, podrán incorporar la clasificación vehicular. La clasificación es importante para: el diseño estructural de pavimentos, las políticas de conservación, el diseño geométrico, las políticas de control de carga y los estudios de sistemas de transporte intermodal, entre otros.

El equipo desarrollado almacena una gran cantidad de información sin procesar. Esto genera archivos de tamaño considerable (decenas de MB), pero permite conservar los datos para futuros estudios y experimentar otros tipos de procesamientos que se adapten mejor a los caminos de nuestra región.

El desarrollo tecnológico logrado, permite satisfacer una necesidad de la División Tránsito de la DVBA, y ofrece la mejor alternativa para optimizar la asignación de los recursos económicos y de personal.

## Referencias

- Gajda J, Ryszard S, Stencel M, Wajda A and Zeglen, 2001, "A Vehicle classification Based on Inductive Loop Detectors," Proceedings of the 18th IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference IMTC 2001. Budapest, 2001. ISBN: 0-7803-6646-8.
- Pursula M and Kosonen I (1989), Microprocesor and PC-based vehicule classification equipment using induction loops. Second International Conference on Road Traffic Monitoring, London, 1989. ISBN: 0-85296-373-4.
- Schwartz M. and Shaw L, 1975, "Signal Processing," McGraw Hill, ISBN 0070556628.

# CAMINOS DEL RÍO URUGUAY

S.A. DE CONSTRUCCIONES Y CONCESIONES VIALES



Caminos del Río Uruguay

## Autopista Mesopotámica

Rutas Nacionales N° 12 y 14 .

Financió y Construyó las Autovías:

Brazo Largo-Ceibas y Panamericana-Zárate

Visite nuestra página en la Web: [www.caminosriouruguay.com.ar](http://www.caminosriouruguay.com.ar)

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



## CLEANOSOL ARGENTINA

*desde 1966 Haciendo Caminos más Seguros*



### DEMARCAACION HORIZONTAL

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

### SEÑALIZACION VERTICAL

FABRICANTE HOMOLOGADO  
DE SEÑALES **KM**

### CONSERVACION VIAL

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

Mendoza 1674 / Avellaneda / Tel.: 011 - 4135-7200 / [ventas@cleanosol.com.ar](mailto:ventas@cleanosol.com.ar)

# PROBLEMÁTICAS DE LOS PASOS A NIVEL DEL AMBA DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL TRÁNSITO VIAL Y DEL TRANSPORTE PÚBLICO FERROVIARIO. PROPUESTAS DE SOLUCIÓN EN EL CORTO Y MEDIANO PLAZO

## AUTOR:

Ing. Guillermo Eduardo Yampolsky

## Resumen

En los últimos años los modos de transporte público han perdido participación. En compensación, el automóvil particular ha ido ganando espacio en la movilidad del Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA). Mientras que en 1970 representaba solo el 15% de los viajes, en los últimos años ha crecido hasta llegar al 40%. En el otro extremo, el transporte público compuesto por ferrocarril, subte y colectivos, bajó del 67% al 44% de la partición modal.

Para revertir esta tendencia, es necesario potenciar el sistema de transporte público y desincentivar el uso (abuso) del automóvil particular, en especial los viajes hogar-trabajo. Para lograr mejorar el transporte público, es común plantear algunas medidas clásicas, como mejorar frecuencias, calidad del servicio y material rodante tanto del ferrocarril como del subte, extender o ampliar la red de subtes, y disminuir los tiempos de viajes de los colectivos.

Particularizando en el caso del ferrocarril, para lograr el objetivo, en aquellas líneas de alta demanda, es necesario e imprescindible mejorar y modernizar el sistema de accionamiento de las barreras, ya que su actual funcionamiento de no mediar acciones que lo contrarresten, constituirá en el futuro cercano una limitante del número de trenes a correr, afectando al transporte público del AMBA y, paradójicamente en mayor medida a los usuarios del ferrocarril metropolitano. Éste no podrá mejorar sus servicios en determinados ramales de alta frecuencia en horas pico por la fuerte limitación que imponen los tiempos de cierre de barreras de los PAN, obligando a sus pasajeros a derivarse a otros modos públicos o al vehículo particular. Esto continuará afectando los tiempos de viaje de los usuarios de la red vial por las demoras que sufren en los PAN cada vez que son detenidos por una barrera baja.

El presente trabajo describirá cómo el sistema de barreras afecta a los usuarios de la red vial, a los usuarios del transporte público en general, y más específicamente a los de los trenes metropolitanos. En consecuencia de ello, intentará responder a la pregunta de si es necesario eliminar este tipo de intersección urbana entre el ferrocarril y la red vial?, identificará las obras necesarias para diferenciar el nivel en aquellos ramales de intenso tráfico ferroviario, permitiendo aumentar

la oferta del sistema y realizará propuestas de mejoras del sistema de barreras que indefectiblemente permanecerán en la red ferroviaria en las próximas décadas.

## 1. Introducción

En el Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA), durante los últimos 20 años el número de viajes en vehículo particular ha aumentado y lo seguirá haciendo si no se toman medidas para fomentar el transporte público de pasajeros que permitan frenar esta tendencia, que no solo se da en el AMBA, lo mismo ocurre en otras ciudades de la Argentina y del mundo. Pareciera ser que el automóvil es la única solución a la movilidad urbana de las grandes ciudades. Todos los que trabajamos en áreas de planificación y en proyectos de ingeniería de transporte y tránsito, sabemos que no es así.

Para analizar lo que ha ido ocurriendo en las últimas décadas, el cuadro siguiente resume la partición modal (%) en 3 escenarios históricos y presenta una estimación realizada para el año 2008.

Modo	1970		1992		1997		2008
Ferrocarril	7,0		4,7		6,1		5,3
Colectivo	54,3	66,7	46,4	53,5	33,5	42,5	35,2
Subterráneo	5,4		2,4		2,9		3,5
Automóvil	15,4		27,3		36,6		39,5
Taxis	6,8	33,3	7,7	46,4	7,9	57,5	3,5
Motos y Bicicletas	3,0		3,4		4,4		
A Pie	8,1		8,0		8,6		

Fuente: Estudio de Transporte y Circulación Urbana. Plan Urbano Ambiental. Años 1970, 1992, y 1997. Fuente: Año 2008 Elaboración Propia en base al Estudio Estratégico Preliminar Accesos a la Región Metropolitana de Buenos Aires. El Transporte Ferroviario y los Subterráneos. Academia Nacional de Ingeniería. Octubre 2011.

Mientras que en 1970 el automóvil representaba solo el 15,4% de los viajes, en los últimos años ha crecido hasta llegar al 39,5%. En el otro extremo, el transporte público compuesto por ferrocarril, subte y colectivos, bajó del 66,7% al 44% de la partición modal. En resumen, los modos de transporte público han perdido participación y su lugar fue ocupado por el automóvil particular que, de esta forma, ha ido ganando espacio en la movilidad del AMBA.

Analizando solo el transporte ferroviario metropolitano y la participación de cada línea ferroviaria, el siguiente cuadro es por demás elocuente. En 2010 ninguna de las líneas transportó más pasajeros que en su máximo histórico, que en algunas de las líneas se produjo hace 4 décadas. Salvo el ferrocarril Belgrano Norte y el San Martín, el resto de las líneas transportaron más pasajeros en 2000 que 10 años después.

Línea	Cantidad de pasajeros año 2000	Cantidad de pasajeros en año 2010	Máximo alcanzado y Año	Relación entre 2010 y el máximo
Mitre	81.731.509	60.705.609	89.578.000 1971	67,8%
Sarmiento	111.518.129	100.121.793	124.429.000 1975	80,5%
Urquiza	25.115.427	22.495.408	28.307.109 2004	79,5%
Belgrano Norte	36.552.511	42.676.093	45.830.200 2008	93,1%
San Martín	49.591.786	49.955.545	51.016.000 1980	97,9%
Belgrano Sur	16.343.350	12.780.576	16.343.350 2000	78,1%
Roca	155.041.358	130.819.414	155.344.676 1999	84,2%
	475.894.070	419.534.438	510.848.335	82,1%

Comparación de los pasajeros en 2000, 2010 y en el año del máximo registrado Fuente: Estudio Estratégico Preliminar Accesos a la Región Metropolitana de Buenos Aires. El Transporte Ferroviario y los Subterráneos. Academia Nacional de Ingeniería. Octubre 2011.

El ferrocarril pierde participación en los viajes que se realizan en el AMBA. Como se apuntara previamente, parte de estos pasan al automóvil particular. Ante la congestión que se vive actualmente en el AMBA, que afecta los tiempos de viajes de todos los usuarios de la red vial, ya sean de automóvil como de transporte público, se deben plantear las soluciones al caso.

El presente trabajo analizará las posibles soluciones para fomentar el transporte público de pasajeros y desincentivar el uso del automóvil particular. Particularizando en el transporte ferroviario metropolitano, se analizará cómo es posible mejorar su servicio y analizará uno de sus cuellos de botella, el sistema de barreras. Se describirá cómo afecta a los usuarios de la red vial, a los usuarios del transporte público en general, y más específicamente a los de los trenes metropolitanos.

## 2. Área Metropolitana de Buenos Aires

El Área Metropolitana de Buenos Aires está conformada por la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y los 42 partidos que la limitan. Mientras que en la Ciudad el número de habitantes es constante desde hace cinco décadas, del orden de los tres millones, en el AMBA ha ido creciendo hasta alcanzar los 15 millones. La población se ubica en la periferia alejada de los centros de empleo aumentando la longitud y tiempo de sus viajes.

### 2.1 La mancha urbana y el ferrocarril

Desde los comienzos del poblamiento de Buenos Aires, la mancha urbana ha ido creciendo hasta la actual que se extiende casi 80 kilómetros del centro de la ciudad.

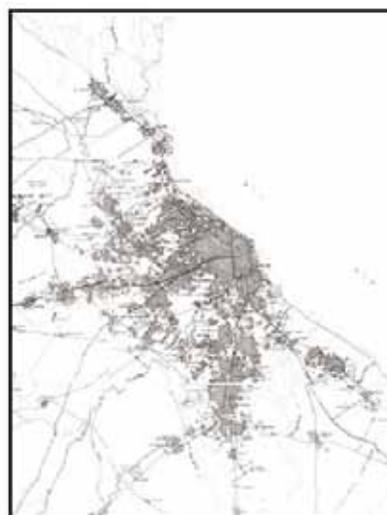
En 1896 la mancha urbana se extendía hasta los límites de lo que hoy se conoce como Palermo, Caballito y Barracas al Sur, cuando el ferrocarril planificaba que su tendido corra en desnivel. Fuera de esos límites, el territorio estaba colonizado por campos, zonas de quintas, y otros poblados "alejados", cuya topografía llana derivó en que la mayor parte del trazado ferroviario se efectuara a nivel.



**Mancha urbana en 1896**

Fuente: [http://www.atlasdebuenosaires.gov.ar/aaba/index.php?option=com\\_content&task=view&id=27&Itemid=23&lang=es](http://www.atlasdebuenosaires.gov.ar/aaba/index.php?option=com_content&task=view&id=27&Itemid=23&lang=es)

El crecimiento poblacional, el auge del ferrocarril como motor de la colonización de otras tierras, llevó a que la población se ubicara en los territorios fuera de los límites anteriormente nombrados. A comienzos del Siglo XX se construye la trinchera del Ferrocarril Sarmiento y los viaductos de los Ferrocarriles Mitre, San Martín y Roca. Es importante destacar que en ese entonces en lo que se podría denominar el área urbana de Buenos Aires, prácticamente no existían pasos a nivel (PAN), era mínimo el tránsito automotor y el ferrocarril corría a desnivel. La siguiente imagen muestra la mancha urbana en el año 1916.



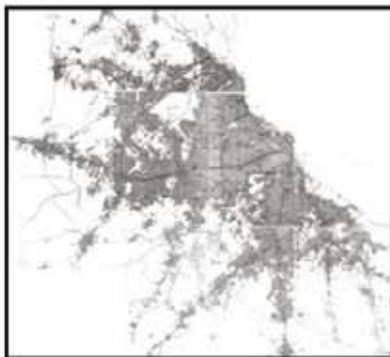
**Mancha urbana en 1916**

Fuente: [http://www.atlasdebuenosaires.gov.ar/aaba/index.php?option=com\\_content&task=view&id=27&Itemid=23&lang=es](http://www.atlasdebuenosaires.gov.ar/aaba/index.php?option=com_content&task=view&id=27&Itemid=23&lang=es)

El ferrocarril no acompañó este crecimiento de la mancha urbana con obras de eliminación de los pasos a nivel en los terrenos antes ocupados por campos o quintas. Empiezan a aparecer los primeros pasos a nivel en área urbana.

Aquí aparece una primera paradoja. El ferrocarril fue el motor del crecimiento de la mancha urbana, permitió ocupar terrenos lejanos, que sin su ayuda en aquel momento no podrían haber sido colonizados. Pero a medida que esa mancha urbana pobló las tierras a ambos márgenes del tendido ferroviario creando nuevas localidades y ciudades, estas quedaron divididas y físicamente separadas por el ferrocarril. Integrar ambos lados, es hasta la fecha uno de los desafíos de más difícil solución e implementación por los equipos de planificadores urbanos e ingenieros de tránsito de los municipios involucrados.

Ahora bien, en estas últimas décadas, la mancha urbana fue creciendo llegando a límites que superan los 70-80 kilómetros del centro de la ciudad de Buenos Aires. La tendencia de construcción de barrios cerrados o countrys en la periferia será una constante en los próximos años. La problemática de la barrera urbana que representa el tendido ferroviario a nivel se potenciará. La siguiente imagen muestra la mancha urbana en la actualidad.



**Mancha urbana actual |**  
Fuente: [http://www.atlasdebuenosaires.gov.ar/aaba/index.php?option=com\\_content&task=view&id=27&Itemid=23&lang=es](http://www.atlasdebuenosaires.gov.ar/aaba/index.php?option=com_content&task=view&id=27&Itemid=23&lang=es)

Según la bibliografía tradicional, estos son ejemplos de la planificación no sustentable. Las redes viales, de transporte ferroviario y público, requieren de largas extensiones para dar servicio a áreas poco densas y alejadas. El automóvil particular aparece como la solución. Todos sabemos que es parte del problema o el problema mismo.

Aquí aparece una segunda paradoja. Como se dijera anteriormente, el ferrocarril ha sido el desarrollador del poblamiento del AMBA, generando ciudades a ambos lados de su tendido. La construcción de cruces a nivel fue necesaria para dar comunicación a los vecinos de ambas márgenes, y aquí nació uno de los grandes problemas del sistema ferroviario, sus barreras y pasos a nivel. Como veremos más adelante, la presencia de los PAN y sus barreras limitan la capacidad del sistema ferroviario.

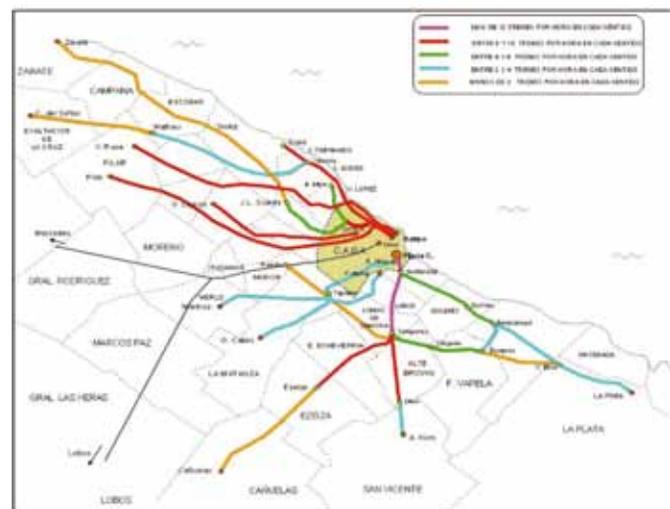
## 2.2. El sistema Ferroviario del AMBA

Los ferrocarriles que sirven al Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA) tienen un desarrollo de 833 kilómetros, conformados por 7 redes y 5 terminales ubicadas en la Ciudad de Buenos Aires y 250 estaciones ubicadas tanto en la Ciudad como en el resto del AMBA.

La oferta de servicios ferroviarios es muy variada en todos los ramales de la red. En el siguiente cuadro se presentan los sectores ferroviarios con mayor número de servicios en días hábiles, en ambos sentidos, durante el año 2000 y 2007 fueron:

Línea	Ramal/Sector	Servicios 2000	Servicios 2007
Roca	Avellaneda – Temperley	540	614
Sarmiento	Once-Castelar	294-310	300
Mitre	Hasta Coghlan	276	288
Urquiza	Unico	236	168
Roca	Temperley-Glew	229-193	304
Mitre	Mitre a Tigre	220	206
Mitre	Villa Ballester-J. L. Suarez	209	180
Roca	Vía Quilmes	207	186
San Martín	Unico	188	194
Belgrano Sur	Est. Buenos Aires - Tapiales	195	136
Roca	Temperley-Ezeiza	185	208
Belgrano Norte	Unico	172	194

La imagen siguiente clasifica el número de trenes por hora en cada sentido para cada sector de la red.



Fuente: Estudio de Mejoras del Sistema de Barreras de los Pasos a Nivel en el Área Metropolitana de Buenos Aires. PTUBA 2007.

De la información anterior surge que el tramo de mayor servicio es el del ferrocarril Roca entre Plaza Constitución y Temperley, y luego sus bifurcaciones a Glew y a Ezeiza. El Sarmiento y el tramo del Mitre hasta empalme Coghlan, y el ramal a Tigre, son los que siguen en la lista.

Analizando la red ferroviaria del AMBA y su historia, como ya se comentó, se observa que su trazado original garantizaba que las vías eludieran el área central de la Ciudad de Buenos Aires, por lo que se construyó en los comienzos del Siglo XX la trinchera del Sarmiento hasta Caballito y los viaductos del Ferrocarril Mitre y San Martín (hasta Palermo), del Roca (hasta estación Avellaneda), que luego se complementó con el viaducto Sarandí (1953).

En el AMBA existen más de 650 Pasos a Nivel (PAN) y 868 cruces a distinto nivel, lo que da un promedio de un cruce por kilómetro. Obviamente, la mayor densidad de cruces se da en la Ciudad de Buenos Aires, y en el Gran Buenos Aires, siendo poco densos en los municipios que integran la tercera corona. De los cerca de 200 pasos viales a desnivel construidos en el Área Metropolitana más del 60% pertenecen al tramo en viaducto del ferrocarril, y a la red de autopistas de la Región. El restante 40% de los cruces a desnivel dan conectividad a las áreas divididas por las vías férreas, y que representan menos del 15% del total de los pasos a nivel de la Región.



Fuente: Estudio de Mejoras del Sistema de Barreras de los Pasos a Nivel en el Área Metropolitana de Buenos Aires. PTUBA 2007.

### 2.3 Problemática del sistema de transporte público

Como se ha comentado en la introducción, el transporte público y en particular el ferrocarril ha ido perdiendo a lo largo de las últimas décadas, participación en los viajes que se realizan en el AMBA. Como se apuntara previamente, parte de estos han pasado y lo siguen haciendo, al automóvil particular. Ante la congestión que se vive actualmente en el AMBA, que afecta los tiempos de viajes de todos los usuarios de la red vial, ya sean de automóvil como de transporte público, se deben plantear las soluciones al caso.

Estas son básicamente dos, y deben llevarse a cabo de manera conjunta. Se debe desincentivar el uso del automóvil particular y potenciar el transporte público de pasajeros, o cambiando el orden, potenciar el transporte público de pasajeros para desincentivar el uso del automóvil particular. Si bien las dos parecen iguales, la segunda es la que suena más lógica. Primero mejorar el sistema de transporte público para inducir el traspaso desde el automóvil a los modos públicos.

Algunas medidas para lograrlo serían las siguientes:

- Potenciar el Transporte Público de Pasajeros:
  - Ferrocarril:
    - Mejora de las frecuencias
    - Calidad del servicio
    - Material rodante
  - Subterráneo:
    - Mejora de las frecuencias
    - Calidad del servicio
    - Material rodante
    - Ampliación de la red de subtes.
  - Colectivos:
    - Mejora de la velocidad comercial
    - Tiempos de viaje.
    - Calidad del servicio
- Desincentivar el transporte privado e individual.
  - Playas de disuasión en conexión con las redes de transporte público

### 2.4. Problemática del sistema de transporte ferroviario. los pasos a nivel y las barreras

El presente trabajo se enfocará en el transporte ferroviario, entendiendo que debería ser el eje principal y articulador de los viajes metropolitanos, complementándose con el resto del sistema de transporte público.

Para recuperar su participación modal se deberán mejorar las frecuencias aumentando el número de trenes por hora y la calidad del servicio y su material rodante. Nos centraremos en la mejora de las frecuencias.

La capacidad del sistema ferroviario aislado del resto depende básicamente del diseño del señalamiento lateral, el que define los intervalos mínimos entre la circulación por la misma vía de dos trenes consecutivos. En el AMBA, se pueden lograr intervalos de 3 a 4 minutos entre trenes por sentido, es decir, se podrían correr entre 15 a 20 trenes por hora por sentido, número muy superior a los que se registran en el sistema. El problema está en los tiempos de cierre de las barreras.

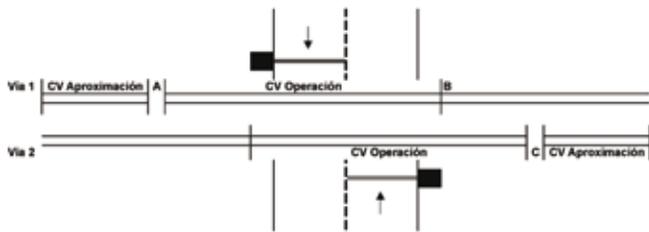
En el AMBA coexisten básicamente las barreras automáticas, las manuales y los cruces con señales fonoluminosas o con Cruz de San Andrés. El problema de los tiempos de cierre se da en las automáticas, ya que en las manuales el guardabarrera optimiza el tiempo en que la barrera estará cerrada. En las automáticas, esto no es posible, al menos con el sistema actual.

La Resolución SETOP 7/81, “Normas para los cruces entre caminos y vías férreas”, reglamenta la protección con que debe contar cada cruce. Un paso a nivel llevará barrera en función, principalmente, del ramal donde se encuentre sin importar la cantidad actual de servicios ferroviarios, el tránsito vehicular, ni las condiciones de entorno del paso.

Las barreras automáticas son accionadas por circuitos de vía de detección de trenes, cuyas longitudes han sido calculados para los trenes de mayor velocidad que podrían circular por el sector a velocidades de 90 a 120 Km/h, las que no se dan en el transporte de pasajeros, donde no sobrepasan los 60 ó 70 Km/h. Cuanto más difiera la velocidad de diseño con la de circulación mayores serán los tiempos en que la barrera permanezca baja, y si el cierre se debe a un tren de carga a baja velocidad y con hasta 40 vagones, mucho mayor aún.

La siguiente tabla define los tiempos de operación de las barreras automáticas.

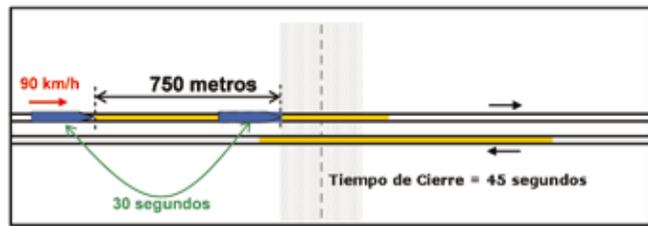
Tiempo de señal Fono luminosa activada únicamente ( $T_F$ )	Mayor a 5 segundos (típico 10 s.)
Tiempo de Bajada de brazos de barrera, luego de $T_F$ (compatible con las condiciones del cruce a fin de evitar roturas) ( $T_B$ )	Entre 5 y 10 segundos (típico 8 s.)
Tiempo de Despeje (desde que bajaron totalmente los brazos hasta que llega el tren) ( $T_D$ )	Entre 12 y 15 segundos (según valor de $d_c$ : distancia entre rieles extremos) $d_c < 5 \text{ m}$ $T_D = 12 \text{ s}$ $5 \text{ m} < d_c < 10 \text{ m}$ $T_D = 14 \text{ s}$ $10 \text{ m} < d_c < 15 \text{ m}$ $T_D = 16 \text{ s}$
Tiempo de Subida de los brazos (el mínimo que permita el mecanismo) ( $T_S$ )	Entre 4 y 6 segundos (típico 5 s)
Tiempo de Espera por aproximación (mínimo que debe transcurrir desde que los brazos se ponen verticales hasta que se reinicia el ciclo de anuncio) ( $T_E$ )	Típico 5 segundos



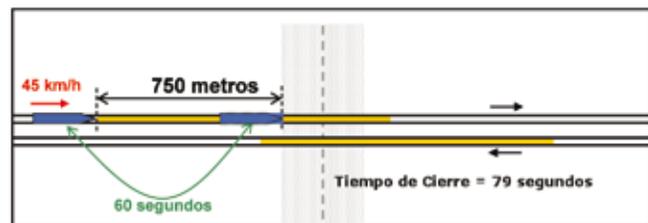
Como primera conclusión, desde que la barrera termina de bajar sus brazos a posición horizontal hasta que llega el tren al PAN, deberían pasar como máximo 16 segundos, lo que no ocurre en la realidad.

Surge también que el tiempo total desde que se activa la señal fonoluminosa hasta que el tren transpone el PAN y las barreras quedan verticales, se ubica en el orden de los 45 segundos (incluye 7 segundos para transponer el cruce de un tren a 90 km/h), de acuerdo a lo requerido por las normas de seguridad vigentes. Los tiempos relevados son muy superiores a lo que obliga la normativa.

Ejemplificando, cuando el móvil se aproxima a la velocidad de diseño de 90 Km/h, el tiempo de cierre será de 45 segundos.



Si en la misma vía diseñada a 90 Km/h se aproximara a 45 Km/h, el tiempo de cierre será de 79 segundos.



Fuente: Estudio de Mejoras del Sistema de Barreras de los Pasos a Nivel en el Área Metropolitana de Buenos Aires. PTUBA 2007.

	Interurbano de Pasajeros	Metropolitano de Pasajeros	Metropolitano de Pasajeros	Carga de 40 vagones
Velocidad Media del Tren (Km/h)	70	45	35	30
TF= Tiempo de Fonoluminosa (s)	7	7	7	7
TB= Tiempo de Bajada de Brazos (s)	8	8	8	8
TD= Tiempo de Despeje (s)	24	45	62	75
Tiempo desde activación de la fonoluminosa hasta llegada del tren al cruce (s)	39	60	77	90
TC= Tiempo de Cruce del PAN por el Tren (s)	10	14	17	18
TS= Tiempo de Subida de brazos de barrera (s)	5	5	5	5
Tiempo Total de Barrera Cerrada (s)	54	79	99	203

En definitiva, el sistema es rígido y no diferencia las distintas velocidades de los trenes que circulan por el sector, las longitudes de los circuitos de vía son excesivas, provocando tiempos de cierre muy prolongados, agudizándose aún más el problema si se encuentran estaciones dentro de los circuitos.

El problema de la limitación de la capacidad surge porque la normativa establece que los pasos a nivel con barreras tengan un tiempo máximo de cierre, que garantice un razonable tiempo de apertura para dar conectividad a las áreas urbanas involucradas. Estos fueron definidos en los Pliegos de Condiciones Particulares de las Concesiones en el Artículo 19, cuarto párrafo referido a los Pasos a Nivel:

“La programación de los servicios del Concesionario deberá considerar la necesidad de no producir períodos inaceptables de cierre de barreras, en función de la importancia de la calle o carretera cruzante. Como principio general, durante las horas pico, el tiempo promedio de cierre de las barreras no deberá superar en ningún caso el porcentaje del tiempo total que a continuación se indica, medido sobre cualquier lapso continuo de una hora.

Ferrocarril	Sector	Porcentaje
Sarmiento	Once - Castelar	60%
Mitre	Retiro - Monroe	60%
Roca	Constitución - Temperley	60%
Resto de los tramos		50%

*Durante un lapso de 15 minutos dentro de la hora pico no deberán excederse esos porcentajes, incrementados en un 10%.* Esto implica que dentro de la hora pico o en cualquier hora del día, las barreras no podrán estar cerradas más de 30 ó 36 minutos según el caso. Pero en los peores 15 minutos dentro de dicha hora, las barreras podrán estar cerradas por 9 ó 10,5 minutos como máximo, respectivamente.

Aquí nace uno de los problemas a resolver. El tráfico ferroviario está acotado por el tiempo de cierre de las barreras, el que fue determinado en base a normativas del propio ferrocarril. Esto afecta la capacidad ferroviaria y la del sistema de transporte del AMBA. Es por esto que el actual funcionamiento de los sistemas de barreras en los PAN del AMBA constituirá una limitante a las mejoras en el transporte público del AMBA y, paradójicamente afectará en mayor medida a los usuarios del ferrocarril metropolitano.

Los concesionarios ferroviarios no pueden satisfacer la demanda al ver limitada la corrida de trenes, siendo que el señalamiento de la vía se lo permite holgadamente. Esto afecta directamente a los pasajeros del ferrocarril quienes al no poder satisfacer su viaje se derivarán a otros modos alternativos (públicos o vehículo particular), afectando al conjunto del transporte público del AMBA y en particular a la economía del sistema.

En el AMBA, ramales principales superan el límite máximo de tiempo cerrado, con lo cual se deberá determinar, para cada tramo y ramal ferroviario, la cantidad máxima de trenes a correr en las horas pico. Por otro lado, con tiempos de cierre más largos es probable un mayor número de trenes por cierre, obteniéndose tiempos de cierre más prolongados.

De esta forma, un único PAN crítico en un ramal principal de una línea puede saturar el sistema ferroviario, con lo que carecería de sentido que un sector de vía posea cuatro vías con cruces a nivel, ya que la capacidad operativa de las mismas no podrá ser aprovechada, como ocurre en Lomas de Zamora.

Pero no solo los pasajeros del sistema ferroviario se ven afectados. Los usuarios de la red vial, tanto en vehículo particular como en transporte público sufren las consecuencias. Cada conductor de vehículo que circula por un PAN sabe que son puntos críticos de la red vial. Afectan negativamente la conectividad y la capacidad de la red vial y ferroviaria, y disminuyen la accesibilidad de distintas regiones del AMBA. Su capacidad está relacionada y afectada por las características de la vía (anchos de carriles, estado del pavimento) y por los elementos que la regulan (barreras)

Se tiene entonces, por un lado la capacidad (C) del cruce y por el otro el tiempo de cierre de barreras. La capacidad de los cruces con losetas de hormigón es superior a los de pavimento asfáltico, ya que los materiales tienen comportamientos distintos. Las losetas son rígidas y prácticamente no se deforman con el paso de los vehículos requiriendo poco mantenimiento, y los asfálticos son flexibles y se deforman constantemente por la compresión del material y el efecto producido por la caída de los camiones desde el hongo del riel al pavimento y las vibraciones, situación que empeora con temperaturas elevadas.

En cuanto al tiempo de cierre, las Demoras en los PAN dependen de él, como lo muestra la siguiente expresión:

$$D = \lambda \times \text{tmcb}^2 / 2 \times (1 - \rho)$$

siendo:

D = Demora total para todo el tránsito por ciclo (veh-h)

$\lambda$  = Tasa media de llegadas (tránsito horario: veh/h)

s = Capacidad del paso a nivel

$\rho = \lambda / s$

tmcb = tiempo medio de cierre de barreras (h)

C = Ciclo. Tiempo promedio entre bajadas de barreras consecutivas.

En la expresión se destaca la importancia de los tiempos de cierre, ya que entra al cuadrado en la fórmula produciendo un aumento geométrico de la demora. Nótese además que D es función inversa de la relación entre la tasa de llegadas y la capacidad del PAN. Cuando éstos tienden a igualarse  $\rho$  tiende a 1, y D a infinito. De aquí que uno de los parámetros a tener muy en cuenta es la capacidad, que depende básicamente del número de carriles y del estado del pavimento.

### 3. Propuestas

La pregunta que nos deberíamos hacer es si es necesario eliminar todos los PAN del AMBA separando el nivel de las redes ferroviaria y vial.

Si se plantea para la totalidad de la red ferroviaria del AMBA carece de sentido ya que, un estudio de factibilidad desaconsejaría la solución, y reflejaría que parte de las inversiones no serían rentables; resulta impracticable para toda la red ferroviaria del AMBA por la inversión que demandarían las obras; y la experiencia dice que los vecinos no están de acuerdo en su realización, como ocurrió en la Ciudad de Buenos Aires con los denominados "sapitos" y porque las audiencias públicas y los amparos de vecinos pueden frenar su realización.

Se identifican 4 propuestas que se enuncian a continuación.

1. Llevar parte de la red ferroviaria a distinto nivel.
2. Progresiva eliminación de los cruces ferroviarios a nivel mediante cruces a distinto nivel.
3. Optimización de los tiempos de cierre de las barreras.
  - Barreras Automáticas (Sistema de Tiempo Constante en lugar de Sistema de Distancia Constante).
  - Barreras Automáticas (Rediseño de Circuitos). Solución relativamente económica y fácil de implementar).
  - Barreras Manuales.
4. Desfasar las estaciones cuando se encuentra dentro del circuito de vía.

#### **Propuesta 1: Llevar parte de la red ferroviaria a distinto nivel**

La solución en viaducto o trinchera independiza en toda su longitud ambas redes y permite la permeabilización de la red ferroviaria abriendo los cruces necesarios en toda su longitud. Debe construirse manteniendo los servicios ferroviarios en operación. Las altas inversiones, el tiempo prolongado de obras que transcurre varias gestiones políticas, vuelven esta solución inviable, tal es así que la última obra de estas características ha sido el Viaducto Sarandí en la línea Roca, concluido en 1953, 6 décadas atrás.

El planteamiento de esta propuesta exige que se diferencien los distintos sectores de vía en función de su tráfico, de las características de cada línea y su demanda. En aquellos con oferta ferroviaria alta el problema se resuelve separando ambos sistemas. En base a lo analizado se aconsejan los siguientes casos:

1. Ferrocarril Sarmiento con un tramo de 3,5 Km. en trinchera y con servicios de 20 trenes en la hora pico (10 por sentido). Se propone continuar la trinchera hasta Moreno.

**Con esta obra se eliminará por completo la interferencia entre el sistema vial y el ferrocarril Sarmiento. Se está comenzando con la construcción.**

Este tramo ferroviario es uno de los tres tramos que los Pliegos otorgan el 60% del tiempo de barrera baja.

2. Ferrocarril San Martín con un tramo de 7,36 Km. en terraplén. Se propone extender el mismo 1,39 Km. con la prolongación del viaducto hasta La Paternal, con lo cual se eliminarían ocho pasos a nivel, incluyendo los correspondientes a dos de las más importantes avenidas de ingreso y egreso al Área Central, las avenidas Córdoba y Corrientes.

**Más allá del punto donde concluya esta obra, la línea San Martín continuará teniendo PAN que de mantenerse el sistema de barreras operando como en la actualidad limitarán su capacidad. De todas formas, sí resuelve la interferencia eliminando ocho PAN.**

#### **Propuesta 2: Progresiva eliminación de los cruces ferroviarios a nivel mediante cruces a distinto nivel**

Consiste en la construcción de cruces a distinto nivel aislados, preferentemente bajo nivel, para lograr menor impacto en el área urbana. Esto se debe llevar a cabo en los cruces entre tramos centrales de la red ferroviaria y arterias de la red vial primaria y principal.

Estos cruces, localizados en su mayoría en áreas densamente urbanizadas, tienen que ser diseñados afectando mínimamente las propiedades frentistas aprovechando eventuales terrenos ferroviarios existentes. Su costo varía según el proyecto y las interferencias. En la mayoría de los casos los vecinos y comerciantes están en contra de su construcción.

Las características de esta solución permiten la construcción progresiva, dando prioridad a los lugares más conflictivos y afectando mínimamente los servicios ferroviarios, y ser financiados por organismos viales y municipios.

En la última década, el Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, la Secretaría de Transporte de la Nación a través del Proyecto de Transporte Urbano (PTUBA), la Provincia de Buenos Aires y algunos municipios, han construido más de una decena de cruces, mucho más que en varias décadas.

Se podría destacar en este grupo la construcción del bajo nivel de la Av. Sarmiento con el Ferrocarril Belgrano Norte, inaugurado en los últimos años. Este era el único PAN de la línea existente dentro de la Ciudad de Buenos Aires, hasta la Estación Aristóbulo del Valle, en Vicente López. Con su construcción en bajo nivel se independizó un tramo importante de línea, lo que permitirá correr más trenes de la misma línea o de otro sistema, como el propuesto Tren del Este, que uniría Vicente López con Avellaneda pasando por Retiro, Puerto Madero y La Boca.

En este punto es de destacar el caso del Municipio de Lomas de Zamora en el Ferrocarril Roca, Ramal Plaza Constitución-Temperley. Como se comentara previamente, es el tramo de mayor servicio de trenes; además de los pasajeros circulan los de pasajeros interurbanos y los de carga. Además cuenta con vía cuádruple. A pesar de ello se corre solo una tercera parte de la capacidad que permite su sistema de señalamiento. En el sector se ubican los únicos cinco PAN vehiculares existentes en la línea hasta Temperley donde se bifurcan los ramales de la línea. Todos los PAN cuentan con barrera manual y guardabarrera, a pesar de ser uno de los sectores ferroviarios más modernos del sistema, inaugurado en la década del 80.

La propuesta es eliminar los cinco PAN construyendo un sistema de cuatro pasos bajo nivel vehicular y peatonal, procurando analizar su mejor inserción en el área urbana y los problemas de seguridad personal. **Este es el único proyecto de cruce a distinto nivel que independizará completamente un sector de ferrocarril metropolitano de la red vial, aumentando la capacidad del sector Plaza Constitución - Temperley y por lo tanto de la línea Roca.**

Otro caso para destacar es el del ferrocarril Mitre en el tramo Retiro-Coghlan, dentro de la Ciudad de Buenos Aires. En el empalme Coghlan se bifurcan los ramales de la línea Mitre a Mitre y a José Leon Suarez, donde aún existen los PAN Av. Federico Lacroze, Virrey Avilés y Echeverría. Con su reemplazo por cruces a distinto nivel, se independizaría este sector ferroviario de la red vial. La reciente construcción del Bajo Nivel en Av. Monroe posibilita esta solución, y la futura construcción del Bajo Nivel en Av. Federico Lacroze dejará solamente dos PAN habilitados (Virrey Avilés y Echeverría), siendo aún más sencilla la solución. A partir de Empalme Coghlan se podrán correr más trenes a futuro, mejorando el sistema de transporte de la Ciudad, de Vicente Lopez y del municipio de San Martín, siendo la limitante de la capacidad del sector el sistema de señalamiento y las estaciones del tramo Retiro-Coghlan.

Estos dos tramos ferroviarios son los que completan los 3 tramos que los Pliegos otorgan el 60% del tiempo de barrera baja.

### Propuesta 3: Optimización de los tiempos de cierre de las barreras

Se presentan tres alternativas.

- a) Barreras Automáticas. Sistema de Tiempo Constante en lugar de Sistema de Distancia Constante.

El sistema actual detecta la presencia del tren por distancia constante. Si se implementa un sistema de tiempo constante, para lo cual se detecta la velocidad de aproximación del móvil al cruce, es posible operar las alarmas y barreras del PAN de acuerdo a los tiempos establecidos por normas. Lo dicho significa que cualquiera sea la velocidad del tren, las barreras se cerrarán completamente 15 segundos antes del paso del mismo por el cruce.

- b) Barreras Automáticas. Rediseño de Circuitos.

En este caso se trata de combinar un cambio en el concepto de diseño de los sistemas de distancia constante aplicando el concepto de velocidad predominante y reglamentando la circulación de los trenes que podrían circular por encima de dicha velocidad. Esto significa, por ejemplo, que en una línea donde un 90% de trenes circulan a una velocidad de aproximación que no supera los 50 km/h, carezca de sentido diseñar los circuitos de detección para la velocidad máxima admitida en la vía de 90 km/h.

Con el rediseño de los circuitos de detención, tomando para el diseño la velocidad real predominante de circulación de los trenes del AMBA, inferior a la del diseño actual, se disminuye la demora y la probabilidad de cruce de dos trenes en ramales con alta frecuencia. La siguiente tabla muestra un ejemplo.

Velocidad de Diseño (Km/h)	Velocidad del Tren (Km/h)	Tiempo de Cierre (seg)	Tiempo de Cierre con 10 trenes por sentido (minutos)
90	45	79	26
60	45	59	20

Como se aprecia, la mejora es significativa sin producir un cambio tecnológico sino un rediseño de los circuitos actuales y una modificación absolutamente factible de la reglamentación operativa.

Para ejemplificar, si el sector de vía admite 30 minutos de tiempo de cierre por hora, llevando la velocidad de diseño a 60 Km/h, se podrán correr 15 trenes por sentido en lugar de los 11 que se podrían correr con la velocidad de diseño de 90 Km/h, un aumento del 36% de la capacidad del sistema. Un aumento significativo.

Esta solución es relativamente económica y de fácil implementación, y al no ser necesarias obras en el área urbana, contarían con el beneplácito de los vecinos y comerciantes.

Tal vez en tramos de baja demanda no sea necesario llevar a cabo esta solución, pero sin embargo, contribuye a disminuir los tiempos de cierre de las barreras, y por consecuencia a bajar las demoras al tránsito vial.

- c) Barreras Manuales.

Se deberían reemplazar las barreras automáticas por barreras manuales operadas por guardabarreras.

Esta solución es relativamente económica y de no fácil implementación, ya que es difícil la justificación política de la propuesta. Explicar que se reemplaza un sistema automático por uno manual, cuando históricamente el sentido inverso era una modernización del sistema, no es sencillo de justificar.

En los PAN de cualquiera de las opciones presentadas, se debe mejorar la capacidad de los cruces modificando sus pavimentos sobre los cruces con la colocación de losetas de hormigón o de caucho u otro pavimento de similares características y de mejor operación que el asfáltico.

### Propuesta 4: Cuando la estación está dentro del circuito de vía, se deberían desfasar las estaciones.

**En estos casos en que las estaciones quedan dentro de los circuitos de vía, mientras el tren llega a la estación las barreras bajan y estando en la estación permanecen bajas hasta que el tren sale del circuito, aumentando la demora de los usuarios de la red vial. Esta situación aumenta la probabilidad de cruce de dos trenes en ramales con alta frecuencia.**

Para ello se propone desfasar las estaciones, como el caso de la estación Corrientes en vías del San Martín, el tren se detiene habiendo cruzado previamente el PAN, quedando éste liberado y la barrera se mantenga alta. En sectores urbanos consolidados su implementación es dificultosa por no encontrarse espacios disponibles para su construcción.

## 4. Conclusiones

En los últimos años en el Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA) la participación del automóvil particular ha crecido en reemplazo de los viajes en transporte público. Esto seguirá ocurriendo si no se toman medidas que lo contrarresten. Potenciar y fomentar el transporte público es la solución y desincentivar el uso (abuso) del automóvil particular.

Con respecto al transporte ferroviario el actual funcionamiento de los sistemas de barreras en los PAN del AMBA limita posibles mejoras en el transporte público del AMBA. Esto impone restricciones a las dos redes que intersectan sobre los cruces, la red vial y la ferroviaria. En el primer caso generando demoras a los vehículos con los consiguientes costos a la sociedad, y en el segundo limitando el sistema ferroviario de la región.

La capacidad del sistema ferroviario está restringida por lo establecido en el Artículo 19 de los PCPC donde se define para las horas pico el tiempo promedio máximo de cierre de las barreras, de 30 ó 36 minutos según el caso, y de 9 ó 10,5 minutos para los peores 15 minutos dentro de dicha hora. En ciertos tramos, donde el sector está trabajando en el límite de su capacidad, el número de trenes a correr en el futuro será inferior a lo que permite el señalamiento lateral, si es que ya no lo es, siendo los tiempos de cierre de barrera la limitación principal a la capacidad de trenes a correr en las horas pico de la demanda, en ramales con intenso tráfico ferroviario.

Si se mantiene el sistema de barreras operando como en la actualidad, el sistema ferroviario no podrá absorber, en aquellos ramales de alta demanda, los incrementos futuros de viajes, empeorando el nivel de servicio a los usuarios y promoviendo la asignación de los viajes del ferrocarril a otros modos no guiados o al vehículo particular. Esto producirá congestión en la red vial, la oferta ferroviaria estará en el límite máximo que permiten los tiempos de cierre de barreras, con lo cual las demoras en los PAN crecerán, siendo previsible un aumento de los accidentes en estos cruces y del impacto al medio ambiente.

Como posibles soluciones el presente estudio plantea cuatro propuestas, de distinto alcance territorial e inversión. La más costosa y de difícil materialización consiste en llevar parte de la red ferroviaria a distinto nivel. En estos momentos, la obra del soterramiento del Ferrocarril Sarmiento está en sus inicios. Esta obra permitirá independizar todo el sector ferroviario del vial, permitiendo el aumento del número de trenes, en una línea de alta demanda.

La segunda propuesta es eliminar los cruces a nivel por cruces a distinto nivel. Si bien pueden resolverse aisladamente, se presentan dos casos, como el de Lomas de Zamora en las vías del ferrocarril Roca, y el caso del Mitre en el tramo de Retiro a Coghlan, donde la eliminación de sus cruces a nivel también independizarán estos sectores ferroviarios del vial. Los grupos de vecinos y comerciantes pueden estar en contra de su realización, por lo cual es imprescindible encarar previo a su realización una campaña fuerte de difusión.

Vale aquí resaltar que las dos propuestas presentadas en los párrafos precedentes coinciden con los 3 tramos en que los pliegos de concesión admiten de un mayor tiempo de barrera baja, permitiendo que el 60% del tiempo la barrera esté baja por hora, es decir 36 minutos. De esta forma se estarían independizando los tres sectores ferroviarios más críticos del AMBA.

La tercera solución plantea la optimización de los tiempos de cierre de las barreras automáticas, con dos variables, el primero es mediante un Sistema de Tiempo Constante en lugar de Sistema de Distancia Constante, y el segundo el Rediseño de Circuitos. Esta última solución es relativamente económica, fácil de implementar, y cuenta con la aceptación de vecinos y comerciantes.

Como última solución, cuando las estaciones se encuentran dentro del circuito de vía se deben desfasarlas. En sectores urbanos consolidados su implementación es dificultosa por no encontrarse espacios disponibles para su construcción.

Por último, algunos comentarios personales. Si se optimiza la operatoria de las barreras a valores comparables con los de la intersección semaforizada, minimizando los tiempos de cierre, este tipo de intersección podrá ser considerada como una más del AMBA, por lo que el beneficio de reemplazar un PAN aislado por otro a distinto nivel se justificaría por la reducción de accidentes, ya que el usuario vial tendrá otras demoras en intersecciones semaforizadas o tramos congestionados de la red durante su viaje.

Carece de sentido, de no mejorarse la operación del sistema de barreras, plantear una ampliación del número de vías en un sector ya que el aumento de capacidad no podrá ser aprovechado en plenitud, salvo que se independice el sector con soluciones como las propuestas, según el caso.

Las barreras indefectiblemente permanecerán en la red ferroviaria en las próximas décadas.

Aquí surge la siguiente pregunta: ¿es necesario eliminar este tipo de intersección urbana entre el ferrocarril y la red vial? Obviamente que no, ambos sistemas pueden convivir y en el AMBA coexisten miles de intersecciones entre calles y avenidas con intenso tránsito y no existen proyectos para que sus cruces se realicen a distinto nivel.



Acompañando el **crecimiento** del país.

# EFFECTO DE CARRILES DE SOBREPASO EN TOPOGRAFÍA SERRANA SOBRE LAS VELOCIDADES DE OPERACIÓN

## AUTORES:

Ing. Alejandro Baruzzi - Ing. Jorge Galarraga - Ing. Marcelo Herz

## Resumen

La Ruta Provincial No5 conecta la Ciudad de Córdoba con Embalse Río Tercero cruzando diversas poblaciones de los valles de Paravachasca y Calamuchita, con sectores de topografía llana, ondulada y montañosa. La carretera tiene uso preponderantemente turístico, con bajo tránsito pesado, pero en varias partes supera secciones direccionales de tres kilómetros con escaso o nulo porcentaje de distancias de visibilidad de adelantamiento.

A efectos de disminuir demoras en el tránsito y situaciones de riesgo por ansiedad de los conductores, se construyeron carriles de sobrepaso en 5 secciones direccionales, ubicadas en el tramo entre La Bolsa y Villa General Belgrano.

El Manual de Capacidad de Carreteras de Estados Unidos de Norte América (HCM2010) establece un procedimiento para estimar el efecto de los carriles de sobrepaso en la velocidad media de viaje unidireccional considerando la zona aguas arriba del carril adicional, la zona con el carril adicional y la zona aguas abajo en una longitud efectiva de influencia. Tanto la diferencia de velocidades como la longitud efectiva hasta que desaparece en la velocidad el efecto del carril de sobrepaso están basadas en comportamientos de conductores y en el parque de vehículos típicos de Estados Unidos de Norte América. Con el objeto de evaluar el efecto de los carriles de sobrepaso en las velocidades de operación se realizaron mediciones de tiempos y velocidades mediante posicionadores GPS en varios recorridos en ambos sentidos del tramo La Bolsa-Villa General Belgrano.

El presente trabajo compara mediante procedimientos estadísticos, los valores de las mediciones de velocidad en las secciones antes, durante y después del emplazamiento de los carriles de sobrepaso, determinando las diferencias de velocidad y la longitud efectiva del efecto del carril aguas abajo.

A partir de los resultados se presentan conclusiones preliminares sobre el grado de validación que puede darse para Argentina al procedimiento del HCM 2010 para carriles de sobrepaso.

## 1. Introducción

Las carreteras con calzadas bidireccionales representan el mayor porcentaje de kilómetros dentro de la red vial de Argentina. El crecimiento sostenido del tránsito y la dispersión de velocidades de marcha producen un observable efecto de aumento de la demanda de sobrepasos, con formación de colas cuando la intensidad del tránsito opuesto es alta o cuando los condicionantes geométricos limitan la visibilidad de sobrepaso. Estas situaciones se presentan con frecuencia en rutas de llanura con tránsitos superiores a 5000 veh/día y con menores niveles de tránsito aparecen en rutas de topografía serranas, aún en sectores sin pendientes pronunciadas.

Así como la trocha adicional ascendente funciona en los tramos con pendientes pronunciadas, los carriles de sobrepaso constituyen una forma costo-efectiva de disminuir la formación de colas cuando muchos vehículos son forzados a la velocidad de un vehículo lento por falta de intervalos debido a la intensidad del tránsito opuesto o por limitaciones de visibilidad de sobrepaso. Además de los efectos en el nivel de servicio, estas situaciones potencian el riesgo de maniobras imprudentes. Considerando las cuantiosas inversiones que requiere duplicar las calzadas, la incorporación de carriles de sobrepaso constituye una alternativa de bajo costo para mejorar el nivel de servicio y disminuir riesgos de accidentes en calzadas bidireccionales, aún sin llegar a aumentar la capacidad de la ruta.

El efecto de carriles de sobrepaso sobre las velocidades de operación antes, durante y después del mismo, si bien depende de varios factores, es la medida de desempeño más relevante para estimar los beneficios a los usuarios; de allí la importancia de conocer este efecto a través de estudios directos de campo.

El presente trabajo reporta un estudio de velocidades de recorrido medidas en campaña mediante posicionadores GPS en sectores con carriles de sobrepaso en la Ruta Provincial No 5 de Córdoba., en zona de topografía serrana, donde se construyeron carriles de sobrepaso en 5 secciones direccionales, ubicadas en el tramo entre La Bolsa y Villa General Belgrano. Por otra parte, debido a la creciente cantidad de tramos de rutas argentinas que se beneficiarían incorporando carriles de sobrepaso, es necesario disponer de modelos predictivos confiables que permitan estimar el efecto de estas mejoras de infraestructura en la velocidad de operación.

Para ello se propone explorar la aplicabilidad del Highway Capacity Manual (HCM) de los EEUU, que fue adoptado en Argentina incorporando los criterios de Nivel de Servicio en las primeras Normas de Diseño Geométrico de Caminos Rurales (DNV, 1967), y que continua siendo la referencia principal para el análisis operacional de carreteras en Argentina. La metodología general se ha venido modificando y en la versión vigente del HCM2010 (TRB, 2010) incluye un procedimiento para análisis unidireccional de carriles de sobrepaso con un modelo del efecto de la velocidad, cuya base experimental refleja condiciones del parque y comportamiento de conductores de EEUU, por lo que cabe identificar el grado de semejanzas o diferencias con el ambiente local.

El trabajo plantea la influencia de los carriles de sobrepaso en el nivel de servicio; presenta una descripción del caso de estudio que corresponde a un tramo de la Ruta Provincial No5; luego reporta el estudio de velocidades de operación; el procesamiento de los relevamientos para finalmente detallar las conclusiones de la evaluación del efecto de los carriles de sobrepaso en topografía serrana sobre las velocidades de operación.

## 2. Influencia de los carriles de sobrepaso en el nivel de servicio

El Manual de Capacidad de Carreteras de Estados Unidos de Norte América (HCM2010) en su Capítulo 15 establece un procedimiento para estimar el efecto de los carriles de sobrepaso en el Nivel de Servicio. Este procedimiento es aplicable en terrenos llanos u ondulados, pero no en pendientes específicas mayores al 3% (carriles lentos de subida). Para el caso de carreteras Clase I (arteriales) considera dos medidas de desempeño: el porcentaje de tiempo en seguimiento y la velocidad media de viaje, evaluando el efecto del carril como diferencia del Nivel de Servicio sin el carril y con el carril de sobrepaso para el tránsito direccional en el segmento de análisis.

El segmento de análisis se caracteriza en 4 regiones definidas respecto a la ubicación del carril de sobrepaso:

Lu : Longitud aguas arriba del carril de sobrepaso – Región 1

Lpl: Longitud del carril de sobrepaso-Región 2

Lde: Longitud efectiva de influencia aguas abajo del carril de sobrepaso - Región 3

Ld: Longitud aguas abajo del carril de sobrepaso más allá de la longitud efectiva de influencia- Región 4

Lt: Longitud total del segmento de análisis= Lu+Lpl+Lde+Ld

Para la velocidad media de viaje (ATS), la longitud efectiva de influencia del carril de sobrepaso inicia al fin del carril de sobrepaso y finaliza cuando la velocidad vuelve al valor previo al carril de sobrepaso o es interrumpida por otra singularidad. La Figura No 1 muestra las cuatro regiones relacionadas con el carril de sobrepaso.

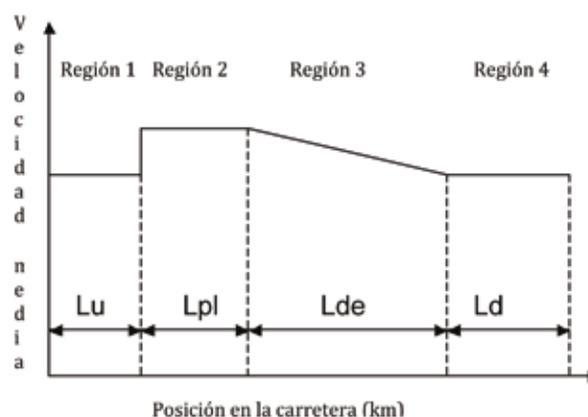


Figura Nº 1 : Efecto del carril de sobrepaso en la Velocidad Media

El procedimiento para establecer el Nivel de Servicio del segmento tiene 5 pasos, y es aplicable para carriles de sobrepaso con longitudes dentro del rango considerado óptimo, que se muestra en la Tabla Nº 1. Estos rangos coinciden con las recomendaciones generales de diseño de carriles de adelantamiento de las Normas y Recomendaciones de Diseño Geométrico y Seguridad Vial de Argentina (DNV,2010). Si los carriles tienen longitudes sustancialmente más cortas o más largas que los rangos óptimos, el beneficio del carril de sobrepaso puede resultar sobreestimado.

Flujo direccional Vd (autos/h)	Longitud óptima del carril de sobrepaso (km)
$\leq 100$	$\leq 0,80$
$>100 \leq 400$	$>0,80 \leq 1,20$
$> 400 <700$	$>1,20 \leq 1,60$
$\geq 700$	$>1,60 \leq 3,20$

Tabla Nº 1: Longitudes óptimas (Fuente: Tabla 15-11 HCM 2010)

Paso 1: Realizar el análisis del segmento sin el carril de sobrepaso

Paso 2: Dividir el segmento en regiones. Ubicado Lpl ( región 2), la región 3 de influencia efectiva para la velocidad media es Lde = 2,7 km (Tabla 15-23 HCM2010), la región 1 queda determinada como la longitud entre el inicio del segmento y el comienzo del carril de sobrepaso y la región 4 como la longitud entre el fin de Lde y el fin del segmento.

Paso 3: Determinar el porcentaje de tiempo en seguimiento (PTSF). Esta medida de desempeño que refleja el porcentaje de vehículos que viajan con intervalos menores a 3 segundos respecto al total de vehículos es necesaria para estimar el nivel de servicio, pero es independiente de la velocidad media por lo que no es relevante para el presente estudio.

Paso 4: Determinar la velocidad media de viaje (ATS). Si el segmento incluye la región 3 completa, se aplica la ecuación 15-17 del HCM2010 que se muestra en la ecuación 1.

$$ATS_{pl} = \frac{ATS_d \cdot L_t}{Lu + L_d + \frac{L_{pl}}{f_{pl,ATS}} + \frac{2L_{de}}{1 + f_{pl,ATS}}}$$

Ecuación 1

Dónde:

$ATS_{pl}$ : Velocidad media de viaje en el segmento que incluye el carril de sobrepaso

$ATS_d$ : Velocidad media de viaje en las regiones 1 y 4 (sin influencia del carril de sobrepaso)

$Lu, L_{pl}, L_{de}, L_d$  : longitudes de las regiones 1 a 4

$f_{pl,ATS}$  : Factor de aumento de velocidad por efecto del carril de sobrepaso, según Tabla N° 2

Flujo direccional Vd (autos/h)	$f_{pl,ATS}$
≤ 100	1,08
200	1,09
300	1,10
500	1,10
≥ 600	1,11

Tabla N°2 : Factor de ajuste  $f_{pl,ATS}$  (Fuente: Tabla 15-28 HCM 2010)

Paso 5: Determinar el Nivel de Servicio. Para ello se utiliza la tabla general para carreteras, considerando ATS y PTSF con los valores ajustados por el carril de sobrepaso, según muestra la Tabla N° 3.

Nivel de Servicio	Carretera Clase I		Clase II	Clase III
	ATS ( km/h)	PTSF (%)	PTSF (%)	PFFS (%)
A	>88	≤ 35	≤ 40	> 91,7
B	>80-88	> 35-50	> 40-55	> 83,3-91,7
C	>76-80	> 50-65	> 55-70	> 75,0-83,3
D	>64-76	> 65-80	> 70-85	> 66,7-75,0
E	≤ 64	> 80	> 85	≤ 66,7

Tabla N° 3: Nivel de Servicio de Automóviles en Carreteras (Fuente: Tabla 15-3 HCM 2010)

En resumen el procedimiento para evaluar Nivel de Servicio en segmentos con carriles de sobrepaso incluye el efecto en la velocidad para las carreteras clase I (arteriales), y el modelo estima un aumento del 8 al 11% en la velocidad respecto a la velocidad aguas arriba durante toda la longitud del carril de sobrepaso , y una longitud de influencia de 2,7 km durante la cual la velocidad disminuye linealmente hasta el valor normal (sin carril de sobrepaso). Por ejemplo un segmento de carretera clase I operando con velocidad media de 60 km/h puede pasar de Nivel de Servicio E a Nivel de Servicio D incorporando un carril de sobrepaso.

### 3. Tramo en análisis: Ruta Provincial N°5

La Ruta Provincial N°5, con una longitud de 123 Km, conecta la Ciudad de Córdoba con Embalse Río Tercero cruzando diversas poblaciones de los valles de Paravachasca y Calamuchita, con sectores de topografía llana, ondulada y montañosa. La carretera tiene uso preponderantemente turístico, con bajo tránsito pesado, pero en varias partes supera secciones direccionales de tres kilómetros con escaso o nulo porcentaje de distancias de visibilidad de adelantamiento.

A efectos de disminuir demoras en el tránsito y situaciones de riesgo por ansiedad de los conductores, se construyeron carriles de sobrepaso en 5 secciones direccionales, ubicadas en el tramo entre Villa La Bolsa (VLB) y Villa General Belgrano (VGB), las cuales son analizadas en este trabajo.

El tramo en análisis presenta una longitud del orden de 36,7 Km, entre las zonas urbanas de Villa La Bolsa y Villa General Belgrano. En su recorrido, la RP 5 bordea el Embalse Los Molinos que actúa como limitante físico en algunos kilómetros de la traza. De acuerdo a información secundaria el TMDA 2011 es del orden de 4000 vehículos por día. Con esa base se ha estimado el volumen de tránsito en el tramo en estudio, para las horas de medición, en el orden de 200 automóviles por hora por dirección.

En líneas generales se lo puede considerar compuesto por dos subtramos con características de diseño bien diferenciadas; el primero entre Villa La Bolsa y el Embalse Los Molinos con prohibición de sobrepaso en toda su longitud debido a una planialtimetría que se "pega" al relieve y el segundo entre el Embalse Los Molinos y Villa General Belgrano, donde el recorrido en general es más recto, con curvas horizontales más espaciadas, de mayor radio, curvas verticales más tendidas y algunas zonas de sobrepaso permitido. Ambos sectores están unidos por el tramo que bordea al Embalse Los Molinos que tiene parámetros similares al primero.

En el sentido Villa La Bolsa – Villa General Belgrano se han localizado tres carriles adicionales para mejorar el estado operacional de la corriente de tránsito. El primero (tramo A) se encuentra a 4 Km del tramo urbano de Villa La Bolsa, frente al ingreso de la localidad de Villa La Serranita con una longitud aproximada de 1250 m (Ver Figura N° 2). El segundo (tramo B), 2,5 Km después de finalizado el primero, entre Villa La Serranita y Villa Ciudad de América, con una longitud aproximada de 750 m (Ver Figura N° 3). El tercero (tramo C), 17 Km después de finalizado el segundo, posterior al tramo de curvas del sector que rodea al Embalse Los Molinos y anterior a la localidad de Villa Ciudad Parque Los Reartes, con una longitud aproximada de 1250 m (Ver Figura N° 4).

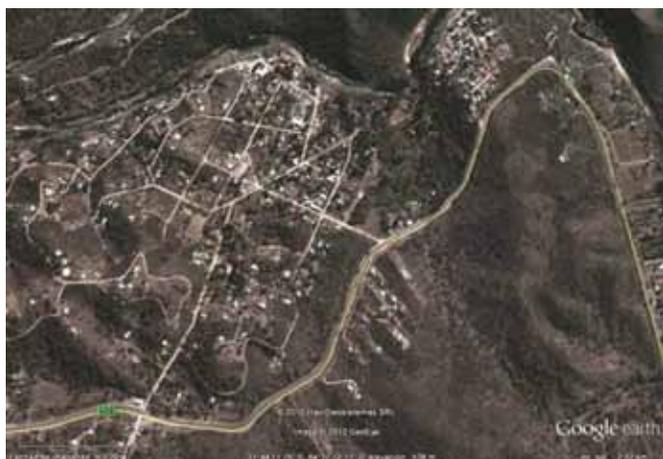


Figura Nº 2: Ubicación Carril de Sobrepasso Tramo A



Figura Nº 3: Ubicación Carriles de Sobrepasso Tramos B y E



Figura Nº 4: Ubicación Carriles de Sobrepasso Tramos C y D

En el sentido inverso se han localizado dos tramos con carriles adicionales de sobrepasso, cuya ubicación responde a los mismos criterios enunciados previamente. El primero (tramo D), a 9,6 Km de Villa General Belgrano, en espejo con el tramo C indicado anteriormente, con inicio y fin en las mismas progresivas, con longitud del orden de 1250m (Ver Figura Nº 4). El segundo (tramo E), 17 Km después de finalizado el primero, con inicio coincidente con el final del tramo B, pero presentando una menor longitud de recorrido, aproximadamente 550 m. Cabe aclarar que el fin de este carril se produce pocos metros (100 aproximadamente), después de una curva horizontal a la izquierda que coincide con una curva vertical convexa con parámetro mínimo, lo que hace sumamente peligrosa la convergencia de movimientos ya que no se dispone de visibilidad suficiente (Ver Figura Nº 3). Las Tablas Nº 4 y 5 resumen la información correspondiente a la ubicación de los tramos de sobrepasso en ambos sentidos de circulación.

Sentido Villa La Bolsa – Villa General Belgrano	Longitud (Km)
Villa la Bolsa – Inicio Tramo A	4,0
Carril de Sobrepasso Tramo A	1,3
Fin Tramo A – Inicio Tramo B	2,5
Carril de Sobrepasso Tramo B	0,7
Fin Tramo B – Inicio Tramo C	17,3
Carril de Sobrepasso Tramo C	1,3
Fin Tramo C – Villa General Belgrano	9,6
<b>Total</b>	<b>36,7</b>

Tabla Nº 4: Ubicación carriles de sobrepasso. Sentido VLB – VGB.

Sentido Villa General Belgrano - Villa La Bolsa	Longitud (Km)
Villa General Belgrano – Inicio Tramo D	9,6
Carril de Sobrepasso Tramo D	1,3
Fin Tramo D – Inicio Tramo E	17,3
Carril de Sobrepasso Tramo E	0,6
Fin Tramo E – Villa La Bolsa	7,9
<b>Total</b>	<b>36,7</b>

Tabla Nº 5: Ubicación carriles de sobrepasso. Sentido VGB – VLB.

#### 4. Estudio de velocidades de operación

Según ha sido expuesto, el Manual de Capacidad de Carreteras de Estados Unidos de Norte América (HCM2010) establece un procedimiento para estimar el efecto de los carriles de sobrepasso en la velocidad media de viaje unidireccional considerando la zona aguas arriba del carril adicional, la zona con el carril adicional y la zona aguas abajo en una longitud efectiva de influencia.

Con el fin de poder comparar las estimaciones del HCM2010 con la realidad local, y considerando la disponibilidad de recursos, se decidió efectuar numerosas mediciones de velocidad a bordo de un mismo vehículo y conductor, en días diferentes en cada uno de los tramos.

A tal fin se recorrió en ida y vuelta el tramo completo en catorce (14) días diferentes. En cada viaje, desde el vehículo, mediante el uso de un posicionador GPS, se midieron las velocidades en longitudes cada cien (100) metros.

Para cada tramo de sobrepaso se calcularon las velocidades medias: a) para 1000 m antes, b) para el tramo de sobrepaso y c) para cada 500m posteriores, hasta acumular 2500m. Las velocidades medias se obtuvieron pesando las velocidades cada 100m en función de la longitud. Esta tarea se realizó para cada uno de los días de medición.

Las Tablas Nº 6 a 10 muestran, para cada tramo, los valores promedios (de los 14 días diferentes) indicando también la desviación estándar y el coeficiente de variación.

TRAMO A	Velocidad (Km/h)	Desv. Estándar (Km/h)	Coef. Variación
1000 m antes	60,39	8,47	0,140
Carril Sobrepaso	68,60	6,84	0,100
0 – 500 m después	74,90	9,24	0,123
500 – 1000 m después	52,79	7,83	0,148
1000 – 1500 m después	61,51	9,33	0,152
1500 – 2000 m después	69,99	13,76	0,197
2000 – 2500 m después	55,04	13,60	0,247

Tabla Nº 6: Velocidades Medias Tramo A

TRAMO B	Velocidad (Km/h)	Desv. Estándar (Km/h)	Coef. Variación
1000 m antes	64,15	13,00	0,203
Carril Sobrepaso	77,26	13,06	0,169
0 – 500 m después	64,11	7,38	0,115
500 – 1000 m después	67,31	11,33	0,168
1000 – 1500 m después	60,66	9,51	0,157
1500 – 2000 m después	50,87	6,39	0,126
2000 – 2500 m después	37,99	6,88	0,234

Tabla Nº 7: Velocidades Medias Tramo B

TRAMO C	Velocidad (Km/h)	Desv. Estándar (Km/h)	Coef. Variación
1000 m antes	96,60	11,20	0,116
Carril Sobrepaso	104,78	9,12	0,087
0 – 500 m después	88,76	6,70	0,076
500 – 1000 m después	93,08	7,43	0,080
1000 – 1500 m después	95,25	12,70	0,133
1500 – 2000 m después	90,52	12,86	0,142
2000 – 2500 m después	91,16	13,23	0,145

Tabla Nº 8: Velocidades Medias Tramo C

TRAMO D	Velocidad (Km/h)	Desv. Estándar (Km/h)	Coef. Variación
1000 m antes	95,87	12,10	0,126
Carril Sobrepaso	111,35	9,53	0,086
0 – 500 m después	115,15	11,84	0,103
500 – 1000 m después	105,02	14,87	0,142
1000 – 1500 m después	110,63	16,25	0,147
1500 – 2000 m después	98,57	8,12	0,082
2000 – 2500 m después	95,40	12,71	0,133

Tabla Nº 9: Velocidades Medias Tramo D

TRAMO E	Velocidad (Km/h)	Desv. Estándar (Km/h)	Coef. Variación
1000 m antes	60,52	9,77	0,161
Carril Sobrepaso	78,44	6,85	0,087
0 – 500 m después	68,80	10,30	0,150
500 – 1000 m después	83,74	11,38	0,136
1000 – 1500 m después	80,73	14,28	0,177
1500 – 2000 m después	65,91	12,52	0,190
2000 – 2500 m después	60,62	9,32	0,154

Tabla Nº 10: Velocidades Medias Tramo E C

## 5. Efecto de los carriles de sobrepaso en el tramo y zona de influencia

Con el fin de emplear todos los datos en conjunto se decidió normalizar las velocidades tomando como referencia el tramo de 1000 m anterior a cada tramo de sobrepaso. De esta manera el coeficiente obtenido resulta equivalente a fpl,ATS, factor de aumento de velocidad por efecto del carril de sobrepaso del HCM (Ver Tabla Nº 2).

Para cada una de las mediciones, se dividió entonces la velocidad del tramo de sobrepaso y de cada 500 m posteriores por la velocidad de los 1000 m anteriores. La Tabla Nº 11 muestra los valores promedios obtenidos para cada tramo.

Relación de velocidades	Prom.A	Prom.B	Prom.C	Prom.D	Prom.E	Promedio
1000 m antes	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Carril Sobrepaso	1,14	1,20	1,08	1,16	1,30	1,18
0 – 500 m después	1,24	1,00	0,92	1,20	1,14	1,10
500 – 1000 m después	0,87	1,05	0,96	1,10	1,38	1,07
1000 – 1500 m después	1,02	0,95	0,99	1,15	1,33	1,08
1500 – 2000 m después	1,16	0,79	0,94	1,03	1,09	1,00
2000 – 2500 m después	0,91	0,59	0,94	1,00	1,00	0,88

Tabla Nº 11: Relación de velocidades con respecto a los 1000m anteriores al carril de sobrepaso

Empleando los valores promedio de los cinco tramos, la Figura Nº 5 muestra la curva de ajuste obtenida.

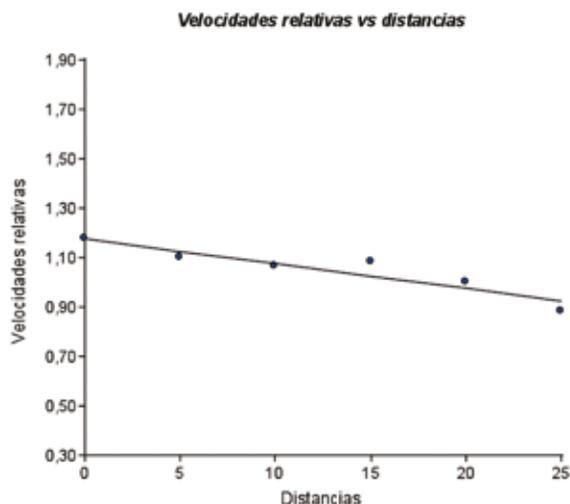


Figura Nº 5: Regresión lineal considerando los valores promedios.

La ecuación obtenida es  $Y = 1,176 - 0,010 X$ . O sea con un término independiente de 1,176 y un coeficiente angular negativo de valor 0,010. Esto implica que, en promedio la velocidad en el carril de sobrepaso resulta del orden del 18% superior a los 1000 m anteriores y que a partir de allí disminuye aproximadamente 5 puntos porcentuales cada 500 metros.

Los valores obtenidos para el coeficiente de determinación  $R^2$  (0,8743), así como para los estadísticos t (para el término independiente 40,6 y para la pendiente -5,3) indican el buen ajuste obtenido y que los coeficientes resultan significativamente diferentes de cero.

Si en lugar de emplear los valores promedio se efectúa la regresión considerando todos los valores disponibles (para cada uno de los días de medición), se obtienen prácticamente los mismos coeficientes, pero ahora con un ajuste de mucha menor calidad, debido a la dispersión de los datos. La Figura Nº 6 muestra los datos y el ajuste alcanzado.

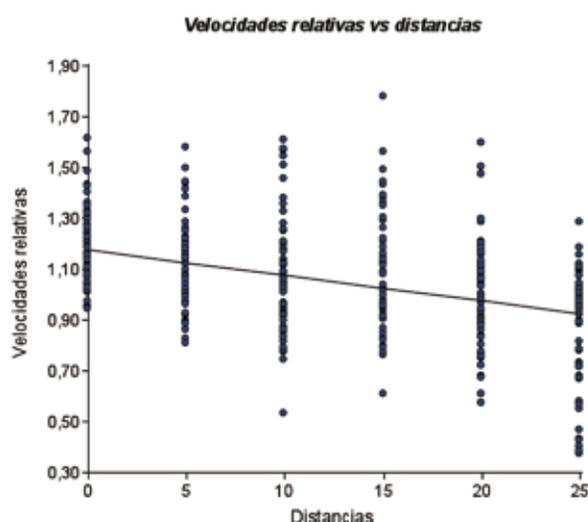


Figura Nº 6: Regresión lineal considerando todos los valores

La ecuación obtenida es prácticamente la misma, pero ahora con un  $R^2$  de 0,1521. Los coeficientes  $t$  siguen siendo muy satisfactorios (64,1 para el término independiente y -8,3 para la pendiente).

La Figura Nº 6 permite advertir la gran dispersión existente. La misma resulta comprensible debido a que cada punto representa la velocidad del vehículo para un día determinado. Dicha velocidad se encuentra influida por la condición de tránsito existente (volumen y composición), tanto antes como durante y después del carril de sobrepaso.

Según ha sido expuesto previamente, el HCM recomienda para un flujo direccional entre 100 y 400 automóviles por hora una longitud del carril de sobrepaso entre 800m y 1200m (ver Tabla Nº 1). Los Tramos A, C y D cumplen con la recomendación, no así los Tramos B y E que no alcanzan la longitud mínima. La Tabla Nº 12 ofrece para cada tramo la longitud de carril de sobrepaso y el incremento de velocidad obtenido.

Carril Sobrepaso	Longitud (m)	Vel. Relativa tramo anterior
Tramo A	1250	1,13
Tramo C	1250	1,08
Tramo D	1250	1,16
Promedio A, C y D	1250	1,12
Tramo B	750	1,20
Tramo E	550	1,30
Promedio B y E	650	1,25
Promedio Total	1010	1,18

Tabla Nº 12: Carriles de Sobrepaso. Longitudes y Velocidades Relativas con tramo anterior ( $f_{pl,ATS}$ )

Para estudiar las importantes variaciones, se efectuaron también las regresiones lineales correspondientes para los tramos A, C y D (largos) y para los tramos B y E (cortos). La Tabla Nº 13 ofrece los resultados obtenidos.

Tramos	Ecuación de regresión	t para termino ind.	t para pendiente
A, C y D	$Y = 1,119 - 0,006 X$	56,5	-4,5
B y E	$Y = 1,259 - 0,016 X$	37,6	-7,2
TODOS	$Y = 1,176 - 0,010 X$	64,1	-8,3

Tabla Nº 13: Ecuaciones de regresión y estadísticos  $t$  obtenidos.

## 6. Comparación con valores del HCM2010

Según ha sido expuesto previamente, el HCM2010 considera para la zona del carril de sobrepaso un incremento de velocidad media con respecto al tramo anterior del orden del 8% al 11%, variable según el volumen de tránsito. Para el caso que nos ocupa, con un flujo direccional en el orden de 200 automóviles por hora por dirección el valor propuesto por el HCM es del 9% (ver Tabla Nº 2).

En el estudio, considerando toda la información disponible, se obtuvo un incremento promedio del orden del 18% para el tramo con carril de sobrepaso con respecto al anterior, es decir del orden del doble al propuesto por el HCM.

De las Tablas Nº 12 y 13 puede advertirse que los tramos de sobrepaso más cortos (B y E) muestran mayor incremento de velocidad. En los tramos más largos (A, C y D) el aumento de velocidad resulta cercano a lo propuesto por el HCM. A priori esta situación puede definirse como contra intuitiva.

Debe considerarse que los dos tramos cortos B y E se encuentran enfrentados entre sí, en un sector de importantes restricciones geométricas (ver Figura Nº 3), en el cual el tramo anterior presenta velocidades medias del orden de 60 Km/h (ver Tablas Nº 7 y 10). En cambio los dos tramos largos C y D se encuentran también enfrentados entre sí pero en un sector sin restricciones geométricas (ver Figura Nº 4), en el cual el tramo anterior presenta velocidades medias del orden de 95 Km/h (ver Tablas Nº 8 y 9). Puede concluirse que a medida que en el tramo anterior se circule a menor velocidad es factible de considerar un mayor incremento porcentual en el tramo de sobrepaso.

Con respecto a la longitud posterior al tramo de sobrepaso para la cual se pierde el incremento de velocidad (ver Lde en Figura Nº 1) el HCM indica 2700m. En el estudio realizado, aplicando la ecuación de regresión obtenida para la totalidad de los datos, se obtiene una longitud de 1750m, es decir considerablemente menor.

Para los tramos cortos la longitud sería aún menor, del orden de 1600m. En este caso para una longitud de 2700m el valor obtenido se encontraría en el orden del 16% menor al tramo anterior al sobrepaso.

En cambio para los tramos largos la longitud sería mayor, de aproximadamente 2000m. En este caso para una longitud de 2700m el valor obtenido se encontraría en el orden del 4% menor al tramo anterior al sobrepaso.

La Tabla Nº 14 resume las comparaciones efectuadas

Tramo	Relación de velocidades $f_{pl,ATS}$		Longitud zona de influencia $L_{de}$ (m)	
	Ruta 5	HCM	Ruta 5	HCM
A, C y D (largos)	1,12	1,09	1600	2700
B y E (cortos)	1,25	1,09	2000	2700
TODOS	1,18	1,09	1750	2700

Tabla Nº 14: Comparación de los valores obtenidos con los propuestos por el HCM

## 7. Conclusiones

Se han realizado mediciones de velocidad en las secciones antes, durante y después del emplazamiento de los carriles de sobrepaso, determinando las diferencias de velocidad y la longitud efectiva del efecto del carril aguas abajo.

Se han comparado los resultados obtenidos con los que se alcanzarían aplicando la metodología del HCM 2010. En términos generales la comparación indica que para el tramo en estudio, para la zona del carril de sobrepaso el incremento de velocidad media con respecto al tramo anterior ( $f_{pl,ATS}$ ) resulta considerablemente mayor al propuesto por el HCM. En cambio para la longitud de la zona de influencia ( $L_{de}$ ) el valor obtenido resulta apreciablemente menor al propuesto por el HCM.

Separando en dos grupos los carriles de sobrepaso, por un lado los de mayor longitud (1250 m) y por otro los de menor longitud (650 m), se encontraron importantes diferencias entre ambos. Los carriles largos mostraron gran similitud con lo propuesto por el HCM, tanto para las velocidades relativas como para la longitud de la zona de influencia. En cambio para los carriles cortos las diferencias fueron mayores.

Deben considerarse las condiciones particulares de emplazamiento de los carriles de sobrepaso. En tal sentido los carriles cortos se encuentran ubicados en un sector con importantes restricciones geométricas, con velocidades medias en el tramo anterior del orden de 60 Km/h. En cambio dos de los carriles largos están ubicados en un sector sin restricciones geométricas y presentan velocidades medias en el tramo anterior al sobrepaso de aproximadamente 95 Km/h. Debe considerarse también la topografía y diseño geométrico correspondiente al sector aguas abajo del carril de sobrepaso.

Se estima que la metodología del HCM resulta aplicable, sin correcciones de consideración, a carriles de sobrepaso de longitud recomendada y sin mayores restricciones de geometría.

Para carriles cortos, restricciones de geometría y velocidades de entrada bajas sería de esperar un incremento de velocidad apreciablemente superior al previsto por el HCM y con longitudes de influencia corriente abajo considerablemente menores.

El estudio efectuado debe considerarse aplicable a las condiciones existentes para el mismo: camino de topografía serrana, con flujos direccionales del orden de 200 automóviles equivalentes. Para una mejor comprensión del tema sería necesario realizar estudios similares en zona de topografía llana y con diferentes flujos de tránsito.

## Referencias

- DNV (1967) Normas de Diseño Geométrico de Caminos Rurales. Ing. F. Ruhle. Dirección Nacional de Vialidad, Argentina.
- DNV (2010) Normas y Recomendaciones de Diseño Geométrico y Seguridad Vial, Tomo I, Capítulo 3. EICAM. Dirección Nacional de Vialidad, Argentina.
- TRB (2010) Highway Capacity Manual. Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., EEUU.



**DIRECCIÓN DE VIALIDAD  
PROVINCIA DE BUENOS AIRES**

# PLAN INTEGRAL DE CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO EN RUTAS PROVINCIALES



TIPO DE VEHICULO	CANTIDAD Nº DE EJES	DIMENSIONES MAX.			PESO MÁXIMO (PRESUNTO)
		LARGO	ANCHO	ALTO	
	2-1 2-1	12,20	2,60	4,10	16,00
	2-2 2-2	12,20	2,60	4,10	24,00
	2-2 2-2	12,20	2,60	4,10	30,00
	2-2 2-2	12,20	2,60	4,10	28,00
	2-1 2-1 2-1	15,00	2,60	4,10	27,00
	2-1 2-1 2-1	15,00	2,60	4,10	34,50
	2-1 2-1 2-1	15,00	2,60	4,10	42,00
	2-1 2-1 2-1	15,00	2,60	4,10	42,00
	2-1 2-1 2-1 2-1	TOT = 12,50 [INT. EJES >2,60]	2,60	4,10	45,00
	2-1 2-1 2-1 2-1	15,00	2,60	4,10	45,00
	2-1 2-1 2-1 2-1	TOT = 20,00	2,60	4,10	57,50
	2-1 2-1 2-1 2-1	TOT = 20,00	2,60	4,10	45,00
	2-1 2-1 2-1 2-1	TOT = 20,00	2,60	4,10	45,00
	2-1 2-1 2-1 2-1	TOT = 20,00	2,60	4,10	45,00
	2-1 2-1 2-1 2-1	TOT = 20,00	2,60	4,10	45,00
	2-1 2-1 2-1 2-1	TOT = 20,00	2,60	4,10	45,00

Los **controles de Peso y Dimensiones** son para **preservar** el estado del pavimento de las rutas y **mejorar** las condiciones de **transitabilidad y seguridad**

[www.vialidad.gba.gov.ar](http://www.vialidad.gba.gov.ar)

[vialidad@vialidad.gba.gov.ar](mailto:vialidad@vialidad.gba.gov.ar)

@ VialidadBA

0800-222-3822



BUENOS AIRES INFRAESTRUCTURA

BA



## **SUPERCEMENTO**

SOCIEDAD ANÓNIMA INDUSTRIAL Y COMERCIAL



### **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](mailto:info@supercemento.com.ar)



**Seguimos construyendo calidad**

**Homaq**   
EMPRESA CONSTRUCTORA

Av. del Libertador 5936, piso 13 (C1428ARP) Buenos Aires, Argentina Tel/Fax: 4781-6749 E-mail: [info@homaq.com.ar](mailto:info@homaq.com.ar)

Una empresa del Grupo **HOLDEC**

# INSERCIÓN DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS Y POLÍTICAS DE INVERSIÓN ITS EN EL AMBA

## AUTOR:

Ing. Carmen La Gamba

## Resumen

El presente trabajo tiene por objeto la recopilación, análisis e impacto esperado en el AMBA mediante una serie de propuestas de mejora de la movilidad de las personas, que representa más del 30% de la población del país, y es una de las mayores metrópolis del mundo. En AMBA confluyen múltiples jurisdicciones: Nación, Provincia de Buenos Aires, la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y más de 40 municipios.

La calidad del sistema de transporte no está acorde ni con una calidad de vida digna para sus vecinos ni con el grado de desarrollo de la sociedad. Asimismo, el sistema debe preservar el ambiente y ser sustentable, y para ello se requiere una cuidadosa planificación en forma estratégica, que permita situarnos de cara al 2020.

Buenos Aires tiene además la particularidad de ser simultáneamente un centro de servicios y producción, con un importante puerto, y además es un centro turístico por excelencia. Las soluciones apropiadas para cada una de estas características deben convivir entre sí potenciando sus virtudes.

Este trabajo se concentra en una recopilación de posibles inversiones indispensables en función al estado actual para mejorar la movilidad de personas en el Área Metropolitana de Buenos Aires, en un período de 10 años y 15 años.

Los problemas de movilidad son muy diferentes en las diferentes regiones del AMBA. Existe una gran congestión alrededor, hacia y en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires -CABA-, pero no es este el único problema. Justamente, mejorar la movilidad de casi 10 millones de habitantes es un gran desafío por la enorme dispersión geográfica.

El modo de transporte más apropiado debe utilizarse en función de las distancias y densidad de tráfico. Al mismo tiempo, las políticas públicas deben tender a brindar a todos los vecinos accesibilidad a lugares de trabajo, salud, educación y esparcimiento.

## Introducción

El AMBA es una de las mayores urbes del mundo donde los vecinos que habitan en la misma, podrían alcanzar una calidad de vida sustancialmente mayor si se mejora el sistema de transporte. El impacto que se puede lograr sería, desde múltiples puntos de vista, muy notable, ya sea reduciendo accidentes, tiempos de viaje, ruidos, recursos energéticos y daño ambiental. El Área Metropolitana de Buenos Aires, una de las 11 mayores del mundo, reúne el 30% de la población del país, y en el conjunto urbano del país se ubica por su tamaño muy por encima

de las mayores ciudades que la siguen en orden de importancia (Rosario, Córdoba, etc.).

Todas las ciudades del país tienen su problemática de transporte urbano, pero el AMBA es única por la magnitud de los problemas de su sistema de transporte. Por otra parte, es la única área urbana del país en cuyo sistema de transporte están presentes los modos guiados masivos en sus dos modalidades principales (ferrocarril y subte), y también la única donde éstos contribuyen significativamente a la movilización total de las personas.

Fuera del AMBA son pocas las ciudades que tienen posibilidades de desarrollar un uso efectivo de la infraestructura ferroviaria existente para el transporte público colectivo, sin inversiones muy importantes que hasta ahora no han podido afrontar. En algunas deberían crearse sistemas nuevos cuyo costo es tan considerable que es poco probable que puedan desarrollarse en los próximos años.

A pesar de la diferencia entre los problemas del AMBA y los de otras ciudades del país, algunos de ellos son cualitativamente semejantes, y la forma para resolverlos podría ser una experiencia útil para las demás ciudades. Por otra parte en algunas de ellas hay experiencias, con otros modos de transporte que el AMBA tuvo y abandonó (los trolebuses) o los que ha comenzado a utilizar (autobús de tránsito rápido, cuyas siglas en inglés son BRT, o Metrobús de la CABA), de las que se podrían generar directivas de buenas prácticas.

Según podemos leer de la página del Ministerio de Economía, dentro del Plan de Inversiones Públicas: "El objetivo básico de la política económica es promover el desarrollo económico-social que es una definición más amplia que la de crecimiento económico; el desarrollo además del enfoque cuantitativo, requiere también del cualitativo. El desarrollo no sólo implica mejorar el nivel de vida que comprende un más alto nivel de renta per cápita y en constante aumento, sino también una mejor educación, estados más elevados de salud y alimentación, niveles reducidos de pobreza, un ambiente más limpio, igualdad de oportunidades, una libertad individual que respete la integridad y realización del hombre, y una vida cultural más rica, que se constituyen en fines en sí mismos en el proceso del desarrollo económico. En este marco, la inversión, en su acepción más amplia, que realizan los sectores económicos y sociales, es la base del desarrollo sin la cual no es posible el progreso, y es vital para que éste sea sustentable."<sup>1</sup>

<sup>1</sup> <http://www2.mecon.gov.ar/pnip/basehome/invpub.php>

Podemos decir, entonces, que la realidad de **La Inversión Pública, por su parte, es protagonista central del desarrollo económico y social**<sup>2</sup> de la Nación, en tanto que promueve el bienestar general mediante la provisión de infraestructura básica de servicios y la incorporación al proceso productivo de activos especializados, que viabilizan incrementos sistemáticos de productividad.

Desde la perspectiva del Gobierno Nacional, la inversión pública nacional presenta tres dimensiones esenciales:

- a) como motor del desarrollo económico a través de la ampliación de la capacidad productiva nacional;
- b) como mecanismo de reparación de la deuda social acumulada por desinversión en materia de infraestructura social, y
- c) como herramienta de política económica, mediante el impulso a la demanda agregada que genera su ejecución.

Si analizamos simplemente una política de inversiones concretas de Tecnología, y la aplicación de sistemas inteligentes para el Transporte dentro del AMBA, el principal parámetro para definir en qué, dónde y cuándo invertir debiera ser en función de un índice que mida la Calidad de Servicio, la Seguridad Vial, y la Infraestructura. Este parámetro es el que permitiría poder escoger entre diferentes alternativas (que implican diferentes costos, tiempos de ejecución, etc.) que cumplan un servicio Satisfactorio, Suficiente, Seguro, Sustentable y Supervisado.

A medida que la calidad de vida (calidad de servicio) de la población aumente, estos criterios o índices serán cada vez más estrictos y se exigirá alcanzar estándares más elevados, generándose un círculo virtuoso: la mayor calidad de vida redundará no sólo en bienestar para la gente, sino en aumentos en productividad, que permiten mayores inversiones, que nuevamente mejoran la calidad de vida.

El criterio para definir posibles inversiones ha sido en corto y mediano plazo, y algunas con recursos disponibles en forma inmediata, respetando la metodología planteada en el Plan Quinquenal de Transporte Argentina 2012-2016<sup>3</sup> presentado oportunamente por la Secretaría de Transporte de la Nación Argentina.

De la misma forma, las propuestas se han definido para que sean sustentables desde el punto de vista ambiental y económico. El foco está en la seguridad de pasajeros y vecinos y se espera mejorar sustancialmente aspectos ambientales esenciales como consumo energético, ruidos y congestión.

Las propuestas que se presentarán se clasifican en tres tipos:

1. Sin inversiones de gran relevancia y aplicación casi inmediata
2. Con inversiones moderadas, que pueden realizarse en forma gradual y escalonada
3. Con inversiones importantes, que requieren prolongado período de ejecución

<sup>2</sup> PRESIDENCIA DE LA NACIÓN, Ministerio de Economía y Finanzas Públicas, Secretaría de Hacienda, Subsecretaría de Presupuesto, Oficina Nacional de Presupuesto, 2012 - Resumen del Presupuesto Nacional, página 27

<sup>3</sup> <http://www.plandetransporte.gov.ar/index.php/el-plan>

Ejemplos de las primeras surgen de regulaciones y educación vial o en el modo más flexible que es el transporte de colectivos; las segundas son inversiones en tecnología o en crear centros de transferencia o disuasión y de ruptura de cargas y las de mayor costo son para adecuar la red vial, de ferrocarriles y de subterráneos.

En todos los casos se destaca una metodología de proyectos dividida en etapas, y con un complemento de obras importantes a considerar.

La financiación para estas obras puede surgir del compromiso del sector privado, del presupuesto de cada jurisdicción y fundamentalmente de los Fideicomisos ya creados para Infraestructura, cuyos fondos deben dedicarse a financiar el aumento del capital y no a gastos corrientes.

Los problemas de movilidad son muy diferentes según las diferentes regiones del AMBA. Existe una gran congestión alrededor, hacia y en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires -CABA-, pero no es este el único problema. Justamente, mejorar la movilidad de casi 10 millones de habitantes es un gran desafío por la enorme dispersión geográfica.

El modo de transporte más apropiado debe utilizarse en función de las distancias y densidad de tráfico. Al mismo tiempo, las políticas públicas deben tender a brindar a todos los vecinos accesibilidad a lugares de trabajo, salud, educación y esparcimiento. Un apropiado modelo de transporte debe tener en cuenta los diferentes tipos de viajes, según la frecuencia y distancia recorrida, y una diversidad de modos de transporte disponibles que se coordinen entre sí y mejoren su calidad.

El AMBA tiene una ventaja sustancial sobre otras ciudades en crecimiento, ya que se previó afortunadamente hace 100 años la utilización Ferrocarriles y Subterráneos, lo que brinda contar ya con la traza y un desarrollo urbano relacionado con estos medios de transporte.

La política de transporte público debe unirse a una política de uso del espacio público, y a una política tecnológica de innovación y desarrollo, aplicada a ambos sectores.

### **Movilidad eficiente y sostenible**

Cuando hablamos de movilidad en las ciudades, intentamos hablar de una problemática que involucra los diferentes medios de desplazamiento, el número de personas que desplaza y el número de vehículos que existen. También existen otros factores que inciden indirectamente en la movilidad, cuando se analiza su incidencia en todos los medios de transporte de las ciudades. Estos factores son: la semaforización, la interacción con otras entidades de gobiernos que tienen a su cargo obras públicas, y los distintos servicios públicos tales como: alcantarillas, electricidad, gas, telecomunicaciones, arborización, seguridad, etc., y que se constituyen en actores de primera línea, pues sus actividades son realizadas en el espacio público y en muchas ocasiones, sobre las vías.

La coordinación conjunta de estas intervenciones en las vías, sumadas a la coordinación de los semáforos, los sistemas integrados de transporte y los medios privados de transporte,

requieren grandes y estratégicos labores de planeación y optimización que no siempre se integran, lo cual incide sobre los focos centrales de maximización de la movilidad. Es por razón que el uso de la tecnología es esencial.

Experiencias como New York, Madrid, Paris y Barcelona, son ejemplos que reflejan los beneficios de una coordinación centralizada, donde al aplicar herramientas de ingeniería y estadística, y sistemas han logrado maximizar la movilidad a mínimo costo.

La capacidad de garantizar un transporte de personas y mercancías correcto y eficiente es un requisito fundamental para una economía moderna con éxito. Si surgen fallas en conseguirlo, representa una amenaza para la competitividad, y también refleja un uso insostenible de las infraestructuras de transporte. Las aplicaciones de los sistemas ITS han demostrado ser válidas y rentables para apoyar la gestión y explotación de los servicios de transporte. Éstas pueden ayudar a lograr:

- Una reducción importante de accidentes de tráfico.
- Un aumento de la capacidad vial sin nuevas construcciones (demostrado hasta un 20%).
- Ahorro de tiempo en el viaje (un total estimado de un año en toda la vida).
- Una reducción significativa de productos contaminantes de los vehículos, por ejemplo, las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Estos sistemas ITS deben responder a las necesidades de la sociedad en todos los segmentos de la movilidad, desde el transporte ferroviario y subterráneo, el tráfico aeroportuario o el rodado (en ciudades, carreteras, autopistas, estacionamientos, túneles y peajes).

## Diagnóstico actual de la movilidad urbana en el AMBA

Los distintos problemas de la movilidad urbana que se plantean en el AMBA, implican producir no sólo un cambio sustancial en la infraestructura vial, sino también actuar sobre los flujos de tránsito equilibrando el uso de los distintos modos de transporte, incluyendo el marítimo, ferroviario y el aéreo. La respuesta a este tipo de problemas, según distintos análisis basados en experiencias internacionales, es poder adoptar un enfoque sistémico, en el cual la información, gestión y control de la movilidad operen en forma sinérgica optimizando el uso de la infraestructura, de los vehículos y de las plataformas logísticas, con una perspectiva multimodal.

La participación del automóvil como medio de movilidad en la última década ha mostrado un notable crecimiento, esto se observa desde un cruce de análisis del aumento del parque automotor con la saturación de los subterráneos, el lamentable deterioro de la calidad del servicio de los ferrocarriles, y el no confort de los medios alternativos. El automóvil es una solución a nivel individual, pero un problema a nivel urbano y contribuye a un círculo vicioso con mayor congestión, menor calidad del servicio público y peor uso del espacio público.

La conjunción de todos estos elementos lleva a un aumento de congestión y a una muy mala movilidad.

Es necesario definir entonces, cuál será el concepto de congestión, ya que en los intervalos durante los cuales se da, hay incremento de costos nada despreciables. Los principales factores que determinan estos costos son: el valor del tiempo de viaje, que llega a absorber el 80 % de los costos totales que genera la congestión, los costos de funcionamiento de los vehículos y las distintas contaminaciones tanto acústica como visual.

La falta de seguridad también imprime fuertes dificultades a la movilidad, los cortes de vías públicas por diversos motivos, el vandalismo de los bienes públicos y las meras faltas de educación vial son ejemplos de costos sociales inmensos.

Ya sea para uso de carga o pasajeros, la red vial está saturada. Es imprescindible brindar cierta continuidad a múltiples rutas que permitan circular con seguridad, circunvalar la ciudad y desconcentrar las actividades de carga y abastecimiento. Esta saturación de la red, y bajo respeto por las normas viales, llevan a una inaceptable cantidad de accidentes.

Históricamente, los modos de transporte interfieren entre sí, pero es imprescindible trabajar con una política multimodal que permita a los usuarios llegar a destino en el menor tiempo posible.

El transporte informal surge como solución parcial a algunos de estos problemas, en particular al unir destinos sin transbordos, aunque el servicio puede ser prestado en condiciones de precariedad. Al estar bajo un sistema de control y regulaciones que no se ejerce como debieran, brinda servicios a sectores que no están bien atendidos, incluyendo asentamientos irregulares. En el otro extremo, y bajo la regulación de los servicios de oferta libre, se encuentran servicios que pueden ser de muy alta calidad, tipo “combis”, que atienden nichos o casos particulares.

La carga y descarga, ya sea en grandes volúmenes hacia el puerto o pasante por la ciudad, como así también el abastecimiento de las decenas de miles de puntos de actividad comercial e industrial, debe ser incorporado a un esquema racional. Por elementales motivos de competitividad es indispensable lograr no solamente un menor costo operativo sino que no se interfiera el tránsito. Muchos de estos temas implican elementales normas de convivencia, que abarcan desde cartoneo o recolección de residuos, hasta carga y descarga, y es imperioso mejorar su planificación, regulación y control.

## Sistemas Transporte Inteligentes (ITS)

En la era de la Sociedad de la Información, el mundo del transporte no queda exento de la innovación e introducción de las nuevas tecnologías de información y telecomunicaciones (NTICs). La tecnología ofrece medios para conseguir un intercambio inmediato de información que se transforma en un aprovechamiento más eficaz de los recursos.

Falta, sin embargo, una visión de conjunto que considere implementar una Arquitectura Nacional, basada en las necesidades de los distintos actores y usuarios, para la introducción de los ITS como un todo y que evite disfuncionalidades, incompatibilidades y proliferación de sistemas diferentes que impidan una correcta interoperabilidad de recursos, es decir que proporcione una guía de buenas prácticas y normas estandarizadas para orientar el diseño de soluciones y componentes compatibles e interoperables (planificación integral) en todo el territorio nacional y en la región Mercosur.

Desde hace años algunas autoridades metropolitanas de las principales ciudades han instalado sistemas que utilizan la tecnología, como principal motor reductor de las externalidades negativas asociadas a la movilidad urbana, en el cual los flujos de tránsito son distribuidos de manera equilibrada entre las distintas modalidades para una mayor eficiencia, productividad y sobre todo, mayor seguridad.

Algunos datos conocidos de distintos países revelan que en distintas aplicaciones realizadas se han obtenido reducciones de los tiempos de viaje del orden del 20%, aumentos de la capacidad de la red del 10% y mejoras en términos de seguridad del 15%. Estos resultados positivos prueban los beneficios que el uso de la tecnología puede aportar a la eficiencia, a la seguridad de los ciudadanos y a la competitividad, y confirman que constituyen ya un instrumento indispensable en la aplicación de políticas de movilidad.

Muchos instrumentos de tecnología ITS se basan en la recopilación, tramitación, integración y suministro de la información en tiempo real sobre las condiciones actuales en una red, o información online para la planificación de un viaje, permitiendo a las autoridades, a los suministradores de transporte comercial y público y a conductores particulares y peatones estar mejor informados, más seguros, y mejor coordinados.

Resumiendo y aplicando el concepto a nivel internacional, "la aplicación de tecnologías de telecomunicaciones, informática, electrónica y técnicas de procesamiento, almacenamiento y visualización de la información, agrega valor al sistema de transportes mejorando su operación". La tecnología ofrece medios para conseguir un intercambio inmediato de información que se transforma en un aprovechamiento más eficaz de los recursos. La innovación hace presencia en los medios de transporte a través de la incorporación de los Sistemas Inteligentes de Transporte.

Es muy importante destacar lo siguiente:

- ITS es una nueva forma de trabajar en equipo compartiendo información, e inclusive sistemas entre los actores involucrados, tanto de la misma dependencia como de diferentes dependencias y jurisdicciones.
- Los ITS no resuelven por sí mismos los problemas de transporte, requieren la intervención de personas en actividades complementarias de gestión y de operación.

- Los ITS ayudan a mejorar la movilidad y la seguridad de las personas y mercancías mediante: la disminución de la cantidad y severidad de los accidentes; la reducción de demoras durante el viaje; la oferta de medios de pago más eficientes y cómodos y; la mejora de la calidad y oportunidad de la información a conductores y peatones en tiempo real.

Si consideramos el concepto de Movilidad asociado al Transporte, podemos decir que las smart cities (ciudades inteligentes), son ciudades que aprovechan las nuevas tecnologías para ser más habitables, eficientes y sostenibles. El objetivo es conseguir gestionar mejor los recursos disponibles (agua, energía, transporte, etc.) para obtener ciudades con mayor eficiencia energética y mejor movilidad y, así, hacer la vida más fácil a sus habitantes en un entorno más sostenible. Uno de los ejes dentro de las smart cities es la movilidad (Smart Mobility), y tiene que ver con la accesibilidad de los ciudadanos, tanto local e internacional, y el empleo de la tecnología moderna en la vida urbana cotidiana. Esto incluye no sólo las TIC, sino especialmente a las tecnologías modernas de transporte, logística y planificación, así como nuevos sistemas de transporte sostenibles que mejoren el tráfico urbano y la movilidad de los habitantes.

## ESCENARIO DEL USO DE TECNOLOGIAS ITS EN EL AMBA

### Introducción

El AMBA tiene una superficie total de 15.500 km<sup>2</sup> y una población de casi 13 millones de habitantes. La tasa de crecimiento de la población de cada distrito entre 1991 y 2000, posee un valor medio del 1.7% anual, verificándose una gran dispersión entre jurisdicciones, desde el Partido de Vicente López con una tasa de -0,06 % anual hasta tasas superiores al 3% anual en Escobar, Florencio Varela, General Rodríguez, Moreno y Pilar, mientras que la Ciudad de Buenos Aires en particular posee una tasa de crecimiento del 0,012 % anual.



Ocupa un territorio urbanizado de aproximadamente 2.400 kilómetros cuadrados de mancha urbana, concentra una población por encima de los 13.000.000 de habitantes (un 36% de la población total del país) y genera aproximadamente el 52% del PBI del país.

El sistema de transporte público de la región está conformado por 342 líneas de autotransporte público (136 de competencia nacional con aproximadamente 15.000 coches, 121 provinciales y 86 municipales) que prestan servicios en aproximadamente 1.367 ramales; 7 líneas de ferrocarriles metropolitanos de superficie que unen la Capital Federal con los distintos partidos de la provincia, cuya red abarca aproximadamente 848 Km., 6 líneas de ferrocarriles subterráneos que abarcan 46 km., y un premetro que se extiende a lo largo de 7 km. Completan

el sistema aproximadamente 60.000 taxis, 2.000 operadores de servicios de oferta libre, y un número importante pero no determinado de remises, que fuera de la Ciudad Autónoma supera ampliamente a los taxis, a lo que debe agregarse el hecho de que en el área confluyen aproximadamente un total de 4 millones de autos pertenecientes a los particulares.

La circulación masiva de vehículos genera situaciones riesgosas, traduciéndose muchas veces en incidentes de tránsito donde no solo se ve involucrado el conductor sino también el peatón, ciclista o motociclista.

Los distintos problemas de jurisdicción entre los distintos sistemas de transporte, hace inevitable la creación de un Ente de Regulación y Control que unifique criterios de todo tipo en lo que hace al manejo del tránsito y transporte en el AMBA, sin olvidar el criterio tecnológico específico que involucre la normalización de estándares y arquitectura ITS. Si el Ente no cuenta con esta área específica, será imposible el manejo de la tecnología y la innovación que se requiere.

**Este Ente debería disponer oportunamente de un centro de control inteligente integral que reciba y envíe información de todos los distintos modos de transporte y disponer (y controlar) de un sistema de conectividad tal que el ciudadano pueda acceder en tiempo real a las distintos estados de movilidad que requiera ya sea por pagina web, por aplicaciones específicas para smartphones, o a través de mensajes SMS de celulares. Obviamente esta inversión, requiere que los distintos modos de transporte tengan su respectivo centro de control organizado y normalizado como primer medida, y es en este punto donde se debería ejecutar las primeras inversiones. Sin equipos inteligentes en los diferentes medios de transportes, cámaras en lugares estratégicos, gerenciamiento de manejo de información, y un sistema de transmisión de datos confiable no se puede hacer lo anterior.**

Algunos ejemplos:

Berlín - Siemens



El centro de gestión del tráfico de Atenas reúne la información de 275 cámaras y 2.000 detectores de lazo, entre otras fuentes. Esto supone una ayuda importante para configurar una imagen completa del tráfico en toda la región.

Detalle, en el nivel central del sistema de Tirana UTC, el intercambio de datos entre cualquier par de procesos - que pertenece a cualquier aplicación que se ejecuta en cualquier centro de gestión del subsistema (en la estación) - se basa en la suite de protocolo de Internet (TCP / IP). (fuente Mizar, Italia)

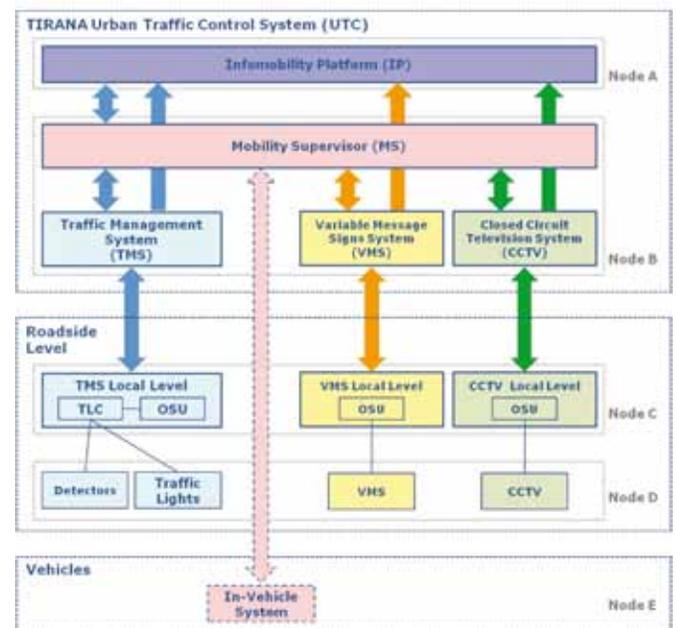
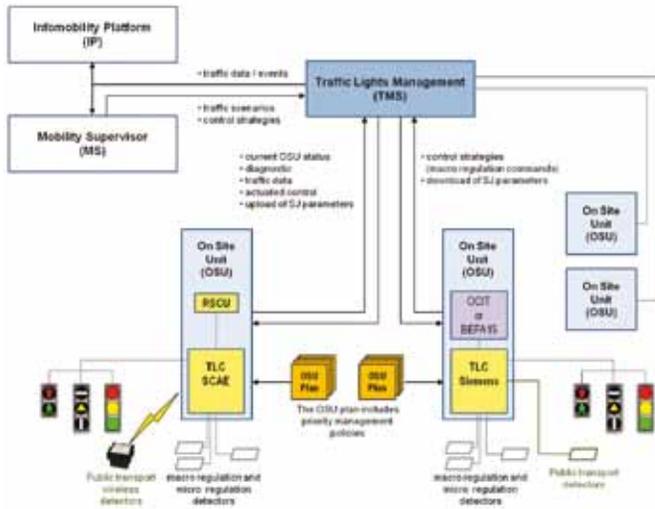


Diagrama en bloques



¿Qué sucede en la ciudad de Buenos Aires?

La Ciudad de Buenos Aires como sede del Gobierno Federal y sede del Gobierno Autónomo de la Ciudad, es el centro político, administrativo, económico y financiero del país.

En ella convergen redes de transporte regionales, nacionales y de vinculación internacional. Se localizan terminales ferroviarias, aéreas, de buses y el principal puerto del país. Diariamente recibe 3.2 millones de personas provenientes del Gran Buenos Aires, que duplican su población, ingresando diariamente por sus accesos 1.3 millones de vehículos por día. En los últimos años, se verifica un incremento en el uso del automóvil particular en detrimento del transporte público y se suma durante determinados días de la semana grupos de manifestantes que reclaman por sus derechos, ocasionando cortes de tránsito en ocasiones parciales y en otras totales. A este esquema debe sumarse el flujo dentro de la Red de Subtes (con 6 líneas) y una extensión de red de 50,1 km (el transporte de pasajeros es de 286.385.000 por año), Combis, BRT (Metrobus), Bicicletas, y Ferrocarril.

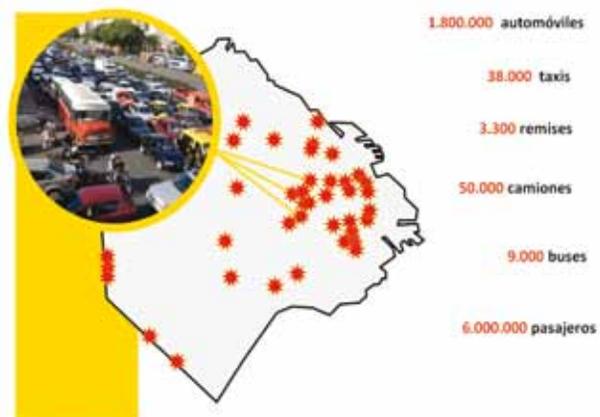


Centro de control de metro de Madrid



Centro de control de metro de Londres

Ante lo planteado se debe propender a mejorar y optimizar la infraestructura vial, con la inclusión de medios tecnológicos de avanzada, y centros de control integrados e interconectados todos entre sí, los cuales permitan contar con sistemas de información real sobre el estado del tránsito, el estado de las calles, de las autopistas, etc. y de los diferentes medios de transporte.



La información recabada podrá, de esta manera, ser re direccionada a los peatones, y conductores de vehículos particulares, como así también a los conductores de transporte de pasajeros, beneficiando de esta manera a todos los usuarios del sistema para lograr obtener una mayor eficacia en el transporte y en el tránsito.

El manejo de información permite a cualquier gobierno poder elaborar políticas públicas en la materia correspondiente, ya que al obtener información a través de la innovación por el uso de tecnologías la recolección de datos, se pueden elaborar estrategias de intervención si así se requiere.

Asimismo los datos obtenidos se podrán utilizar para determinar en el caso de la ciudad de Buenos Aires y por ende, dentro del AMBA las consecuencias de los siniestros de tránsito, teniendo en cuenta que la Seguridad Vial se compone por tres factores, el Factor Humano (conductor, usuario), Factor Vehículo y el Factor Infraestructura (compuesta la misma por el estado de las vías, el tiempo y otros).

Por ende si el tránsito es monitoreado por diversos sistemas nos permitirá saber cuáles son los puntos negros en nuestra vía pública y contribuirá a disminuir los siniestros de tránsito, ya que ante la aplicación de tecnologías podríamos determinar si el mismo se debió a una falla en la infraestructura, en la conducta humana o en el vehículo, independiente de generar la interconexión necesaria a la liberación de carriles, aviso a hospitales, bomberos, y otros, según sea el grado de siniestro, de la misma forma se podrían obtener estadísticas en tiempo real, permitiéndose un estudio pormenorizado del porque de los hechos de tránsito que tantas vidas cobra en nuestro país no estando exenta de esto nuestra ciudad.

Asimismo, respecto al tránsito, podrán los usuarios saber el estado de las vías, condiciones climáticas, distancias y caminos más convenientes, zonas de congestión vehicular, disponibilidad de estacionamiento en sus distintas modalidades: y en cuanto al transporte, se optimizaran los servicios ya que con mayor eficiencia podemos saber el estado del transporte, las conexiones a realizar, la accesibilidad de forma adecuada a los Centros de Tránsito, la reserva de lugares, el pago electrónico del pasaje, y otros.

Todos estos sistemas tienen el potencial de ofrecer beneficios significativos con respecto a eficiencia operacional, fiabilidad del servicio, gestión de la infraestructura, así como una mayor seguridad, una reducción del impacto medio ambiental, y servicios de información útiles para los usuarios. El abanico de los sistemas incluyen aquellos para:

- La gestión del tráfico de manera automatizada;
- El apoyo a las operaciones de transporte público;
- Gestión de la demanda;
- Información al viajero y servicios de planificación de viajes;
- Gestión de la carga y flota;
- Gestión de incidencias y apoyo a los servicios de emergencia;
- Servicios de pago electrónico, y de cobro;
- Tecnologías avanzadas en el vehículo.

<sup>4</sup> [http://www.buenosaires.gov.ar/areas/planeamiento\\_obras/transito/plan\\_tyt/](http://www.buenosaires.gov.ar/areas/planeamiento_obras/transito/plan_tyt/)  
[http://www.buenosaires.gov.ar/areas/planeamiento\\_obras/transito/plan\\_tyt/inteligente.php?menu\\_id=21151](http://www.buenosaires.gov.ar/areas/planeamiento_obras/transito/plan_tyt/inteligente.php?menu_id=21151)

<sup>5</sup> Plan Estratégico Buenos Aires 2016, COPE, GCBA [http://www.buenosaires2016.org/537\\_Documento\\_de\\_Trabajo\\_-\\_Lineamientos\\_Estrat%C3%A9gicos\\_de\\_Transporte\\_-\\_03-05-2010.htm](http://www.buenosaires2016.org/537_Documento_de_Trabajo_-_Lineamientos_Estrat%C3%A9gicos_de_Transporte_-_03-05-2010.htm)

### ¿Qué posee hoy la ciudad de Buenos Aires?

Dentro del Plan de Tránsito y Transporte Buenos Aires 2010, documento base para el Plan 2016, del GCBA, el capítulo destinado a los Sistemas de Transporte Inteligente planteaba lo siguiente: "... El Sistema Inteligente de Transporte contempla el diseño y la implementación de un Sistema de Transporte con la finalidad de: controlar el Tránsito (verificando velocidades máximas, restricciones circulatorias, identificación automática de vehículos, entre otras), disminuir la congestión, otorgarle prioridad al transporte público, controlar y proteger el medio ambiente, gestionar la demanda (recomendación de rutas alternativas, definición de tiempos de viaje, entre otras), detección automática de accidentes, mejorar la interacción con otros modos de viaje...."

La ciudad ha desarrollado también y en el mismo año (2010), un Plan de Movilidad Sustentable, instrumento que orienta el accionar en materia de movilidad para la Ciudad de Buenos Aires y fue concebido como un conjunto de programas específicos, siendo los ejes conceptuales:

1. Prioridad para el transporte público;
2. Resguardo del Medio Ambiente;
3. Impulso de los modos no contaminantes y de la movilidad a pie; y
4. Movilidad segura.

Dentro del Plan Marco de Movilidad Sustentable, y analizando los Programas del mismo, se puede observar los instrumentos y herramientas que facilitan la incorporación de tecnología y sistemas ITS para el ordenamiento del tránsito y la circulación dentro de la Ciudad.

### La ciudad posee hoy los siguientes sistemas:

#### 1. Sistema de Señalización Luminosa (Semaforización)

Estado actual del Sistema de Semaforización:

La evolución de los sistemas de control de tránsito ha estado vinculada en forma directa a los semáforos desde los años 70, ya que éstos han sido los principales medios de operación en los últimos 40 años. La red semafórica de la ciudad ha sido pionera en Latinoamérica por su grado de tecnología aplicada, pero lamentablemente hoy, a fines del 2011, con 3800 cruces semafóricos, ha quedado obsoleta frente a las tecnologías y sistemas desarrollados en otras ciudades vecinas.

La zonificación es confusa en su forma de trabajo, ya que está dividida en 5 zonas que contemplan distintas áreas, las cuales se encuentran cruzadas entre empresas que operan el mantenimiento y empresas que proveen tecnología (sólo 2 empresas), tal como puede verse en la figura nro. 2

El sistema posee 1 comando central en Carlos Pellegrini 271, y 5 centros de control situados en Dorrego y Alcorta (área 3), Machado 94 (área 4), Seguí entre Gaona y Neuquén (área 6) y Marcos Sastre entre Monroe y Miller (área 7), el 5to centro se halla ubicado físicamente dentro del comando central en Carlos Pellegrini 296.

## Operación y mantenimiento de los sistemas de control



Figura nro.2 Fuente DG Tránsito del GCBA

Las tareas desarrolladas en materia de Control de Tránsito mediante la Señalización Luminosa son variadas, pero se pueden agrupar en 3 ejes:

1. Mantenimiento de instalaciones y equipamientos
2. Construcción de nuevos cruces
3. Modernización de equipamientos

Los componentes del Sistema a junio del 2011 eran los siguientes:

- 1a) un centro de control donde si bien existía conexión a los subcentros, no todas las 3700 intersecciones estaban conectadas.
- 2b) Espiras de lazo magnético (ya casi fuera de uso en el mundo) detectoras de flujo de tráfico en muy pocos puntos estratégicos (no más de 100), lo cual imposibilita trabajar en sistemas adaptativos.
- 3c) Algunos sistemas en carriles reversibles.
- 4d) Control de acceso a áreas restringidas obsoletos a nivel mundial.
- 5e,f,g) Sistema de control semafórico conectado a no todas las intersecciones, con distintos tipos de controladores que no se interfasean entre sí, lo que genera problemas en la generación de onda verde.
- 6h) Carteles Inteligentes de mensaje variable, que recién en este año han sido conectados al centro de control, pero falta ubicaciones específicas, fuera de la ciudad.

## A.- Comando de Control Centralizado de Tránsito de la Ciudad de Buenos Aires



## B.- Detectores vehiculares



Espira Detectora Vehicular identificada con señal preformada en demarcación horizontal

## C.- Sistemas de control automático de reversibilidad de carriles



D.- Control de accesos a áreas de circulación restringida



Sistemas de control semafórico

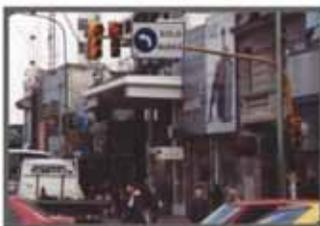
H.- Carteles de Leyenda variable



fuente: Presentaciones de la DG de Tránsito en Congreso

Sistemas de control semafórico

E.- Priorización de circulación de vehículos de transporte de pasajeros



Problemas Existentes (a septiembre del 2010)

PROBLEMAS TECNOLÓGICOS EN LA SEMAFORIZACIÓN

- Falta de planificación
- Falta de integración en existente Centro de Control de Sistemas ITS e incompatibilidad entre sistemas
- Controladores de tránsito de funcionalidad muy limitadas
- Controladores y protocolos de comunicación de estándar propietario
- Altos niveles de consumo de energía

Sistemas de control semafórico

F.- Sistema de Supervisión Visual del Tránsito mediante cámaras de TV.



IMPACTO EN LA CIUDAD Y EN LOS USUARIOS

- Altos índices de siniestralidad y mortandad
- Altos índices de congestión
- Altos niveles de contaminación ambiental
- Tiempos de viaje y número de paradas excesivas
- Información al usuario deficiente y poca oportuna
- Tiempos de respuesta grandes
- Altos costos por congestión
- Pocos oferentes para servicios técnicos de sistemas de control de tránsito

La estrategia planteada para actualizar los sistemas y emigrar a un verdadero sistema ITS debería ser la siguiente:

Sistemas de control semafórico

G.- Sistema de comunicaciones con la utilización de una Red de Fibra Óptica





La correcta vinculación con el AMBA, para establecer un Sistema de Gestión y Control del Tráfico Urbano se debe concretar en 3 ámbitos:

1. **Ámbito Social:** un sistema de transporte ciudadano confortable que esté al servicio de la comunidad.
2. **Medio Ambiente:** un sistema de transporte ciudadano que proporcione unos niveles de contaminación atmosférica y acústica aceptables.
3. **Ámbito Económico:** un sistema de transporte ciudadano eficiente y sostenible

El concepto incluye los siguientes ámbitos de aplicación: Gestión y control de los sistemas semafóricos, gestión del transporte público de la ciudad, gestión de la seguridad en túneles urbanos, gestión de vías de peaje urbano, gestión de los sistemas de estacionamiento, gestión de las áreas de tráfico restringido a determinados vehículos, gestión de las zonas de la ciudad dedicadas a tráfico de peatones y bicicletas, servicios de ingeniería de la regulación y ordenación del tráfico y sistemas de información en tiempo real al usuario del tráfico y transporte. Ello incluye la construcción de un Centro General de Control Inteligente (del AMBA), detección automática de incidentes, control de accesos, guiado a estacionamientos, prioridad de buses, sistemas de información al usuario (que incluyan señalización en carteles de mensaje variable, kioscos de información, y pagina web entre otros), señalización luminosa a Leds con cartelería de mensajes variable; detección y tomas de datos del tránsito (clasificación; conteo, velocidad, congestión, etc.), sistemas de localización geográfica del transporte (sistemas GIS), coordinación entre los centros de control de los distintos medios de transporte e información al viajero en paradas de buses (paradas inteligentes).

### Ejemplos de Paradas inteligentes

Valencia:



Paris-Plaza de la Bastilla



La Coruña



Ejemplo de Parada Inteligente de Paris, bus, y alquiler de bicicletas mas información on line

Estas aplicaciones requieren sistemas redundantes de seguridad específicos, en suministro de energía y software.

## 2. Sistemas de Bicicletas Públicas

El Programa Bicicletas de Buenos Aires, contempla:

- La construcción de una Red de Ciclovías Protegidas.
- Infraestructura para Estacionamientos de Bicicletas.
- Un Sistema de Alquiler de Transporte Público de Bicicletas.
- Promoción y Educación Vial para fomentar el cambio cultural que implica introducir la Bicicleta como alternativa real y sustentable de Transporte.
- Programa de Responsabilidad Social Empresaria para fomentar el uso de la bicicleta.

En CABA el 60% de los viajes que realizamos es de una distancia menor a 5 km, lo cual genera una traza ideal para realizar en bicicleta. El objetivo principal es fomentar el uso de la bicicleta como medio de transporte ecológico, saludable y rápido. Este programa está en línea con las tendencias mundiales en las principales ciudades del mundo, como París, Nueva York, Barcelona y Bogotá.

### Sistema de Alquiler de Transporte Público de Bicicletas

El objetivo de este sistema es instaurar la bicicleta como medio de transporte. Se trata de brindar a los ciudadanos la opción de alquilar una bicicleta para realizar un traslado que puede ser una conexión entre medios de transporte como medio alternativo y complementario de otros (subte, tren, colectivo). Por esa medida se incentivará la rotación del uso de la bicicleta. Por ahora el servicio es gratuito, pero a futuro el usuario podrá acceder a un abono anual en donde los primeros 30 minutos estarán incluidos, mientras que se cobrará un adicional cada media hora. Habrá un abono diario y uno semanal que no incluirá limitaciones de tiempo de uso en todo el día.

La bicicleta se podrá alquilar y devolver en forma automática en cualquiera de las estaciones de alquiler que habrá en un comienzo concentradas mayoritariamente en el área central de la ciudad. El sistema comenzará con 1000 bicicletas.

El horario de servicio funciona de lunes a viernes entre las 8 y las 20 h y los sábados de 9 a 15 h. La documentación necesaria para asociarse es DNI, cédula o pasaporte (original y copia) y una factura de un servicio a nombre, o certificación policial de domicilio.

El ingreso al sistema se hace por registro en cualquier estación o pre-registro por página web. Para ello se presenta se identifica al usuario. A quien una vez registrado, se le asigna un número de PIN con el que retira la bicicleta, la cual se puede utilizar con un límite de 2 horas. Luego debe devolverse en la estación más próxima al destino. El servicio es gratuito y tiene amplia cobertura horaria.

Por ahora hay 500 bicicletas y el servicio es gratuito, existiendo 17 estaciones habilitadas: Aduana, Facultad de Derecho, Retiro, Plaza Roma, Plaza Italia, Parque Lezama, 9 de julio y Perón, Congreso, Parque Las Heras, UCA, Tribunales, Plaza Vicente López, Plaza Once, Estación Pacífico, Virrey Cevallos y Av. San Juan, Plaza Houssay y, la última, Plaza de Mayo.

La cantidad de ciclistas aumentó el 120% en un año y ya hay registradas 22.300 personas. Desde el inicio del sistema, se hicieron 159 mil viajes.

Las inversiones posibles en sistemas ITS es la creación de Estaciones Inteligentes, que incluyan:

- a. Conexión a centro de control de tránsito y transporte
- b. Interconexión a otros centros
- c. Sistema de alquiler on line por sms, pagina web, o Smartphone
- d. Información al usuario

## 3. Metrobus

El Metrobus es un sistema conocido a nivel mundial como Bus Rapid Transit (BRT). En Buenos Aires el Metrobús de Juan B. Justo constituye la primera experiencia de este tipo, y busca llegar a las casi cien mil personas que todos los días viajan de Liniers a Palermo (y viceversa).

Inversiones a realizar para el mejoramiento del sistema ITS

- a. Actualmente el boleto se compra al subir, lo que causa que se formen las mismas filas similares a las de un colectivo común, y se pierde gran parte de la rapidez y la comodidad de un BRT. Por esta razón se hace necesario incorporar ventanillas de venta de boletos en las estaciones, o validación de tarjeta de pago cuando se entra a la estación.
- b. Las estaciones deberían estar cerradas y con molinetes de entrada/ salida para la validación del pago de pasaje (sistema parecido a la línea de subtes).
- c. Se deberían de instalar máquinas expendedoras de tarjetas Y/o recargo.
- d. Esto incrementa significativamente el desempeño del sistema (pues pueden entrar y salir más personas del bus cuando se detiene) y evita los problemas de evasión de tarifas. Además, hace más fácil un seguimiento completo de los orígenes y destinos de los usuarios del sistema según las estaciones (y no los vehículos) donde entran y salen del sistema.
- e. Implementación de un centro de control inteligente: hace un monitoreo permanente de la operación completa del sistema. Desde este centro se hace seguimiento de la planificación de servicios que se ha acordado semanalmente y se envían y reciben mensajes en tiempo real con los conductores de cada vehículo. También se toman decisiones y dan instrucciones en caso de accidentes, problemas de operación, o en caso de necesitar un vehículo adicional para cubrir un servicio

también se solicita desde este centro de control. Este centro implica sistemas de comunicación permanente con los vehículos (generalmente a través de GPS), con personal en la vía, y la existencia de software especializado para hacer el seguimiento de los vehículos, más una serie de monitores que rastrean permanentemente la actividad de las estaciones y, en algunas ocasiones, lo sucedido dentro de los vehículos.

f. Sistema de información al usuario en tiempo real, mediante una página web que contenga una base de datos con la información; y/o mediante mensajes de texto (SMS) al celular del usuario. Esto se complementa en las estaciones con una pantalla con información en tiempo real sobre los servicios, información sobre las estaciones e interconexión con los otros centros de control de transporte público y a estaciones de trasbordo.

g. Sistema de cartelería inteligente dentro de las estaciones y en los buses.

#### 4. Sistemas ITS en Autopistas



Como se puede observar en la figura, la ciudad de Buenos Aires tiene 4 accesos por autopistas

##### Características de las Autopistas

###### Acceso Norte (posee el primer sistema ITS)

La longitud de la autopista es de 119,935 Km. Y posee un tránsito de 347.652 vehículos/día

El servicio, cuenta (a diciembre del 2010) con: 25 cámaras de video, de alta sensibilidad montadas en domos móviles. 6 carteles electrónicos de mensaje variable. 4 carteles electrónicos de control de velocidad. 4 carteles de aviso de niebla. 5 centrales meteorológicas. 132 postes SOS y Sensores de aviso del nivel de los arroyos.

El sistema se opera desde un Centro de Control situado en San Isidro, provincia de Buenos Aires y cumple con lo siguiente: Gestionar el tráfico y sus incidencias, Comandar los mensajes a comunicar en los Carteles de Mensajes Variables., Programar desvíos. Responder y grabar llamadas de emergencias. Coordinar adecuadamente los recursos de Seguridad Vial. Colaborar con las fuerzas de seguridad.

###### Acceso Oeste.

La longitud es de 55,050 Km. Y posee un tránsito de 268.022 vehículos/día

Se encuentra implementada la primera etapa del proyecto de ITS, contando con 14 cámaras de circuito cerrado de televisión para el monitoreo y control en tiempo real del estado de la calzada y de las posibles incidencias que puedan estar sucediendo en la autopista, presentando los siguientes sistemas: Sistema de Video en Calzada, Sistema de Aforadores, Sistema de Postes SOS, Sistema de Video Seguridad, y Sistema de Gestión de Explotación

###### Autopista La Plata – Buenos Aires.

Posee una longitud 62,600 Km y un tránsito: 206.137 vehículos/día

Se ha desarrollado un ITS que cuenta con 4 cámaras de conteo automático de volúmenes de tránsito, ubicadas en el tramo Hudson – La Plata, además de carteles de mensajes variables y cámaras de circuito cerrado de TV. Todo ello es monitoreado desde el Centro de Control en Hudson, provincia de Buenos Aires.

Se están aplicando nuevas tecnologías en autopistas -a través de la empresa de la Ciudad AUSA-, semáforos y cartelería para ordenar el tránsito y mejorar la seguridad vial, pero esto debe hacerse bajo una normativa de interoperabilidad entre los sistemas

*Las posibles inversiones en este ámbito radica en gestionar un sistema de interoperabilidad en el manejo de tags o tarjetas inteligentes de peaje, que eviten las colas en los horarios picos, y hagan eficaz el uso de las mismas.*

##### Inversión en Proyectos ITS

Debe implementarse un sistema de telepeaje dinámico en los Accesos y en los Corredores Viales, las Rutas Nacionales más importantes del país, cuyos objetivos sean:

- Que sea universal para toda la Red de Accesos a la Ciudad de Buenos Aires; es decir: que sea interoperable. Esto implica el uso de un dispositivo transponder (TAG) o etiquetas que permita la interoperabilidad del sistema.
- Que garantice un mínimo índice de fallas (con ratios de fiabilidad superiores al 99 %).
- Posibilitar la expansión e integración de la Red de Accesos a Buenos Aires con los Corredores Viales Nacionales.

Para cumplir estos objetivos se deberá:

- Nuevo sistema de Telepeaje de última generación que se utilizará en todas las autopistas de la Ciudad de Buenos Aires. Es más moderna y más económica, permitiendo abaratar el costo del dispositivo un 70%, permitiendo la interoperabilidad de sistemas (cruzando también el mismo con un sistema de estacionamiento).
- Aumento del Sistema de paneles de cartelería variable bajo normas similares a los instalados en la Red de Accesos a Buenos Aires.
- Instalar postes SOS cada 5 kilómetros y estaciones meteorológicas asociadas a la red inteligente de control.
- Colocar Contadores de Tránsito permanentes, multifuncionales.
- Incorporación de nueva señalización luminosa (LED) que mejora las condiciones para la seguridad vial.
- Mejoramiento del monitoreo de la autopista para dar una rápida atención a los accidentes.
- Instalación de pilotes retráctiles en las rampas de acceso a las autopistas que se elevan en casos de congestión, accidentes o tareas de mantenimiento para ordenar el tránsito.

## 5. Sistemas ITS en Subterráneos y Ferrocarriles

Si bien existen centros de control en algunas de las líneas, éstas no se encuentran vinculadas entre sí, a nivel de sistemas ITS. La reducción de los intervalos de frecuencia requiere una inversión en sistemas de señalamiento inteligente, y sistemas de información al usuario, interconectados entre sí, y con los distintos sistemas de control entre otros medios de transporte. También deberá diseñarse un sistema inteligente para pasos a nivel, puentes y túneles, asociados a sistemas de información al usuario.

Infraestructura a diciembre de 2010

	Red de Subterráneos						Largo y Tubería	Subtotal	Troncales	Total
	A	B	C	D	E	F				
<b>Longitud de vías (en km)</b>										
Vías de cercanías	17,4	20,7	8,9	20,9	19,4	4,2	0,0	81,3	13,2	104,7
Vías de troncales	3,2	1,0	4,0	2,1	1,2	0,0	1,2	20,7	0,3	23,2
Vías de campo	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,8
<b>Total</b>	<b>20,8</b>	<b>22,0</b>	<b>12,9</b>	<b>23,0</b>	<b>20,6</b>	<b>4,2</b>	<b>1,2</b>	<b>102,8</b>	<b>13,5</b>	<b>116,3</b>
<b>Longitud de líneas (en km) (entre estaciones cubiertas)</b>										
	8,72	10,24	4,44	10,48	9,70	2,10	—	48,70	7,60	66,30
<b>Número de estaciones:</b>										
	28	15	9	16	11	6	—	77	10	87
<b>Tensión eléctrica (en kv)</b>										
	1.100	800	1.500	1.500	1.500	1.500	—	—	750	—

Tabla 3: Infraestructura total del subte en 2010 (fuente: CNRT)

**Proyectos posibles y necesarios de inversión en tecnología:**

- Centro de control conectado al Centro General de Administración de Tránsito y Transporte.
- Señalamiento luminoso y cartelería de mensajes variables (led)
- Intercomunicación entre las líneas, con carteles de información al usuario sobre estado de las otras líneas (frecuencia) y la interconexión entre las mismas (centros de transbordo).

**d. Información al usuario mediante página web y sistemas a celulares.**

**e. Implementación de recarga de tarjetas de uso con cobro por tarjeta de crédito y/o por celulares**

Observaciones: si bien TBA posee un pequeño centro de control, no existe una eficiente utilización de la misma, es decir, el pasajero no dispone de la información esencial de tiempo de demora entre las formaciones. Esto provoca en horas pico, la incomodidad de los usuarios, ni de la información del estado otros sistemas de transporte público.

## 6. Relación entre la ciudad y el AMBA

En Buenos Aires y su región metropolitana se realizan 22 millones de viajes diarios en un sistema de transporte desarticulado pero muy completo, que se describen en otros capítulos de este libro.

Se estima que el 60% de los 22 millones de viajes diarios de la Región se realiza por transporte público, lo que configura una proporción significativa en comparación con otras ciudades, aunque ésta ha venido reduciéndose constantemente en las últimas décadas. En este tema se encuentra el origen de buena parte de los problemas de movilidad de Buenos Aires que reconoce causas coyunturales en el aumento del parque automotor y el estancamiento y progresivo deterioro del sistema de transporte público<sup>6</sup>.

El sistema debe indudablemente desarrollar una política de financiamiento que no solamente resulte equitativa sino que favorezca la utilización de los modos de transporte masivos y desaliente el uso indiscriminado del automóvil particular, sumándose un plan de acción estratégico en el uso de la tecnología aplicada al transporte.

El sistema de transporte de Buenos Aires presenta aspectos positivos y negativos, que surgen de una evolución dispar en el nivel de inversión y cambios de prioridades dedicados a la infraestructura del sector.

<sup>6</sup> La Región Metropolitana debe tender a un realineamiento concertado de las políticas urbanas de todas las jurisdicciones, estructurando el sistema de transporte de acuerdo con el rol que le es propio a cada modo de transporte, caracterizados de la siguiente manera:

- Ferrocarril Suburbano: sistema troncal orientado a los flujos masivos.
- Subterráneo: descongestionamiento del micro y macrocentro, para lo cual debe ampliarse la red dentro de los mismos, sirviendo además las áreas de gran concentración poblacional localizadas a distancias moderadas del Área Central e incrementando su conectividad con el ferrocarril.
- Transporte Automotor Público: funciones complementarias de los dos anteriores en corredores radiales, funciones principales en los corredores transversales y en otros no atendidos por los modos ferroviarios, y claro protagonismo como alimentador del sistema troncal.
- Automóvil Particular: conceptualmente para flujos fuera de las horas pico y fuera de los corredores principal

Aspectos positivos a resaltar:

Amplia variedad de modos y desarrollo del sistema vial.  
 Inversión histórica de recursos en el sistema de transporte  
 Alcance-cobertura geográfica generalizada de servicios de transporte  
 Nivel de demanda de transporte público relativamente alto para los ingresos  
 Tejido urbano compacto, mezcla de usos del suelo y densidades altas  
 Alta y activa participación del sector privado en la provisión de servicio de auto transporte

Aspectos negativos que sobresalen:

Estancamiento de inversión en transporte público, a favor de inversiones para el automotor particular. Esto surge porque el sistema no es concebido como tal: no existe integración de modos. En consecuencia vemos:

- Deterioro de calidad de servicio de auto transporte automotor
- Ausencia de fiscalización activa
- Externalidades no reflejadas en precios percibidos por usuarios
- Ausencia de institución encargada de gestionar el sistema de transporte

Podemos definir para estos temas dos áreas temáticas que pueden brindar soluciones a los estos problemas: las estrategias de gestión de la demanda (TDM) y las aplicaciones de sistemas de transporte inteligente (ITS)

Estrategias de gestión de demanda (TDM):

Este sistema engloba medidas que aumentan la eficiencia del sistema de transporte. Conciben a la movilidad como un medio hacia un fin más que un fin en sí mismo. Por lo tanto, enfatizan el movimiento de personas y bienes por encima del movimiento de los vehículos y de esta manera priorizan los modos más eficientes, especialmente en condiciones de congestión.

Las ventajas de la aplicación de TDM son: mayor rédito económico, flexibilidad, beneficios a los consumidores, equidad, Justificación económica y sustentabilidad del sistema de transporte

La clasificación de las estrategias TDM más comúnmente adoptada son:

- Mejoras en las opciones de transporte – estrategias que mejoran la calidad y variedad de servicios de transporte disponibles.
- Incentivos para usar modos alternativos al automóvil particular y reducir el manejo individual – incentivos de diversa índole (financieros en general) que promueven un cambio hacia modos más eficientes.
- Estrategias de estacionamiento y usos del suelo – estrategias que conducen a configuraciones de usos de suelo accesibles, reducen la demanda de viajes y hacen más eficientes los modos alternativos al automóvil particular. Diseño y normativa urbana con pautas que hacen más amigable el uso del transporte

público: usos del suelo mixtos, densidades, tipología de tejido.

- Reformas en políticas de transporte e institucionales – cambios organizativos que superan obstáculos y contribuyen a la implementación de estrategias TDM.

**7. Utilización de Sistemas de Transporte Inteligente**

Las aplicaciones ITS apuntan a la integración de innovaciones tecnológicas, en el diseño vial y en la gestión y operación del sistema de transporte para mejorar el rendimiento de la infraestructura. Si bien tienen un fuerte punto de coincidencia con las estrategias TDM por cuanto se limitan al uso de la capacidad instalada, las aplicaciones ITS no buscan, en sí mismas, la racionalización en el uso del sistema sino permitir su funcionamiento más eficiente y pueden generar resultados contrarios a los objetivos perseguidos por las estrategias TDM.

Como ya hemos definido, las aplicaciones ITS pueden ser instaladas en los vehículos, en centrales de control o en la infraestructura y han sido diseñadas para aprovechar el inmenso crecimiento de las tecnologías de comunicación para mejorar el acceso a información acerca del sistema en tiempo real para usuarios, reguladores y proveedores.

Algunas de las tecnologías sobre las que se apoyan los sistemas ITS son: comunicación inalámbrica, tecnología informática, tecnologías de sensores de tránsito, video de detección de vehículos, telefonía celular.

Las aplicaciones más comunes que se pueden implementar son:

- Delimitación de zonas tarifadas según nivel de congestión
- Control y fiscalización de tránsito automatizado
- Sistemas de notificación de vehículos de emergencia
- Sistemas de cobro de peaje electrónico unificados en una interoperabilidad de elementos
- Límites de velocidad variables
- Sistemas para evitar colisiones
- Secuenciación semafórica dinámica

Ante lo planteado, la Ciudad y específicamente el AMBA deben propender a mejorar y optimizar la infraestructura vial, con la inclusión de medios tecnológicos de avanzada, integrados e interconectados todos entre sí, Posibilitando contar con sistemas de información sobre el estado del tránsito, el estado de las calles, de las autopistas, etc.

La información recabada podrá de esta manera ser re direccionada a los ciudadanos tanto sea a los peatones, y conductores de vehículos de transporte de pasajeros beneficiando de esta manera a los usuarios del mismo, o a los conductores de vehículos particulares, pudiendo estos evitar embotellamientos, logrando obtener una<sup>a</sup> mayor eficacia en el transporte y en el tránsito.

El manejo de información permite elaborar políticas públicas en la materia que se estudia, ya que al obtener a través de la innovación tecnológicas la recolección de datos, se puede estimar la cantidad de incidentes que se provocan en la ciudad, ya sea por siniestros de tránsito, para lo cual es necesario recurrir a los sistemas de emergencia, como si existen cortes de tránsito y de esta manera re direccionar el tránsito.

Asimismo los datos obtenidos se podrán utilizar para las consecuencias de los siniestros de tránsito, teniendo en cuenta que la Seguridad Vial se compone por tres factores, el Factor Humano (conductor, usuario), Factor Vehículo y el Factor Infraestructura (compuesta la misma por el estado de las vías, el tiempo y otros).

Por ende si el tránsito es monitoreado por diversos sistemas nos permitirá saber cuáles son los puntos negros en nuestra vía pública y contribuirá a disminuir los siniestros de tránsito, ya que ante la aplicación de tecnologías podríamos determinar si el mismo se debió a una falla en la infraestructura, en la conducta humana o en el vehículo, también podríamos obtener estadísticas en tiempo real, permitiéndose un estudio pormenorizado del porque de los hechos de tránsito que tantas vidas cobra en nuestro país no estando exenta de esto nuestra ciudad.

Asimismo, respecto al tránsito, podrán los usuarios saber el estado de las vías, condiciones climáticas, distancias y caminos más convenientes, zonas de congestión vehicular, disponibilidad de estacionamiento en sus distintas modalidades.

En cuanto al transporte, se optimizarán los servicios ya que con mayor eficiencia podemos saber el estado del transporte, las conexiones a realizar, y la accesibilidad de forma adecuada a los Centros de Tránsito.

Posibles Inversiones en Proyectos de sistemas ITS que se deben implementar entre ciudad y AMBA son:

- Peaje de flujo libre en todas las autopistas de acceso a Buenos Aires
- Control de accesos y tarificación vial (en el marco del micro centro)
- Intercambiadores y estaciones (requiere consultoría técnica) inteligentes.
- Sistemas de información (en shoppings, paradas de buses, estaciones y avenidas)
- CCTV para cruces específicos
- Red de comunicaciones en todas las aéreas (requiere consultoría técnica)
- Detección automática de incidentes en cruces de alta accidentalidad y detección de datos en los corredores.
- Sistemas de Guiado a estacionamientos en macro y micro centro, con sistemas de estacionamiento medido.
- Coordinación entre cruces de nivel y sistema de tránsito y seguridad vehicular y peatonal en cruces peligrosos como del FFCC Sarmiento (requiere consultoría técnica para otros FFCC)

## 8. Inversiones en Otros Proyectos de Tecnología:

### a) Mejoras Propuestas para buses

#### Corredores únicos exclusivos

Consiste en crear un solo carril exclusivo de buses de sentido (hacia centro) desde la 5 AM hasta las 14Hrs y sentido inverso desde las 14hrs hasta las 5 AM del día siguiente.

Las empresas de transporte deberán asignar coches comunes a un servicio semirápido solo en el recorrido de ida o vuelta según corresponda, respecto al horario pico

Operatoria: El ascenso y descenso de pasajeros se realizará tal como se estaba efectuando hasta al momento solo que en el servicio semirápido se realizará en lugares de ascenso específico. Las paradas de este servicio se corresponderán con los accesos a subtes cuando estuvieran sino en intersecciones de avenidas de tránsito (mínimo cuatro cuadras).referenciales.

Se requiere un semáforo exclusivo mas por parada para habilitar al bus a orillarse a la parada, para el ascenso del pasajero, luego se incorpora al carril exclusivo. Por lo que un coche es de ida es un servicio semirapido por carril exclusivo y de vuelta un servicio común por los carriles ya establecidos

Beneficios esperados

Pasajero: Menor tiempo de viaje con mayor eventual oferta

Empresa de Transporte: Mayor velocidad de la línea

Caso Ejemplo: Avenida Rivadavia y Nazca hacia el centro

#### Paradas de buses según franja horaria

Consiste en que según el horario pico de que se trate (si de ida o de regreso) operar con menos cantidad de paradas en el carril de horario pico y seguir manteniendo las mismas paradas en el otro recorrido y alternarlas según corresponda

## 9. Secretaria de Transporte como Contralor de Servicios de buses

#### Tecnología GPS para la gestión

Actualmente hay en el mercado sistemas que basándose en la comparativa de la información recolectada por los sistemas de GPS con el horario por diagrama que tiene asignado ese coche para esa vuelta y producto de este resultado se sentencia su situación horaria, esto es en hora, adelantado o atrasado. También se pueden actualizar y o modificar la planilla de horario on-line ante una variación, producto de alguna anomalía en su trayecto ( cortes, desvíos, etc)

De esta manera las empresas de transporte procuran obtener un beneficio ante la regularidad en la oferta, léase cumplimiento del diagrama. Así las cosas la empresa entiende que en la regularidad esta una base que justifique la inversión inicial y el costo de este servicio.

Esta es una mirada absolutamente útil solo para la empresa y los pasajeros de esa línea. Que sucede cuando dos o más empresas que comparten la mayor parte de un recorrido tienen este sistema?, procuran que sus unidades lleguen inmediatamente antes a las paradas que la de la empresa competidora. Aquí los pasajeros que usualmente pueden tomar indistintamente más de una línea de buses para un mismo trayecto se encuentran que la oferta global de estas empresas es en ocasiones inelástica negativa, es decir en determinados momentos no hay oferta que supla la necesidad del pasajero. Esta mirada de las cosas necesita de una autoridad de control que tenga por fin ajustar la oferta de todas las empresas bajo el concepto de elasticidad unitaria o en equilibrio en donde la oferta es idéntica a la demanda, en pos de lograr satisfacción general. En este contexto las empresas no ofertan por demás, no generan baches sin servicios y se tiende a no congestionar el tránsito entre otras bondades.

Debiera pues existir un orden que solo la autoridad de contralor lo puede implementar y sostener.

Tecnológicamente los equipos GPS pueden tener más de un destino de información con lo cual habría que direccionar a una dirección específica que sea el input de un centro de monitoreo dispuesto para este fin. En este punto, los pasajeros que usualmente pueden tomar indistintamente más de una línea de buses para un mismo trayecto se encuentran que la oferta global de estas empresas es en ocasiones inelástica, es decir en determinados momentos no hay oferta que supla la necesidad del pasajero y viceversa. Esta mirada de las cosas necesita de una autoridad de control que tenga por fin ajustar la oferta de todas las empresas bajo el concepto de elasticidad unitaria o en equilibrio en donde la oferta es idéntica a la demanda, en pos de lograr satisfacción general, al menos en la parte del recorrido que comparten. En este contexto las empresas no ofertan por demás, no generan baches sin servicios y se tiende a no congestionar el tránsito entre otras bondades. Debiera pues existir un orden que solo la autoridad de contralor puede implementar y sostener.

Tecnológicamente los equipos GPS/GPRS pueden tener más de un destino de información con lo cual habría que direccionar a una dirección específica que sea el input de un centro de monitoreo dispuesto para este fin además del que disponga la empresa como un servicio propio o tercerizado.

#### **a) Reacondicionamiento en buses**

Para facilitar el ingreso, luego abonar y evitar filas de pasajeros en la vereda lentificando el acceso por ende la partida del coche obstaculizando el tránsito.

La intención es lograr una mayor velocidad a la línea, acotar al máximo el tiempo de parada es decir aportar a la fluidez del tránsito.

#### **b) Matriz de origen / destino On line 7x24hrs**

##### Estado de situación actual

La tarjeta SUBE actualmente tiene 16 casilleros con una llave individual y/o una sola genérica (electrónica y no difundida)

Cada casillero tiene una capacidad de 48 bytes

Es de suponer que actualmente usan solo 4 o 3 de los 16 casilleros y que los restantes están cerrados. Si se decide utilizar al menos un casillero para grabar un ID, la siguiente propuesta puede ser viable.

##### Operatoria

Al ingreso del pasajero, cobrarle la tarifa máxima en el lector ya dispuesto, al descenso el pasajero deberá apoyar su tarjeta SUBE en otro lector dispuesto físicamente en la puerta de descenso para devolverle la diferencia, y asegurarse así que lo haga, quienes viajen hasta la cabecera (léase final de recorrido), no tendrán claro está devolución alguna.

A las tarjetas se les deberá cargar no solamente el saldo sino también un número de identificación, para que la matriz que de relacionada e individualizada (ascenso y descenso), esta operación se realiza en el mismo momento que se carga saldo como se hace actualmente

La información que se genera puede ser enviada vía GPRS y alimentar un centro de monitoreo para el estudio del comportamiento del pasajero (demanda), y de la empresa de transporte (oferta) sabiendo el nivel de ocupación y frecuencia, con las presencia de un contralor encontrando el equilibrio entre estas.

#### **10. Mejoras Propuestas para vehículos particulares**

##### **a) Matriz de origen y destino vehículos particulares**

RFID (siglas de Radio Frequency IDentification, en español Identificación por radiofrecuencia) es un sistema de almacenamiento y recuperación de datos remoto que usa dispositivos denominados etiquetas, transpondedores o tags RFID. El propósito fundamental de la tecnología RFID es transmitir la identidad de un objeto (similar a un número de serie único) mediante ondas de radio. Las tecnologías RFID se agrupan dentro de las denominadas Auto ID (Automatic Identification, o Identificación Automática).

Una etiqueta RFID es un dispositivo pequeño, similar a una pegatina, que puede ser adherida o incorporada a un producto, animal o persona. Contienen antenas para permitirles recibir y responder a peticiones por radiofrecuencia desde un emisor-receptor RFID. Las etiquetas pasivas no necesitan alimentación eléctrica interna, mientras que las activas sí lo requieren. Una de las ventajas del uso de radiofrecuencia (en lugar, por ejemplo, de infrarrojos) es que no se requiere visión directa entre emisor y receptor.

Las etiquetas RFID pueden ser activas, semipasivas (o semiacivas, asistidas por batería) o pasivas. Los tags pasivos no requieren ninguna fuente de alimentación interna y son en efecto dispositivos puramente pasivos (sólo se activan cuando un lector se encuentra cerca para suministrarles la energía necesaria). Los otros dos tipos necesitan alimentación, típicamente una pila pequeña.

Dependiendo de las frecuencias utilizadas en los sistemas RFID, el coste, el alcance y las aplicaciones son diferentes. Los sistemas que emplean frecuencias bajas tienen igualmente costes bajos, pero también baja distancia de uso. Los que emplean frecuencias más altas proporcionan distancias mayores de lectura y velocidades de lectura más rápidas. Así, las de baja frecuencia se utilizan comúnmente para la identificación de animales, seguimiento de paquetería, o como llave de automóviles con sistema antirrobo. Las etiquetas RFID de UHF se utilizan comúnmente de forma comercial en seguimiento de palé y envases, y seguimiento de camiones y remolques en envíos.

Algunas autopistas, como por ejemplo el carril de Telepeaje IAVE en las autopistas de CAPUFE en México, la FasTrak de California, el sistema I-Pass de Illinois, el telepeaje TAG en las autopistas urbanas en Santiago de Chile, la totalidad de las autopistas de pago argentinas y la Philippines South Luzon Expressway E-Pass utilizan etiquetas RFID para recaudación con peaje electrónico. En Nueva York, la mayoría de los vehículos que transitan habitualmente por los puentes y los túneles de peaje que comunican la isla de Manhattan con el continente utilizan el sistema E-ZPass, basado en esta tecnología. Las tarjetas son leídas mientras los vehículos pasan; la información se utiliza para cobrar el peaje en una cuenta corriente o descontarla de una tarjeta prepago. El sistema ayuda a disminuir el entorpecimiento del tráfico causado por las cabinas de peaje. En España la mayoría de las autopistas de peaje ya permiten el pago mediante el sistema Vía-T, que instala en los vehículos una etiqueta RFID pasiva o semipasiva que se activa al pasar bajo los lectores que hay debajo de las marquesinas de los peajes.

Con una normativa de respaldo podrá utilizarse no solo como medio de pago sino como medio de identificación de ingreso y traslado dentro de la ciudad. Esto permitiría saber entre otras cuestiones:

- Punto de ingreso y cantidad de vehículos
- Recorrido preferencial según destino
- Identificación de camino crítico
- Dispersión

**Objetivo:** Diariamente y on line se conoce el estado de situación, se pueden crear modelos de comportamiento esperado y tomar acciones conforme a ello. Análisis de sistemas de transporte alternativos y toda acción que contribuya a una mayor fluidez del tránsito

**NOTA:** en proceso de averiguación, Policía Federal tiene ya un sistema que suple a este por medio de identificación mediante cámaras de número de patente en las entradas de la ciudad y en los móviles policiales con transmisión automática a centro de monitoreo para constatar si tienen captura, pero bien se le podría dar un uso orientado hacia el transporte también, (son los mismos datos)

#### **b. Emisoras de Radio**

Que traten la problemática del transporte desde el conurbano hasta microcentro. Una que considere desde Zona sur hasta zona de acceso Liniers, y desde Av. Francisco Beiro hasta Río de la Plata, tratando la problemática de barrios también a la zona de influencia. De modo que ajusta el dial en la emisora que le brindara información que necesitara para llegar de la mejor manera a destino

#### **c. Transmisión Bluetooth de estado tránsito**

Hay muchos vehículos particulares hoy en día con GPS con pantalla de visualización, en su mayoría están provistos con bluetooth, por lo que si se hace una campaña para que lo tengan activado se podrían ubicar repetidoras en distintas avenidas que solo le envíen un mensaje de voz o texto o de restricción en la cartografía (por tiempo determinado) a los efectos que este en conocimiento de cualquier situación contingente próxima (exclusivamente) por la zona en que transita y así recalcular un camino alternativo.

## **Conclusiones**

Los sistemas de tecnología ITS no es de ningún modo sinónimo de automatización, ya que éstos se enfocan hacia las operaciones de un sistema de transporte, con lo cual su papel puede parecer ser de generación de medidas de corto plazo para resolver problemas de transporte. Sin embargo, para que los ITS tengan el máximo impacto, deben planearse, desarrollarse y llevarse a cabo de acuerdo a una visión de mediano y largo plazo, no sólo por las características, tecnologías y servicios que es capaz de ofrecer, sino también por su necesaria integración con la planificación del uso de suelos y el diseño de la infraestructura de transportes, entre otros. Así, para la apreciación completa y la aplicación apropiada de ITS, se debe tener un enfoque del sistema global, lo que incluye aspectos como la arquitectura del sistema y estandarización de los sistemas. El desarrollo de un sistema ITS debe hacerse mirando desde su concepción inicial cual será su probable evolución, capaz de integrar nuevas opciones tecnológicas existentes o por desarrollarse.

Considerando la gran rentabilidad que genera la implementación de esta tecnología, hace interesante el área de gestión de tránsito y transporte, teniendo en cuenta la disponibilidad de enlaces de comunicaciones en la ciudad, de la continua baja de los precios de equipos electrónicos cada vez más eficientes y confiables, y de la necesidad urgente de renovar un

porcentaje importante de los controladores e instalaciones semaforizadas de la ciudad y de los distintos municipios que conforman el AMBA.

Es por esa razón que se considera de vital importancia, la creación de una Agencia Nacional de Sistemas de Transporte Inteligente, y su correspondiente área en el Ente Metropolitano Nación-CABA-Pcia de Buenos Aires, para el desarrollo de la Arquitectura Nacional para caminos, autopistas, túneles, semaforización, centros de control, subterráneos, ferrocarriles, etc., estudios e investigaciones asociadas entre universidades y empresas, normalización y homologación de tecnología: protocolos de transmisión de datos, telecomunicaciones, legislación ad-hoc.

## Referencias Bibliográficas

<http://www.fceco.uner.edu.ar/archivos/M2-04-Raposo-Cafarell.pdf>  
Correspondencia entre políticas públicas de inversión y desarrollo en Argentina Los cambios recientes en la provincia de Santa Fe, Raposo, Isabel y Cafarell, Sonia, Fac. de Cs. Económicas y Estadística - UNR  
Revista de economía aplicada número 51 (vol. XVII), 2009, págs. 55 a 80 EA, El valor del tiempo con congestión: el caso de la radial- Pedro Cantos Sánchez y Oscar Alvarez San-Jaime, Universidad de Valencia  
[http://salud.ciee.flacso.org.ar/files/flacso/AMBA/Man\\_AMBA/Manual\\_AMBA\\_1.pdf](http://salud.ciee.flacso.org.ar/files/flacso/AMBA/Man_AMBA/Manual_AMBA_1.pdf) (año 2011)  
Estudio estratégico preliminar accesos a la región metropolitana de Buenos Aires, El Transporte Ferroviario y los Subterráneos. Academia Nacional de Ingeniería Instituto del Transporte, documento número 2, 2011, Argentina.  
Informes del Centro Tecnológico de Transporte, Tránsito y Seguridad Vial, C3T, de la Universidad Tecnológica Nacional, Buenos Aires, Argentina  
ESTUDIO DE MEDIDAS Y APLICACIONES TECNOLÓGICAS PARA MAXIMIZAR LA CAPACIDAD INSTALADA DEL SISTEMA DE TRANSPORTE, Cámara Argentina de la Construcción, Lic. Haydeé Lordi, Arq. Francisco Ortiz, Ing. Daniel Russomanno, Ing. Daniel Bortolín, Presentación realizada en CODATU XIV 2010, Buenos Aires, Argentina.  
Bases para el plan Quinquenal de Transporte Argentino 2012-2016, Secretaria de Transporte, Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, Informe Preliminar, octubre 2011, Buenos Aires, Argentina.  
Plan Integral de Tránsito y transporte 2010 - GCBA  
Plan Integral de Tránsito y transporte 2016 - GCBA  
Plan Movilidad Sustentable, año 2010 - GCBA  
PLANIFICACIÓN DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE MODERNO, GUÍA PARA LA ARQUITECTURA DE UN SISTEMA INTELIGENTE DE TRANSPORTE, Proyectos FRAME ( financiados por la Sociedad de la Información de la Dirección General de la Comisión Europea (CE) como parte de la información de la Sociedad de Tecnología (TSI), Investigación y desarrollo tecnológico en el marco de programación de la Unión Europea IDT (1998-2002). Programa IST: [www.cordis.lu/ist/home.html](http://www.cordis.lu/ist/home.html) Sociedad de la Información DG: [europa.eu.int/comm/dgs/information\\_society/index\\_en.htm](http://europa.eu.int/comm/dgs/information_society/index_en.htm) Investigación de la CE: [www.cordis.lu/es/home.html](http://www.cordis.lu/es/home.html)

El tiempo es dinero: cálculo del valor social del tiempo en Lima Metropolitana para usuarios del transporte urbano, Denisse Calmet y Juan Miguel Capurro, Estudio de Banco Central de Reservas de Peru, 2011.

Control y gestión eficiente del tráfico particular en ciudades, Efficient control and management for individual traffic in cities, Klaus Banse Prof.Univ. Presidente. Fórum Internacional sobre Movilidade Urbana, Abril 26, 2011, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil

Estudio Diagnóstico de la Señalización Urbana, REPÚBLICA DE CHILE, MINISTERIO DE TRANSPORTES Y TELECOMUNICACIONES, SUBSECRETARÍA DE TRANSPORTES, Agosto 2009

EL TRANSPORTE URBANO Y METROPOLITANO EN ESPAÑA. MINISTERIO DE FOMENTO, Secretaría de Estado de Transportes, Secretaría General de Transportes, Dirección General de Transporte Terrestre, julio 2010.

INTRUPUBA, Investigación de Transporte Urbano Público de Buenos Aires, Secretaria de Transporte, Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, 2010

Transporte y calidad de vida en el Área Metropolitana de Buenos Aires. Marcela Cristini. 27 de junio de 2011

Transporte, Ambiente y Calidad de Vida, Sandra Scafati, Fundadora de Ecomujeres, El ambiente y la calidad de vida son parte de una misma visión. Año 2010

EL SUBTERRÁNEO, El modo de transporte troncal más adecuado para la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Mariano Mirotti, año 2010

Análisis estratégico del Sistema de transporte del área metropolitana de Buenos Aires, Roberto Agosta, Juan Pablo Martinez, PTUBA, año 2007

Folleto y Papers presentados en Congresos ITS de Mizar, Indra, Siemens, Motorola, IBM

Varios de Presentaciones de GCBA, por la Dirección de Tránsito y la Dirección de Transporte, de la Subsecretaría de Transporte, del GCBA, años 2009, 2010, 2011

Varios de Presentaciones realizadas por ITS Argentina, años 2009, 2010, 2011.

# INVESTIGACIÓN DE CAMPO: PRE-FISURACIÓN DE LAS BASES DE SUELO-CEMENTO PARA REDUCIR LAS FISURAS REFLEJAS

## AUTOR:

Tom Scullion - P.E. Research Engineer, Texas Transportation Institute - Texas A&M University

Traducción: Silvia Gómez de Faure - Traductora en Idioma Inglés (Universidad Nacional de La Plata)

## Resumen

Este trabajo describe un nuevo enfoque tendiente a minimizar la magnitud de la fisuración por contracción en bases de suelo-cemento de reciente construcción. La técnica, denominada micro-fisuración, se aplicó en tres calles urbanas construidas en Octubre del año 2000 en un nuevo subparcelamiento en College Station, Texas. Las bases en esas calles se diseñaron satisfaciendo la especificación 272 del Departamento de Transporte de Texas (1), cuyo requisito de resistencia a la compresión no confinada es de 500 psi (3,5 MPa), luego de un curado húmedo de 7 días. El agregado empleado en la base es una grava arenosa disponible en la zona. Para cumplir con este requisito de resistencia a compresión simple del Departamento de Transporte de Texas, el contenido de cemento debe variar entre 6% y 8 %, valor típicamente alto. Pero con este alto contenido de cemento, las calles del municipio de College Station han experimentado una considerable fisuración por contracción.

En consecuencia, en un intento por mitigar este problema, se realizó una evaluación del método de micro-fisuración. Tomando como base un estudio proveniente de Austria (2), esta técnica requiere un máximo de cuatro pasadas de un rodillo vibratorio de acero aplicado unos pocos días después del acabado. Con ello se introdujo una red de grietas o fisuras muy finas en la base, en una etapa temprana de su vida, con la idea de que estas "micro-fisuras" minimizaran las fisuras mayores asociadas con la contracción de las bases de suelo-cemento. Más aún, como esta práctica se realiza sólo unos pocos días luego de la colocación, la micro-fisuración no impactará sobre la capacidad estructural total de los pavimentos ya que las fisuras se "volverán a sanar" y la base continuará ganando resistencia con el paso del tiempo. Durante este estudio, la rigidez de la base se monitoreó con dos dispositivos: el Medidor de Rigidez Humboldt y el Deflectómetro de Impacto (Falling Weight Deflectometer - FWD) comprobándose grandes reducciones en la rigidez inmediatamente después de la micro-fisuración; no obstante, luego de 2 días de recuperación, la base volvió a ganar la mayor parte de su rigidez inicial. Transcurridos 6 meses se realizó una inspección visual y se midió la resistencia estructural con un Deflectómetro de Impacto, comprobándose que la rigidez de la base era elevada y escasa presencia de fisuras en cada uno de los tres tramos de control.

En base a este estudio se desarrolló un anteproyecto de especificaciones para incorporar el método de micro-fisuración a futuros proyectos. Los tramos de suelo-cemento descritos en este informe tenían todos un espesor de seis pulgadas (15 cm) y el trabajo se terminó en el otoño con una temperatura ambiente de 75 a 80 grados °F (23,9 a 26,7 °C). Obviamente, se necesitarán más trabajos para determinar qué cambios será necesario introducir en estas especificaciones cuando se trabaje con bases de mayor espesor, con bases de menor resistencia o cuando la construcción se lleve a cabo con tiempo frío o caluroso.

## Introducción

La ciudad de College Station ha presentado un informe sobre los problemas que se han presentado en relación al comportamiento (rendimiento) de los pavimentos en varias de sus recientemente construidas calles urbanas. En la Figura 1 se muestran dos ejemplos de pobre comportamiento en tramos de aproximadamente 9 años de vida. Estos tramos pertenecen al subparcelamiento Pebble-Creek y muestran problemas con los dos tipos de base (flexible y suelo-cemento) usados en la ciudad. Ambas estructuras son pavimentos con un delgado acabado de mezcla asfáltica en caliente de 2 pulgadas (5 cm), con una base de 6 pulgadas (15 cm) sobre una subrasante de 6 pulgadas (15 cm) estabilizada con cal. El tramo con base flexible se construyó con caliza triturada de alta calidad, generalmente transportada a College Station desde la zona de Austin, distante a 100 millas (160 km); mientras que el tramo de suelo-cemento se construyó con grava de río, de la que se dispone en la localidad. Este municipio utiliza las especificaciones del Depto. de Transporte de Texas en lo que respecta a la construcción y al diseño de los materiales. Para los materiales del suelo-cemento (Ítem 272 del Depto. de Transp. de Texas), se especifica un contenido de cemento que adquiera una resistencia a la compresión no confinada de 500 psi (3,5 MPa) en un período de 7 días, el que, para este material marginal, da como resultado un relativamente alto contenido de cemento en el rango de 6 a 8 %.

Figura 1. Problemas en los pavimentos de Pebble Creek, Colleague Station, Texas - Mayo 2001.



a) Tramo Base Flexible. La humedad entra a menudo al material de la base vía filtración por junta de construcción. La falta de un sellado efectivo sobre la base puede acelerar el deterioro. El riego por aspersión es otro problema.



b) Tramo Suelo-Cemento. Excesiva contracción de la base estabilizada produce fisuras en bloque. Al principio es cosmético pero puede conducir a problemas estructurales y pérdida de la calidad de rodamiento.

En la Figura 1, el tramo de base flexible exhibe una patología estructural de la base, causada por la entrada de humedad a la misma, que ha reducido severamente su capacidad de soporte de carga. Esta humedad puede entrar a la base a través de los defectos de la superficie o de las juntas longitudinales de construcción. El deterioro se acelera si la capa superior de la base no se sella adecuadamente. La lluvia es un factor de preocupación, pero, tal vez, un problema mayor lo representan los numerosos sistemas de riego por aspersión que se hallan en esta área residencial.

El tramo de suelo-cemento en la Figura 1 muestra un patrón de fallas diferente. El patrón de fisuras en bloque se asocia normalmente con la contracción de la capa de base. Esta fisuración ocurre en una etapa temprana de la vida de la base y se refleja a través de la superficie de la mezcla asfáltica en caliente. Las causas y soluciones para la fisuración por contracción se discutirán más adelante en este trabajo. En principio, se trata de un problema cosmético, pero si las fisuras son anchas y la humedad penetra en las capas inferiores, entonces se puede producir un daño estructural. Las fisuras anchas también pueden impactar significativamente en la calidad de la superficie de rodamiento. La ventaja de las bases de suelo-cemento reside en que, usualmente, no son susceptibles a la humedad y, por lo tanto, los problemas de fisuración de tipo "piel de cocodrilo", que se pueden ver en el tramo flexible, no ocurrirán. No obstante, también es inaceptable una excesiva fisuración por contracción en una etapa prematura de la vida de los pavimentos, y ello es incumbencia tanto de las autoridades municipales como de las empresas que se dedican a los emprendimientos inmobiliarios. En el verano del año 2000, la fisuración prematura de varias calles recientemente construidas hizo que la ciudad de College Station resolviera imponer el uso de bases flexibles, como única opción en futuras construcciones de sus calles. El estudio aquí descrito se inició para intentar mitigar estos problemas de fisuración prematura asociados con la contracción.

### Enfoques corrientes tendientes a minimizar la fisuración por contracción

La contracción de los materiales tratados con cemento es una consecuencia de la pérdida de agua por secado y de la propia desecación durante la hidratación del cemento. Los factores que influyen la severidad y la magnitud de la fisuración son numerosos y complejos. Entre ellos podemos incluir la cantidad de cemento usado, el contenido de agua usado en el campo, las propiedades de los agregados, la adecuación de los procedimientos de curado, las condiciones climáticas, el grado de contención (restricción, sujeción) de la subrasante en la base, y el tipo y tiempo de colocación del acabado final.

Las causas y soluciones para la fisuración por contracción han estado bajo estudio por más de 50 años. Se pueden hallar dos excelentes referencias sobre este tema en los trabajos realizados por Williams (3) y George (4). Recientes estudios en Australia llevados a cabo por Caltabiano (5) se concentraron en dos temas: la selección de los materiales y el diseño de las mezclas. Caltabiano propuso especificaciones que incluyen límites en la contracción lineal de las barras de los finos y en la cantidad máxima que pasa el tamiz 200 (máx. 7 %), además de la introducción de cementos hidráulicos mezclados y el uso de una medición de la contracción lineal en los materiales del suelo-cemento. Posteriormente se informó que estos cambios produjeron patrones de fisuración más aceptables. Sin embargo, otras ideas que se encuentran en la literatura sobre el tema son, a veces, confusas. Algunos autores, por ejemplo, fomentan el sellado prematuro de la base para potenciar el curado, mientras que otros impulsan demorar el acabado para permitir el desarrollo del patrón de fisuración antes de la colocación de la capa final de asfalto, con lo que se espera reacondicionar las fisuras existentes.

Actualmente, en Texas, las bases de suelo-cemento se diseñan para satisfacer un valor de 500 psi (3,5 MPa) para la resistencia a la compresión no confinada a los 7 días de curado húmedo. Cuando se usan materiales marginales, generalmente se requieren más altos contenidos de cemento (6 a 8%). Este nivel de cemento da como resultado bases fuertes y durables que exhiben fisuras en bloque en los primeros meses posteriores a la construcción. (Como nota aparte cabe comentar que el requisito de 500 psi (3,5 MPa) figura en el libro de especificaciones vigente del Depto. de Transporte de Texas, aunque no tiene un uso muy amplio en los distritos de ese estado, los que corrientemente están especificando entre 200 y 300 psi (1,4 y 2,1 MPa) en un intento por remediar los problemas de fisuración. Es por ello que esta especificación está bajo proceso de revisión y la fecha para la publicación de su nueva versión ha sido programada para el año 2002. A pesar de este cambio anticipado, la especificación de 500 psi (3,5 MPa) es ampliamente usada por numerosos organismos viales a nivel municipal o del condado).

Para la construcción de bases de suelo-cemento en Texas se recomienda que la base sea compactada con el contenido óptimo de humedad, o levemente por debajo del mismo, y sea adecuadamente curada. Las opciones de curado incluyen un curado húmedo de 3 días o un efectivo sellado asfáltico.

## Nuevos enfoques para minimizar la fisuración por contracción

Con las evaluaciones del comportamiento en Texas (6), se ha descubierto, repetidas veces, que el mayor problema con el suelo-cemento no es la resistencia o la durabilidad sino la fisuración por contracción. Las bases de suelo-cemento se usaron profusamente en la década del 60 y primeros años de la década del 70, pero su uso decayó en los 80s y 90s. Varios distritos

del Depto. de Transporte de Texas informaron que tienen numerosos tramos de suelo-cemento con buen comportamiento y unos pocos con pobre rendimiento. Se informó que esos tramos se fisuraron excesivamente, brindaban una irregular superficie de rodamiento y eran muy difíciles de conservar. Con lo cual se llegó a la conclusión de que, con los criterios de diseño vigentes, las técnicas de construcción anteriormente descritas han provisto un limitado éxito en el tema de mitigar el problema de la fisuración por contracción.

Recientemente el Instituto de Transporte de Texas (Texas Transport Institute) ha encarado la realización de estudios científicos para mejorar el comportamiento de las bases de suelo-cemento, haciendo hincapié en los dos siguientes enfoques:

**A) Mejora de los requisitos del diseño de la mezcla** (uso de menos cantidad de cemento manteniendo la durabilidad)

La mayoría de los procedimientos de diseño exigen una base de suelo-cemento con una alta y temprana resistencia, pero si bien ellos proporcionan una base fuerte y durable, no necesariamente brindan un buen comportamiento a largo plazo. Es decir, hay una pobre correlación entre la resistencia de la base y el comportamiento que se observa en la misma. Con bases de 500 psi (3,5 MPa) a 7 días, la resistencia máxima en el campo es a menudo superior a 1500 psi (10,3 MPa). Estas capas son rígidas pero también muy quebradizas. La nueva metodología de diseño que ha propuesto el Instituto de Transporte de Texas hace prevalecer el uso conjunto de requisitos para la resistencia y la durabilidad por sobre sólo el de resistencia (7). El objetivo es reducir la resistencia pero también mantener la durabilidad, que se testea con un nuevo y simple ensayo denominado Ensayo de Aspiración por Tubo.

Más adelante trataremos en este trabajo un estudio limitado de laboratorio sobre la grava de río (Proyecto Edelweiss). Se halló que se podía obtener una resistencia adecuada (350 psi -2,4 MPa-, y aun más), y una buena durabilidad, con alrededor de 4,5 % de cemento, cifra significativamente menor que el 7 % corrientemente usado.

**B) Innovadoras Técnicas de Construcción (Microfisuración)**

Los investigadores austríacos Litzka y Haslehner (2) por primera vez describieron este enfoque en 1995. En su trabajo afirmaban "la capa estabilizada con cemento es sometida a carga con varias pasadas de rodillos vibratorios luego de un espacio de tiempo de entre 24 y 72 horas, creando así una estructura micro-fisurada en la capa estabilizada. La experiencia práctica nos ha demostrado que cinco pasadas de rodillo conducen a resultados satisfactorios, ya que la estructura micro-fisurada evita el desarrollo de fisuras por contracción de mayor magnitud. De esta forma, no aparecen fisuras reflejadas en la capa superior o revestimiento asfáltico." Ellos también descubrieron, en base a estudios de las deflexiones, que la micro-fisuración no impactó significativamente sobre la rigidez final del pavimento, ya que los valores de los módulos regresivamente

calculados se correspondían muy bien con los valores del diseño. ¿Era la preocupación de estos investigadores cómo controlar el proceso de microfisuración? Sus estudios iniciales se realizaron con reglas Benkelman, aunque se consideró que no eran prácticas para un uso diario.

En base a los resultados obtenidos en Austria, se recomendó construir un tramo en College Station para determinar si este enfoque podía mejorar el comportamiento inicial de los pavimentos de suelo-cemento que estaban en ese momento siendo construidos. En Agosto del año 2000, hubo varias reuniones entre el Ingeniero de la Municipalidad, Bob Mosley, Ingeniero Profesional, y los contratistas generales (Bill Thomas, Ingeniero Profesional de Young Brothers Inc.), en las cuales se acordó probar esta técnica en tres calles urbanas que se construirían en el sub-parcelamiento Edelweiss.

### Construcción de los pavimentos en Edelweiss

En Octubre del año 2000 se construyeron tres tramos: Salzburg Court, Von Trapp y Neuburg Court. La estructura del pavimento estaba formada por una subrasante estabilizada con cal de 6 pulgadas (15 cm), 6 pulgadas (15 cm) de suelo-cemento y una capa final de mezcla asfáltica en caliente de 2 pulgadas (5 cm). La construcción se demoró en varias de sus fases debido a que se llevó a cabo en el período húmedo del año. El primer tramo en Salzburg, que se colocó poco después de una copiosa caída de lluvia, fue curado durante 24 horas, y luego fue pre-fisurado, como se muestra en la Figura 2. Se utilizó un rodillo de acero de 12 toneladas, deslizándolo a una muy baja velocidad de alrededor de 2 millas por hora (3,2 km/h), con el vibrador regulado a su máxima amplitud. Fue difícil percibir el impacto del rodillo, pero en unos pocos lugares se pudo ver una red de fisuras superficiales. Un típico ejemplo se puede apreciar en la Figura 2.

En los otros tramos Von Trapp y Neuburg se utilizó un proceso similar; sin embargo, en el primero se dejó descansar el tramo por 2 días antes de iniciar la micro-fisuración. Al mismo tiempo, se construyó un cuarto tramo en Sophia Lane, aunque no se lo sometió a micro-fisuración.

Figura 2. Microfisuración del suelo-cemento en Edelweiss - Octubre 2000.



- Introduce una red de microfisuras en la base para evitar fisuras de mayor magnitud por contracción.
- Propuesto en Austria por primera vez a principios de los '90.
- Rodillo vibratorio de acero de gran peso aplicado a la base 1-2 días luego de la compactación seguida de 2 días de curado húmedo.

Para monitorear los cambios en la rigidez de la base se usaron las dos técnicas de la Figura 3. En la primera se utilizó el medidor de Rigidez Humboldt (8). Este dispositivo imparte pequeños desplazamientos en la base a frecuencias que oscilan entre 100 y 200 Hz. Para computar la rigidez del suelo, se mide la resistencia versus el desplazamiento. En el segundo procedimiento se usó el Deflectómetro de Impacto (FWD) del Depto. de Transporte de Texas, que es el principal equipo para testear la resistencia estructural usado por este organismo. La ventaja del mismo consiste en que se puede usar para calcular el módulo de la base (rigidez) tanto durante la construcción como con posterioridad a la colocación de la capa final.

Figura 3. Monitoreo de la rigidez de la base.



- Técnicas de medición de rigidez usadas en el estudio: medidor de rigidez Humboldt y Deflectómetro de Impacto.
- Se recomienda testear el tramo cada 100 pies (30 m) antes y después de 2 pasadas del rodillo vibratorio.
- Tener como objetivo una reducción del 40% en la rigidez de la base (medida con dispositivo Humboldt).

En cada tramo se establecieron cuatro puntos de monitoreo para el dispositivo Humboldt y diez para el Deflectómetro de Impacto. Ambas deflexiones se tomaron antes de la micro-fisuración, y luego, después de 2 y 4 pasadas del rodillo vibratorio. En este estudio limitado se llegó a la conclusión de que el Humboldt es muy adecuado como dispositivo de control durante la construcción. En la Tabla 1 se pueden apreciar los cambios en el promedio de rigidez de la base.

Tabla 1. Resultados obtenidos con el Medidor de Rigidez Humboldt (MN/m) - Promedio de 4 lugares por calle.

Calle	Edad cuando se produjo fisuración (días)	Medición Humboldt			
		Antes de fisuración	Después de 2 pasadas	Después de 4 pasadas	Recup. 2 días
Salzburg Court	1	56,5 100%	36,7 65%	27,7 49%	41,2 74%
Von Trapp	2	57,4 100%	43,6 76%	34,6 60%	-
Neuburg Court	1	52,3 100%	33,7 64%	26,1 50%	-

De acuerdo a estos datos, se halló que la rigidez promedio de la base decrecía en aproximadamente un 30 % después de 2 pasadas del rodillo, y entre un 15 y un 20 % después de dos pasadas adicionales. Una vez finalizada la micro-fisuración, se curaron con agua todos los tramos durante 2 días. El tramo de Salzburg fue vuelto a testear luego de un período de recuperación de 2 días, comprobándose que la rigidez medida de la base había aumentado significativamente, lo que indicaba que el tramo seguía ganando resistencia con el paso del tiempo. La rigidez se había reducido a menos del 50 % del valor inicial luego de 4 pasadas de rodillo, pero se había recuperado en un 74 % del valor original después de dos días.

Luego de completar el proceso de micro-fisuración, el plan inicial era revestir el tramo lo más pronto posible con posterioridad al curado. Sin embargo, este paso fue demorado por cuatro semanas, debido a las intensas lluvias, lo que constituyó un factor de complicación para evaluar el comportamiento de estos tramos.

## Evaluación del comportamiento

La primera evaluación detallada del comportamiento se realizó 6 meses luego de la colocación del revestimiento final. Durante este período los tramos soportaron un invierno relativamente frío y húmedo, así como el tránsito generado por la construcción misma, en particular, los camiones que transportaban el hormigón. Luego de seis meses se llevaron a cabo, en cada calle, una inspección visual (Figura 4) y otra con el Deflectómetro de Impacto. En la Figura 5 se pueden observar las fisuras típicas que se hallaron en estos tramos. En la Tabla 2 se tabula la información sobre la longitud promedio de las fisuras.

Figura 4. Subparcelamiento Edelweiss. Fases 14 y 16. College Station, Texas – Mapa de fisuración 6 meses luego de la construcción.

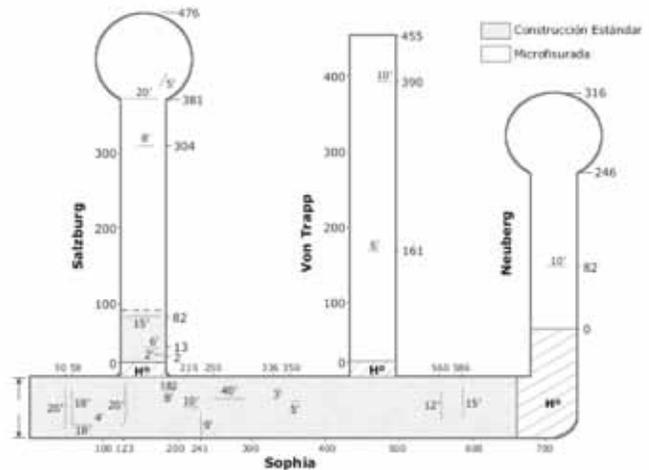


Figura 5. Evaluación del estado del pavimento a los 6 meses. Fisuras transversales menores en tramo.



a) Von Trapp (2 fisuras en tramo) b) Neuburg (única fisura en tramo de 455 pies -139 m-).

Tabla 2. Resumen de fisuración por contracción 6 meses después del acabado final.

Calle	Longitud de Fisuras (pies) por 100 pies (30 m) de pavimento (2400 pies cuadrados -220 m <sup>2</sup> -)
Salzburg	5,6 (0,52 m)
Von Trapp	3,5 (0,33 m)
Neuburg	2,4 (0,22 m)
Control	27,3 (2,54 m)

En las Figuras 6 y 7 se grafican los resultados obtenidos con el Deflectómetro de Impacto. Se graficaron dos parámetros, a saber, la deflexión máxima de la superficie normalizada a 9000 libras (40 kN) y el índice de curvatura de la misma, que se define como la diferencia entre la deflexión medida directamente bajo la carga y aquella medida a una distancia de un pie (30 cm) desde la carga. El parámetro de curvatura de la superficie es un indicador de la rigidez de las 8 pulgadas (20,3 cm) superiores del pavimento. Cuanto más bajo es el valor, más rígida es la base. Para referencia, sometido a una carga de 9000 lb (40 kN) con el Deflectómetro de Impacto, un pavimento

de hormigón tendrá comúnmente una deflexión máxima de 3 a 6 milésimas de pulg. (75 a 150  $\mu\text{m}$ ) e Índices de Curvatura Superficial de 1 a 2 milésimas de pulgada (25 a 50  $\mu\text{m}$ ). Los pavimentos flexibles con una estructura similar a aquella empleada en College Station tendrán deflexiones específicamente en el rango de 15 a 25 milésimas de pulg. (380 a 635  $\mu\text{m}$ ) e Índices de Curvatura Superficial de entre 8 y 12 milésimas de pulgada (200 y 300  $\mu\text{m}$ ). Los datos presentados en estas figuras indican que el pavimento era muy rígido luego de sólo uno o dos días de curado (con 0 pasadas); sin embargo, la rigidez se redujo (deflexión incrementada) en forma considerable luego de cuatro pasadas del rodillo vibratorio. En esa etapa, la rigidez se estaba acercando a la de un pavimento flexible. No obstante, luego de 6 meses, la rigidez del pavimento se había recuperado totalmente y la deflexión promedio era significativamente menor que la medida antes de la micro-fisuración. Claramente, el tramo ha seguido ganando resistencia con el paso del tiempo y la micro-fisuración tuvo poco o ningún impacto en la capacidad de soporte de carga máxima.

Figura 6. Datos del Deflectómetro de Impacto para el tramo Von Trapp.

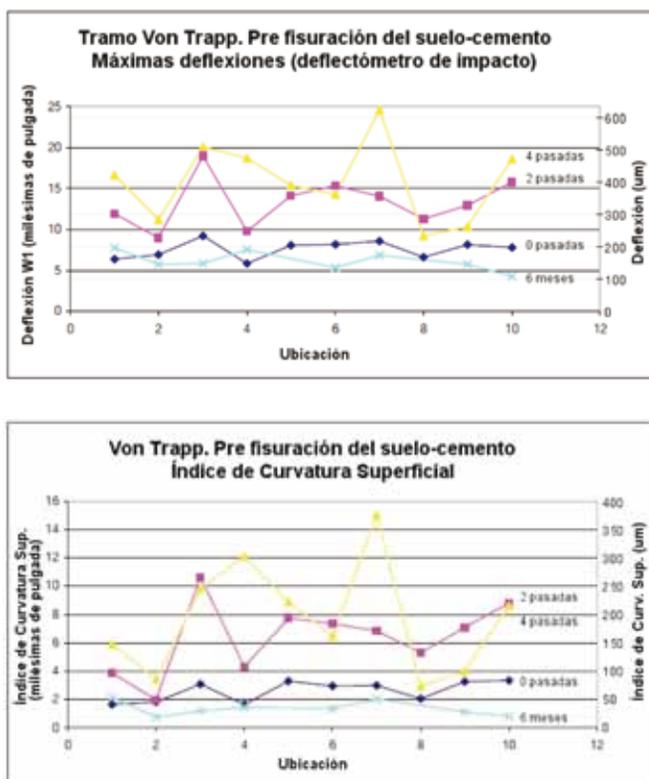
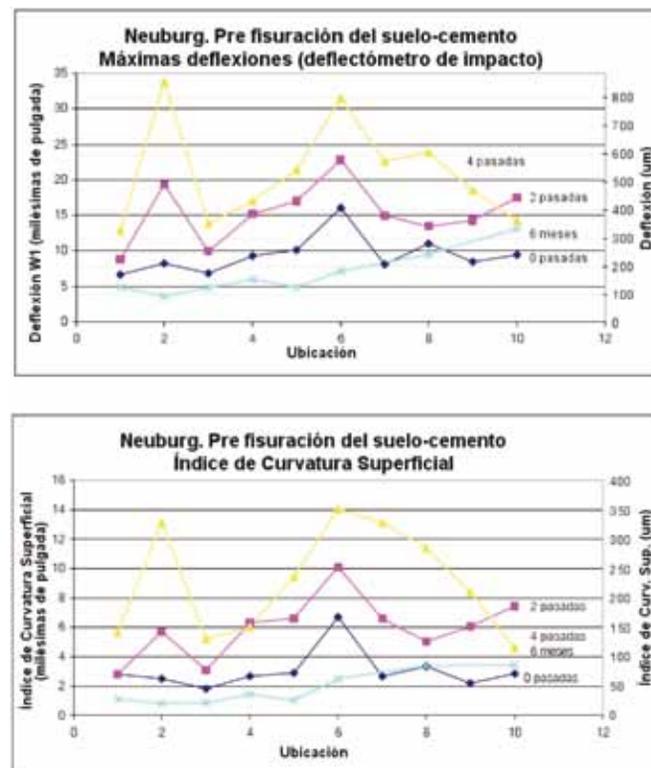


Figura 7. Datos del Deflectómetro de Impacto para el tramo Neuburg.



El siguiente paso en el análisis fue realizar un cálculo regresivo (retrocálculo) del módulo de la capa de suelo-cemento, a partir de los datos provistos por el Deflectómetro de Impacto. En general, cuanto más alto es el módulo, mejor es la capacidad de soporte de carga del pavimento. Para realizar este cómputo se empleó el MÓDULO 5.1 (9) del programa de análisis del Depto. de Transporte de Texas. Los resultados de este análisis se pueden ver en la Tabla 3.

Como referencia, los valores típicos de los módulos hallados para los materiales de Texas son los siguientes:

- Base Flexible no tratada 50 a 70 ksi (0,35 a 0,48 GPa)
- Mezcla de concreto asfáltico en caliente 300 a 800 ksi (2,1 a 5,5 GPa) (dependiendo de la temperatura)
- Hormigón 3000 a 6000 ksi (20,7 a 41,4 GPa)

Tabla 3. Módulos promedio del suelo-cemento (ksi) según datos del Deflectómetro de Impacto.

Calle	Tiempo				
	Antes - (Edad)	Después de 2 pasadas	Después de 4 pasadas	Después de 2 días de recup.	6 meses
Saizburg Ct	935 - (1 día) (6.45 GPa)	241 (1.66GPa)	135 (0.93 GPa)	646 (4.45 GPa)	838 (5.78 GPa)
Von Trapp	1316 - (2 días) (9.07 GPa)	324 (2.23 GPa)	223 (1.54 GPa)	-	2334 (16.09 GPa)
Neuburg Ct	1232 - (1 día) (8.49 GPa)	316 (2.18 GPa)	158 (1.09 GPa)	-	1964 (13.54 GPa)

Los valores de los módulos obtenidos en las bases de suelo-cemento son muy altos. Luego de 4 pasadas, la rigidez de la base cayó a valores típicos de las bases flexibles. Sin embargo, después de 6 meses, se recuperó de manera substancial. La base de suelo-cemento en Von Trapp mostró valores que se aproximaban a la rigidez asociada con el hormigón pobre. Claramente, la micro-fisuración no afectó de forma adversa la capacidad de soporte de carga de estas bases.

Una advertencia sobre los valores de los módulos que se muestran en la Tabla 3: los correspondientes a 6 meses son muy altos. Lo preocupante es que esta base puede ser demasiado rígida. La micro-fisuración parece haber ayudado con el problema de la fisuración por contracción. No obstante, con estos pavimentos el secado producido por las temperaturas de verano puede causar fisuras en los suelos subyacentes. Las bases con esa rigidez pueden ser demasiado quebradizas (frágiles) para acomodarse a cualquier movimiento considerable del suelo sin fisurarse. Un punto a tener en consideración es que el diseño y las prácticas de construcción corrientes dan como resultado un pavimento muy resistente. Sin embargo, puede ser factible reducir el requisito de resistencia inicial sin un impacto considerable sobre la capacidad de soporte de carga, a la vez que se mejora significativamente la flexibilidad de la base.

## Conclusiones y recomendaciones

### Conclusiones

- El proceso de micro-fisuración redujo considerablemente la cantidad de fisuras reflejas superficiales en las tres calles incluidas en este estudio.
- Basándonos en los datos obtenidos en Salzburg Court, los pavimentos recuperaron rápidamente su resistencia. Después de dos días, la rigidez del tramo representaba un 75 % del valor de la misma con anterioridad al proceso de micro-fisuración.
- Después de 6 meses se averiguó que todos los tramos presentaban fisuras menores y una muy alta rigidez de la base.
- La demora en colocar el acabado final de mezcla asfáltica en caliente también ayudó a reducir la extensión y severidad de las fisuras. Esto se basa en el hecho de que la fisuración en el tramo de control (Sophia Lane) fue substancialmente menor que en otros tramos similares construidos en College Station, con los mismos materiales bajo similares condiciones.
- El medidor de rigidez Humboldt probó ser de gran utilidad en el control del proceso de fisuración.

### Recomendaciones

- La micro-fisuración debería ser incorporada en futuros trabajos con suelo-cemento. Para ello se desarrolló una especificación provisoria (Ver Anexo). No obstante, se requieren más estudios para ajustar estos requisitos a tramos de mayor espesor y a diferentes estaciones del año.

- La idea de demorar la colocación del acabado final debería incorporarse en futuros trabajos. Esto podría consistir en sellar la superficie del tramo curado con una mezcla de ripio (agregados finos) y colocar la mezcla de asfalto en caliente como revestimiento final de 2 a 4 meses más tarde.

- Se necesita realizar más trabajos para evaluar el concepto de "rigidez reducida". El requisito de resistencia de 500 psi (3,5 MPa) cuadrada a 7 días solamente garantiza un material rígido, pero no asegura un buen comportamiento del pavimento.

Resumiendo, parece ser que la fisuración superficial de las bases de suelo-cemento puede minimizarse y tal vez eliminarse si el Municipio se compromete a:

1. Reducir el requisito de diseño para la resistencia (por ejemplo, de 500 a 300 psi – 3,5 a 2,1 MPa)
2. Demorar lo más posible la colocación del acabado final (mínimo 2 meses)
3. Adherir a buenas prácticas de curado, y
4. Adoptar las especificaciones para la micro-fisuración del Anexo.

## Anexo. Especificaciones provisionales para microfisuración.

Después de la compactación, el suelo-cemento ya finalizado se mantendrá continuamente húmedo por un período de 24 a 48 horas. A la capa terminada se le aplicarán vibraciones, entre 2 y 4 pasadas de un rodillo de acero vibratorio de 12 toneladas, desplazándose a una velocidad de aproximadamente 2 mph (3,2 km/h) y vibrando a su máxima amplitud (o según lo que indique el ingeniero). El tramo tendrá un 100 % de cobertura excluyendo la distancia de 1 pie (30 cm) externo (exterior), de manera de inducir fisuras diminutas en la capa de la base tratada. Se pueden necesitar pasadas adicionales para obtener el patrón de fisuras deseado o el módulo del tramo requerido por las directivas del Ingeniero de Proyecto. El rodillo se detendrá cuando la rigidez promedio de la base se haya reducido en un 40 % o más.

A menos que el Ingeniero de Proyecto indique lo contrario, se deberá respetar la siguiente secuencia:

**Paso 1:** La rigidez de la capa de base será determinada por el contratista usando un dispositivo aprobado, como el medidor de rigidez Humboldt. Se tomará una lectura en cada tramo de 100 pies (30 m) en toda la longitud del proyecto. Los puntos de control se marcarán para ser luego medidos (testeados) nuevamente.

**Paso 2:** Después de dos pasadas del rodillo vibratorio, se determinará la rigidez de la capa de suelo-cemento y se inspeccionará el tramo. Tomando como base el objetivo de lograr una reducción total de la rigidez en un 40 %, se decidirá si son necesarias más pasadas del rodillo.

**Paso 3:** Luego de pasar dos veces más el rodillo vibratorio, se determinará la rigidez de la capa de base de suelo-cemento y se inspeccionará el tramo. El rodado deberá detenerse si se ha logrado una reducción total de la rigidez del 40 % o mayor. En esta instancia, se deberá decidir si se necesitan más pasadas.

**Paso 4:** Una vez que ha cesado el proceso de micro-fisuración, el tramo será curado en húmedo por un período de 48 horas.

#### Notas adicionales

- Esta especificación es apropiada para las bases de suelo-cemento diseñadas para tener una Resistencia a la Compresión No Confinada (UCS) de la mezcla de suelo-cemento, a 7 días de 500 psi (3,5 MPa) (Especificación 272 de TxDOT).
- Estas especificaciones tienen como base una cantidad limitada de datos obtenidos en la localidad de College Station, por lo tanto, puede ser necesario que haya que ajustarlas cuando se trate de bases con espesores mayores a 6 pulgadas (15 cm) y cuando la construcción deba llevarse a cabo bajo condiciones climáticas de excesivo frío o calor.

#### Referencias

- 1) TxDOT Standard Specifications for Construction and Maintenance of Highways, Streets and Bridges (Especificaciones estándar para la construcción y conservación de carreteras, calles y puentes), 1995.
- 2) Litzka, J. y Haslehner, W. "Cold In-place Recycling on Low-volume Roads in Austria" (Reciclado en frío in-situ de caminos con bajo

volumen de tránsito), Actas de la 6ta Conferencia Internacional sobre Caminos con Bajos Volúmenes de Tránsito, Minnesota, Junio 1995.

3) Williams, R.I.T., "Cement Treated Bases, Materials, Design and Construction," (Bases tratadas con cemento, Materiales, Diseño y Construcción), Elsevier Publishers Ltd, 1986.

4) George, K.P., "Mechanisms of Shrinkage Cracking in Soil Cement Bases" (Mecanismos de las Fisuras por Contracción en las Bases de Suelo-cemento), Highways Research Record 442, Washington, D.C., pp 1 – 21, 1972.

5) Caltabiano, M.A. y Rawlings, R.E., "Treatment of Reflection Cracks in Queens Land" (Tratamiento de las Fisuras Reflejas en Queens Land), 7ª Conferencia Internacional sobre Pavimentos Asfálticos, Nottingham, England, 1992.

6) Little, D.N., Scullion, T., Kota, P.B. and Bhuiyan, J., "Identification of the Structural Benefits of Base and Subgrade Stabilization" (Identificación de los beneficios estructurales de la estabilización de la base y la subrasante), TTI Report 1287- 2, Nov., 1994.

7) Scullion, T., Sebesta, S., Harris, P. y Syed, I., "A balanced approach to selecting the optimal cement content for soil-cement bases" (Equilibrado enfoque para la selección del contenido óptimo de cemento para las bases de suelo-cemento), TTI Research Report 404611 – 1, Dic., 2000.

8) Manual de Instrucciones para el uso del Medidor de Rigidez Humboldt, Modelo H 4140, Humboldt Mfg 7300 West Agatite Ave., Norridge, Illinois, 60706.

9) Uzan, J. y otros, "A Microcomputer based procedure to backcalculate layer moduli from FWD data" (Procedimiento en base a microcomputadora para calcular regresivamente los módulos de las capas a partir de los datos del Deflectómetro de Impacto), TTI report 1123 – 1, July 1988.

# 45 AÑOS Abriendo Caminos



*Es Transporte de Cargas*

FEDERACION ARGENTINA DE ENTIDADES EMPRESARIAS DEL AUTOTRANSPORTE DE CARGAS

Sánchez de Bustamante 54 (C1173AAB) Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina Tel/Fax: 54 11 4860-7700 - fadееac@fadееac.org.ar - www.fadееac.org.ar



## 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](mailto:sales@cristacol.com.ar) | [www.cristacol.com.ar](http://www.cristacol.com.ar)

